6/29/1997
ISSN 0369-2086

Mineralia Slovaca



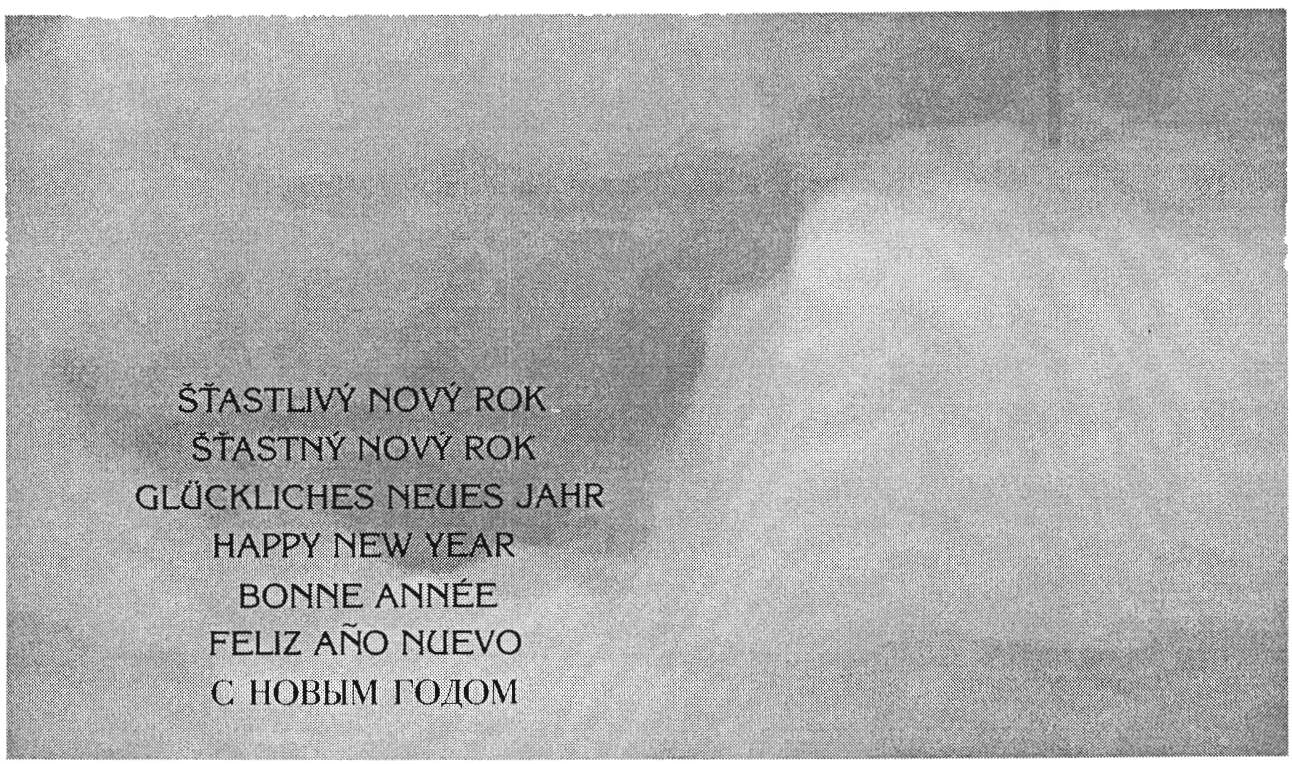
odporúčame do Vašej pozornosti

„MY Z HUTNÍCKEJ STANICE"

GALINA ANDRUSOVOVÁ-VLČEKOVÁ

DIMITRIJ ANDRUSOV
(1897-1976)

ŽIVOTOPISNÁ ČRTA



Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) vychádza šesťkrát ročne. Vydavateľ: Geocomplex, a. s., Bratislava. Sadzba v redakcii Mineralia Slovaca systémom DTP Apple Macintosh. Tlač: Grafotlač, Prešov.
Predplatné v roku 1997: Členovia Slovenskej geologickej spoločnosti 80 Sk, študenti 40 Sk, organizácie 228,- Sk (+ 6 % DPH). Cena jednotlivého čísla je 38,- Sk. Časopis možno objednať v redakcii.
Inzeráty: Požiadavky zasielať redakcii. Adresa redakcie: Mineralia Slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice. Telefón: 095/437 846.

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) is published bimonthly by the Geocomplex, a. s., Bratislava.Text was written, edited and composed on a DTP system using Apple Macintosh computers in the editorial office Mineralia Slovaca.
Subscription for 1997 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Subscription can be sent Mineralia Slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia and SLOVART - G.T.G., Krupinská 4, P. O. Box 152, 852 99 Bratislava.
Advertising: Contact managing editor. Address of the Editorial office: Mineralia Slovaca, Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia; Phone: 421/95/437 846.
© Geocomplex, a. s., Bratislava

Mineralia Slovaca

Časopis Slovenskej geologickej spoločnosti a slovenských geologických organizácií
Journal of the Slovak geological society and Slovak geological organizations

Vydáva Združenie Mineralia Slovaca
Published by Mineralia slovaca corporation

Vedúci redaktor - Chief editor
PAVOL GRECULA
Geologická služba SR
Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovakia

REDAKČNÁ RADA - EDITORIAL BOARD

Predseda - Chairman
Michal Kaličiak
Geologická služba SR, Bratislava

Vladimír Bezák, Geologická služba SR, Bratislava
Miroslav Filo, Geocomplex, a. s., Bratislava
Dušan Grman, Geoconsult, a. s., Košice
Dušan Hovorka, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Pavel Hvožďara, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Vlastimil Konečný, Geologická služba SR, Bratislava
Ján Kozáč, Geologická služba SR, ATNS, Košice
Jozef Lanc, Geocomplex,, a.s., Bratislava
Jozef Michalík, Geologický ústav SAV, Bratislava
Milan Mišík, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Ladislav Novotný, Uranpres, s. r. o., Spišská Nová Ves
Ivan Pagáč, SPP-OZ VVNP, š. p., Bratislava
Martin Radvanec, Geologická služba SR, Spišská Nová Ves
Miroslav Račický, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava
Peter Reichwalder, Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Rudolf Rudinec, Nafta, a. s., Michalovce
Juraj Tözsér, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava
Dionýz Vass, Geologická služba SR, Bratislava
Ivan Vrubel, Geospektrum, s. r. o., Bratislava

REDAKCIA - EDITORIAL STAFF

Vedúci redakcie - Managing editor
Alena Wolfová

Redaktor - Editorial assistent
Mária Dryjová

Technické spracovanie - Production editor
Alena Wolfová

Združenie MINERALIA SLOVACA Corporation

Predseda - Chairman
Karol Együd
Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Členovia združenia - Members of the corporation

Geocomplex, a. s., Bratislava
Geologická služba SR, Bratislava
Geoconsult, a. s., Košice
Geospektrum, s. r. o., Bratislava
Geologia, s. r. o., Spišská Nová Ves
Gamart, s. r. o., Lučenec
Gradient, s. r. o., Bratislava
Geoprieskum, a. s., Nová Baňa
Geohyco, a. s., Bratislava
IGHP, a. s., Žilina
INGEO, a. s., Žilina
Nafta, a. s., Gbely
Sensor, s. r. o., Bratislava
Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Uranpres, s. r. o., Spišská Nová Ves
SPP-OZ VVNP, š. p., Bratislava
Esprit, s. r. o., Banská Štiavnica

Obsah - Contents

Mineralia Slovaca 29 (1997) • 6

Vass, D. & Beláček, B.
Konvolútne deformácie v medokýšnych vrstvách Ipeľskej kotliny
Convolute lamination in Medokýš Member of Ipeľská kotlina Depression (S Slovakia) 391

Fordinál, K. & Nagy, A.
Hlavinské vrstvy - okrajové vrchnopanónske sedimenty rišňovskej priehlbiny
Hlavina member - marginal Upper sediments of the Rišňovce depression 401

Šucha, V., Kraus, I., Zlocha, M., Streško, V., Gašparovičová, M., Lintnerová, O. & Uhlík, P.
Prejavy a príčiny acidifikácie v oblasti Šobova (Štiavnické vrchy)
Acidification in the Šobov region (Štiavnické vrchy Mts.): Manifestations and causes 407

Turanová, L., Turan, J. & Stankovič, J.
Skarnoidná mineralizácia v ložisku Hnúšťa - Mútnik
Skarn mineralization in the talc deposit Hnúšťa - Mútnik in the Western Carpathians 417

Maťo, Ľ. & Knésl, J.
Au magnetitový skarn v severnej časti kremnického rudného poľa, neovulkanity stredného Slovenska
Au-bearing magnetite skarn in the northern part of the Kremnica ore field, neovolcanites of the Central Slovakia 427

Šimonovičová, A., Forgáč, J., Streško, V. & Výbohová, M.
The change of soil microbiota under the influence of mining activities
Zmena charakteru pôdnej mikrobioty pod vplyvom banskej činnosti 431

Jesenák, K., Kuchta, Ľ., Guller, L. & Fúsková, J.
Physico-chemical Properties of Bentonite "Stará Kremnička - Jelšový potok". I. Particle size distribution
Fyzikálno-chemické vlastnosti bentonitu „Stará Kremnička - Jelšový potok". I. Distribúcia veľkosti zŕn 439

Hovorka, D.
Allanit - charakteristický minerál alpínskej asociácie predkarbónskeho kryštalinika južného veporika
Allanite - characteristic member of the Alpine mineral assemblage of the southern Veporic pre-Carboniferous complexes 443

Fejdi, P.
Morfologické štúdium kryštálov fullerénov C-60 a C-70
Morphological studies of C-60 and C-70 fullerenes 447

Hrašna, M.
Seizmotektonická mapa Slovenska
Seismotectonic map of Slovakia 451

Potfaj, M.
Stratigrafické národné referenčné profily na Slovensku - diskusný príspevok k článku J. Michalíka a kol.
Stratigraphic national reference profiles in Slovakia - discussion to contribution by J. Michalík et al. 455

Ondrášik, R. & Janský, L.
Geologické hazardy v Japonsku
Geological hazards in Japan 457

Franko, O.
Dimitrij Andrusov a podzemné vody Slovenska
Dimitrij Andrusov and groundwater in Slovakia 465

Matula, M.
Profesor Dimitrij Andrusov a vývoj aplikovanej geológie na Slovensku
Professor Dimitrij Andrusov and development of applied geology in Slovakia 475

GEOvestník

OBÁLKA: Agregát kubických kryštálov pyritu so zreteľným ryhovaním na plochách. Veľkosť zŕn až 8 cm, vzorky 10 x 8 cm, z Banskej Štiavnice. Zbierka Slovenského banského múzea v Banskej Štiavnici. Foto: D. Slivka.
COVER: Aggregate of cubic pyrite crystals from Banská Štiavnica town with distinctive striations on individual planes. The magnitude of grains is to 8 cm, the sample dimensions are 10 x 80 cm. The sample is from collections of Slovak mining museum in Banská Štiavnica. Photo: D. Slivka.

Mineralia Slovaca, 29 (1998), 391 - 400

Konvolútne deformácie v medokýšnych vrstvách Ipeľskej kotliny

DIONÝZ VASS a BORIS BELÁČEK

katedra prírodného prostredia, Lesnícka fakulta Technickej Univerzity, Masarykova 24, 960 53 Zvolen

(Doručené 30. 1. 1997)

Abstract

Convolute lamination observed in Medokýš Mb. of Modrý Kameň Fm. (Karpatian i. e. late Early Miocene) in the area of Ipeľská kotlina Depression (S. Slovakia) is of meta and syngedimentary origin. The soft sediment deformation originated under the influence of the buoyancy forces on the liquified, water - saturated sediment. The liquefaction of sediment has been caused by shaking of a partically separated bay bottom during the passage of storm wave overheads.

Key words: convolute lamination, buoyancy forces, liquefaction, storm waves

Úvod

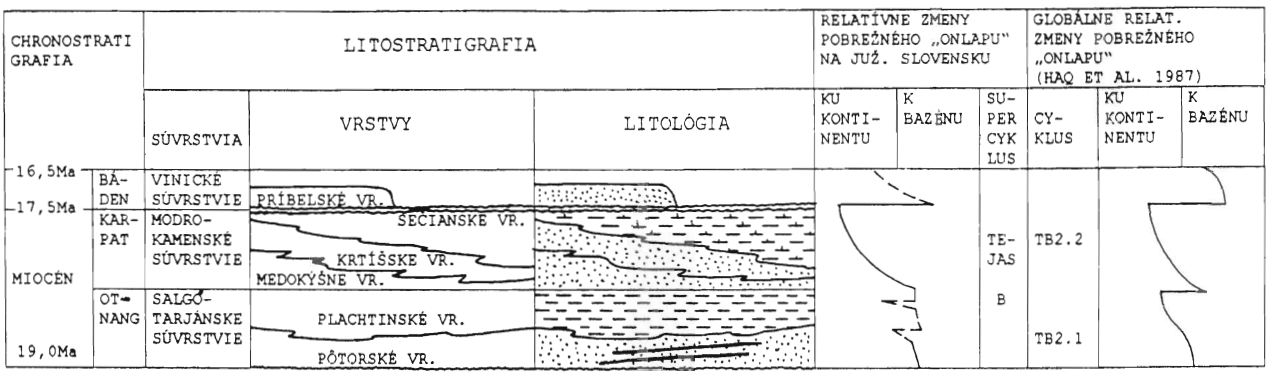
Medokýšne vrstvy sú členom modrokamenského súvrstvia karpatského veku (raný miocén). Súvrstvie je morského pôvodu a vzniklo v novohradskej panve (Vass, 1995a) v čase, keď do nej prenikla morská transgresia. Tvoria ho sedimenty jedného sedimentačného makrocyklu zodpovedajúce globálnemu cyklu kolísania morskej hladiny tretieho radu (Techas B 2.2., Vass, 1995b, obr. 1).

Medokýšne vrstvy sú spodným, t.j. prvým členom sedimentačného cyklu. Vznikli na pobreží transgredujúceho mora.

Pri posudzovaní prostredia, v ktorom medokýšové vrstvy vznikali, je dôležitým a určujúcim prvkom svojrázne faunistické spoločenstvo. Ide o zmes dvoch kontrastných skupín živočíchov. Prvou sú endemické spoločenstvá adoptované na zníženú salinitu. Takéto druhovo chudobné mäkkýše reprezentuje hlavne druh *Rzehakia socialis* (Rzehak) a rod *Siliqua sp.*, Cardium sp., resp. *Limnocardium sp.* (Čechovič, 1948; Ondrejičková in Kántorová et al., 1968). Druhou zložkou spoločenstva sú rodovo diverzifikované bentózne aj planktonické foraminifery adaptované na život v slanom, príp. aj v relatívne hlbšom mori. Jedince foraminifer sú prevažne malé a mechanicky poškodené (Kántorová et al., 1968; Kántorová et al. in Papp et al., 1973; Holcová in Vass et al., 1995). Všeobecne sa pripúšťa, že nemorské, resp. brakické organizmy môžu byť ľahko transportované do otvoreného mora, ale opačná redepozícia je zriedkavá (Merret, 1924; fide Heckel, 1972). V prípade medokýšnych vrstiev spoločný výskyt obidvoch lastúr *rzehakií*, resp. *Siliqua sp.* vylučuje postmortálnu redepozíciu schránok z brakického do morského prostredia. Vlnenie vyvolané búrkami a hurikánmi môže vháňať morské organizmy z otvoreného mora do zálivov, lagún, kde žije brakická endemická fauna. Schránky foraminifer, ktoré sa zúčastňujú na vytváraní brakickomorského zmiešaného spoločenstva, sú spravidla menšie, ako je určitá, z hľadiska mechanického transportu kritická veľkosť (Heckel, 1972). To je prípad foraminifer v medokýšnych vrstvách, ktoré sú prevažne drobné (asi 1/3 normálneho vzrastu, Kántorová, l. c.). Preto predpokladáme, že medokýšne vrstvy vznikli v plytkovodnom, od otvoreného mora čiastočne oddelenom, a preto v brakickom príbrežnom prostredí (polooddelený záliv, lagúna), kde boli autochtónnymi organizmami endemické mäkkýše. Foraminifery sa do spoločenstva dostali mechanickým primiešaním pri búrkovom vlnení (Vass et al., 1979; Holcová in Vass et al., 1995). Búrkové vlnenie bolo pravdepodobnou príčinou vzniku suspenzie, z ktorej postupným vypadávaním najprv väčších a ťažších zŕn (kategórie jemného piesku) a potom siltových zŕn vznikol laminovaný sediment (napr. na lokalite pri Malom Krtíši).

Napriek zjednocujúcemu prvku, ktorým je pri posudzovaní genézy medokýšnych vrstiev ich svojrázne faunistické spoločenstvo, majú tieto vrstvy na južnom Slovensku dva sedimentologickou charakteristikou odlišné vývoje. Prvým je vývoj, ktorého typickým reprezentantom sú sedimenty v pieskovni pri Malom Krtíši (obr. 2), t.j. stratotypová lokalita medokýšnych vrstiev. V tejto pieskovni je jedinou depozičnou textúrou (ak sa neprihliada na deformačné textúry, ako je konvolútna laminácia) horizontálna laminácia.

Sedimenty odkryté v pieskovni pri Malom Krtíši vznikali v relatívne hlbokovodnejšom prostredí, v ktorom búrkové vlny len celkom ojedinele zasahovali až na dno a sedimentáciu ovplyvňovali najmä nepriamo tým, že produkovali suspenziu, z ktorej sa ukladal laminovaný siltovo-jemnopiesčitý sediment.

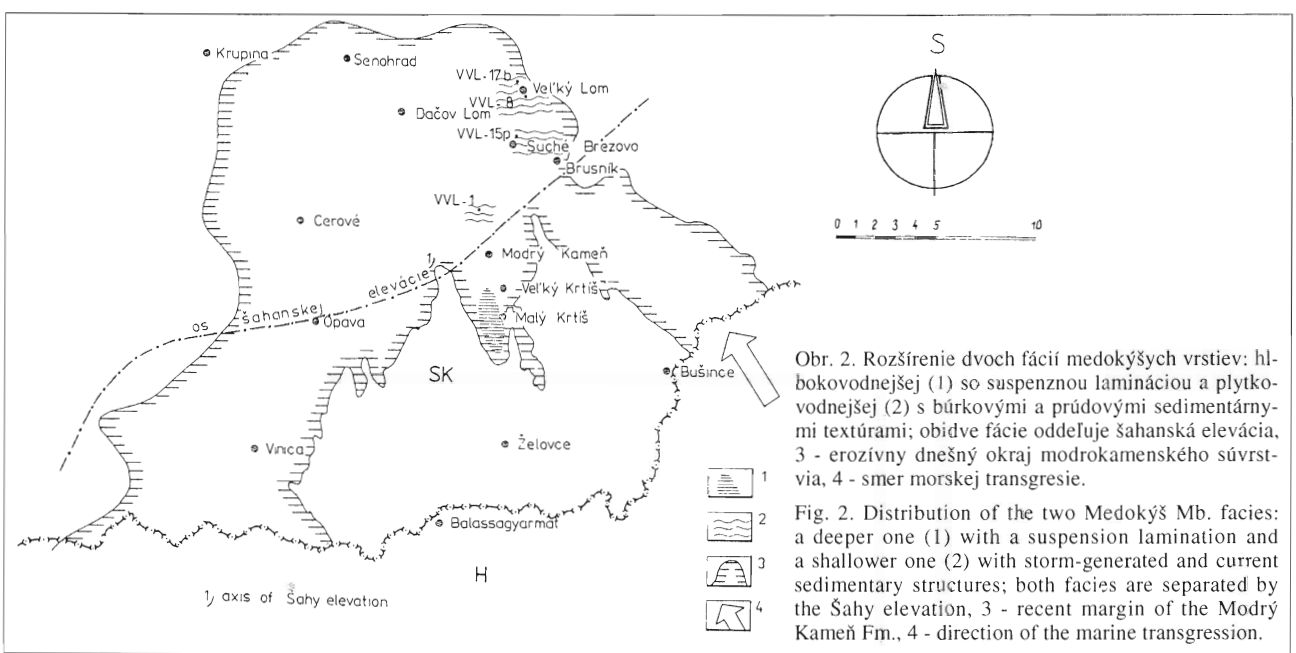


Obr. 1. Výrez z litostratigrafickej kolónky Ipeľskej kotliny, lokálne a globálne cykly kolísania morskej hladiny v karpate (Vass, 1995b).

Fig. 1. Part of the lithostratigraphic column of Ipeľská kotlina Depression, the local and global sea-level fluctuation cycles during the Karpatian (Vass, 1995b).

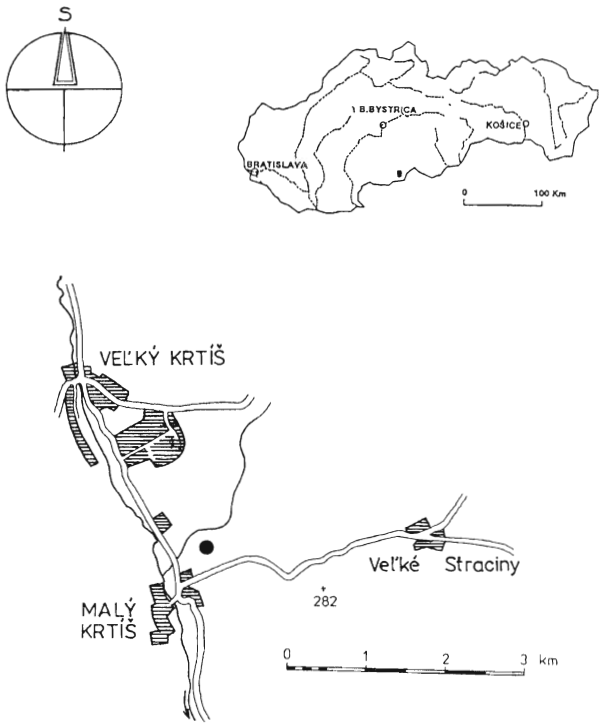
Druhý vývoj reprezentujú sedimenty prevŕtané na šahanskej elevácii a za ňou vo veľkolomskej depresii (vo vzťahu k smeru morskej transgresie; obr. 2) v podloží bádenských vulkanitov Krupinskej planiny (vrty uhoľnej prospekcie série VVL; Vass et al., 1995, 1997). V týchto sedimentoch, ktorých fauna je totožná s faunou medokýšnych vrstiev v Ipeľskej kotline, sú početné sedimentárne textúry, medzi nimi aj textúry vzniknuté v hornom prúdovom režime, ako je škvrnitá laminácia, primárna prúdová lineácia a s ňou asociujúca horizontálna prúdová laminácia. Z ďalších sedimentologických javov treba spomenúť textúry bežné pri búrkových sedimentoch, a to malé šikmé zvrstvenie pripomínajúce „hummocky cross-stratification", útržky ílovca v pieskovci, bioklastický pieskovec, t.j. polohy podrvených schránok mäkkýšov v piesčitej základnej hmote, a nepravidelné zvrstvenie. Sú tu aj niektoré univerzálne nešpecifické textúry, ako je čerinová laminácia, vlnité zvrstvenie, a textúry indikujúce extrémne plytkovodné podmienky s krátkodobým vynorením, napr. stopy po dažďových kvapkách, bahenné praskliny a deformačné textúry - konvolútna laminácia, textúry po unikajúcej vode a vtláčanie. Sedimenty s uvedenými sedimentologickými javmi vznikli v plytkovodnom prostredí, kde búrkové vlny ovplyvňovali sedimentáciu priamo. Napokon aj vyslovene prúdové textúry možno chápať ako následok prúdov derivovaných a usmerňovaných búrkovým vlnením (obr. 2).

Ak sa vezme do úvahy, čo sme uviedli, ako aj poznatky fyzikálnej sedimentológie, neprekvapuje, že sa v medokýšnych vrstvách na stratotypovej lokalite, kde biofa-



Obr. 2. Rozšírenie dvoch fácií medokýšych vrstiev: hlbokovodnejšej (1) so suspenznou laminációu a plytkovodnejšej (2) s búrkovými a prúdovými sedimentárnymi textúrami; obidve fácie oddeľuje šahanská elevácia, 3 - erozívny dnešný okraj modrokamenského súvrstvia, 4 - smer morskej transgresie.

Fig. 2. Distribution of the two Medokýš Mb. facies: a deeper one (1) with a suspension lamination and a shallower one (2) with storm-generated and current sedimentary structures; both facies are separated by the Šahy elevation, 3 - recent margin of the Modrý Kameň Fm., 4 - direction of the marine transgression.



Obr. 3. Situácia študovanej lokality.

Fig. 3. Location of the site studied.

ciálne aj sedimentologické prvky upozorňujú na to, že sedimentáciu kontrolovali búrkové vlny, sporadicky objavujú deformačné textúry typu konvolútnej laminácie.

Opis konvolútnej laminácie v medokýšnych vrstvách

Opisovaná konvolútna laminácia sa nachádza na stratotypovej lokalite medokýšnych vrstiev pri sv. okraji obce Malý Krtíš v doline Medokýšneho potoka (obr. 3). Medokýšne vrstvy sú odokryté v pieskovni, z ktorej sa občas

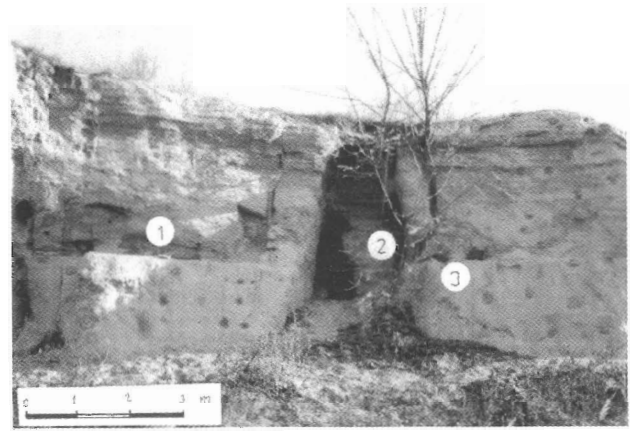
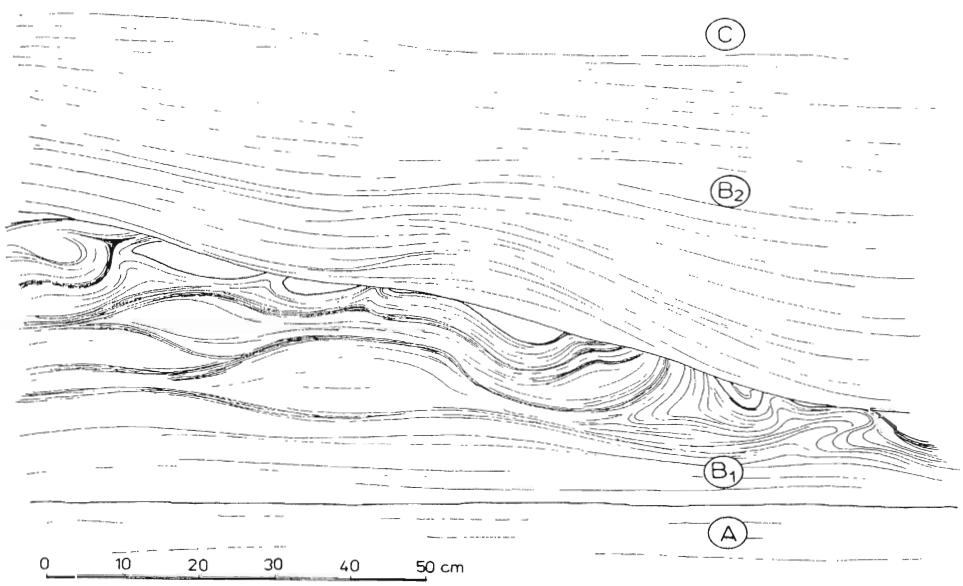


Foto 1. Pohľad na lavicu s konvolútnou laminá ciou v medokýšnych vrstvách. Čísla označujú opisované stanovištia. Dĺžka kladiva 35 cm. Pieskovňa na SV od Malého Krtíša.

Photo 1. The layer with convolute lamination in Medokýš Mb. Numbers indicate the observation points Hammer lenght: 35 cm.

ťaží so stenami vysokými 3 - 5 m. Ide o vápnité sedimenty na prvý pohľad pripomínajúce jemný piesok, ale dôkladnejšia makroskopická obhliadka ukázala, že je to laminovaný sediment s nevýraznými laminkami hrubými 1,5 - 5 mm. Striedajú sa laminy siltu a jemnozrnného piesku. Prechod z jemnozrnnejších lamín do hrubozrnných nie je ostrý, ale postupný, a to v obidvoch smeroch. Makrofauna - endemické mäkkýše - sa spravidla koncentruje do istých polôh a nebýva rozptýlená v hornine. Schránky sú skriedovatené.

Lavica s konvolútnou laminá ciou sa nachádza vo východnej časti pieskovne (foto 1), je hrubá 55 - 82 cm a má ostrú bázu. Strop postupne prechádza do nedeformovaného alebo veľmi slabo deformovaného nadložia. Keďže vnútorné deformácie lavice sú nesúrodé a menia sa z miesta na miesto, podrobnejšie sme ich študovali na štyroch stanovištiach vzdialených od seba 4 - 7 m.



Obr. 4. Prvé stanovište. Bližšie pozri v texte.

Fig. 4. The first observation point (see text for details).

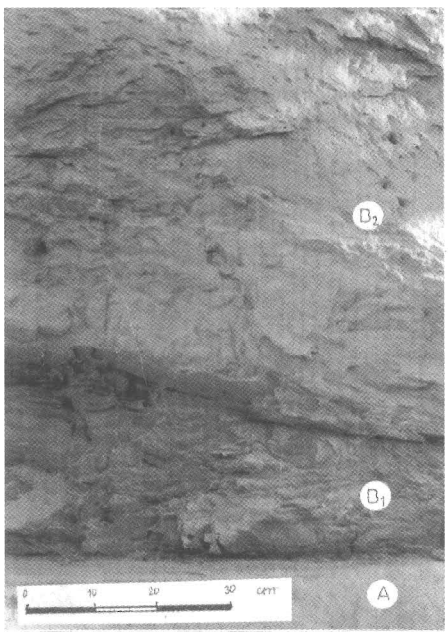


Foto 2. Konvolútna laminácia na 1. stanovišti. Na fotografii je zreteľne viditeľná ostrá báza deformovanej lavice a konvolútne vrásy v polohe B_1. Porovnaj kresleny detail na obr. 4. Lokalita ako foto 1

Photo 2. Convolute lamination at the observation point Nr. 1. The base of the deformed layer is sharp and convolute folds of B_1 are well seen. See hand drawing (a detail) on Fig. 4. Site as Photo 1.

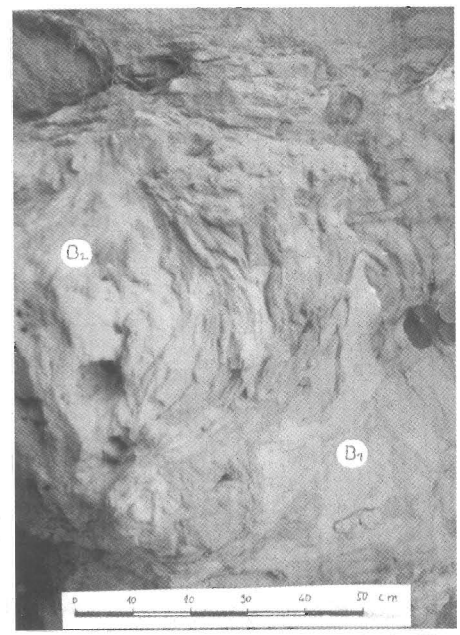


Foto 3. Konvolútna laminácia na 2.stanovišti. Spodná časť lavice s konvolútnou laminá-ciou (B_1) je deformovaná do tvaru diapírovej vrásy s uťatým vrcholom. Porovnaj obr. 5. Lokalita ako foto 1.

Photo 3. Convolute lamination at the observation point Nr. 2. The lower part of the layer with convolute lamination (B_1) is deformed to the form of diapir-like fold with cut off top. See Fig 5. Site as Photo 1.

Prvé stanovište (obr. 4)

Lavica s konvolútnou deformáciou má ostrý styk s podložím (foto 2) a do nadložia prechádza postupne. Podložná lavica (A) má nevýraznú lamináciu a zrnitosťou zodpovedá siltu (siltová frakcia predstavuje až 70,13 %; tab. 1). Nemá nijaké znaky deformácie. Nadložie deformovanej lavice (C) tvorí laminovaný sediment. Hrúbka lamín je maximálne 5 mm. Siltové laminy sú hrubšie ako laminy jemnozrnného piesku a tomu zodpovedá aj priemerná zrnitosť. Dominujúcou frakciou je prach (53,9 %), kým jemnozrnný piesok je zastúpený iba 37,26 % (tab. 1). Lavica s konvolútnou lamináciou (B) sa skladá z dvoch častí. Spodná poloha B_1 je výrazne laminovaná. Hrúbka lamín kolíše od 1 do 5 mm. Hrubšie laminy sú piesčité, tenšie siltové. Priemerná zrnitosť tejto polohy vykazuje prevahu jemnozrného piesku (58,72 %) nad siltom (27,87 %; tab. 1). Štýlom deformácie polohy B_1 je konvolútna laminácia s relatívne malými vrásami (foto 2 - šírka 3 - 5 cm, výška 2,5 - 4 cm, index šírka/výška 1,25 - 1,4. Antiklinály vrás majú uťaté vrcholy. Vrchná poloha B_2 má menej výraznú lamináciu. Prevládajú v nej siltové laminy nad piesčitými a priemerná zrnitosť vykazuje prevahu siltu (59,85 %) nad jemným pieskom (28,66 %; tab. 1). Vrásy sú väčšie - šírka 90 cm, výška 42 cm, index šírka/výška je 2,14 cm. Vrásy sú teda plochejšie ako v polohe B_1.

Vzájomný vzťah medzi polohou B_1 a B_2 je erozívny. Vrcholy antiklinál vrás polohy B_1 sú uťaté. Strop polohy B_2 nemá stopy erózie, ale naopak postupne prechádza do nedeformovaného nadložia. Tieto vzťahy upozorňujú na metadepozičný pôvod konvolútnej laminácie.

Tab. 1

Zrnitostné triedy konvolútne deformovanej lavice laminovaného sedimentu (B) v medokýšnych vrstvách, jej podložia (A) a nadložia (C). Prvé stanovište

Granulometric classes of convolute deformed layer of laminated sediment (B) in Medokýš Mb., its footwall (A) and hanging wall (C). First observation point.

	Piesok (%)		Prach	Íl (%)	
	hrubý 2 - 0,1	jemný 0,1 - 0,05	(%) 0,05 - 0,01	hrubý 0,01 - 0,002	fyzikálny <0,002
1C	1,71	37,26	53,90	2,19	4,94
$1B_2$	1,73	28,66	59,85	6,28	3,48
$1B_1$	0,95	58,72	27,87	8,24	4,22
1A	1,82	17,86	70,13	6,5	10,23
4/3*	0,63	56,37	13,11	19,66	10,23

*Jadro štíhlej vrásy na štvrtom stanovišti

*Core of tight fold on forth observation point

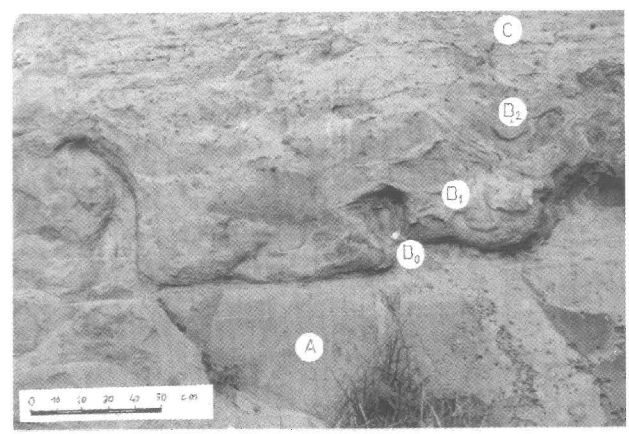
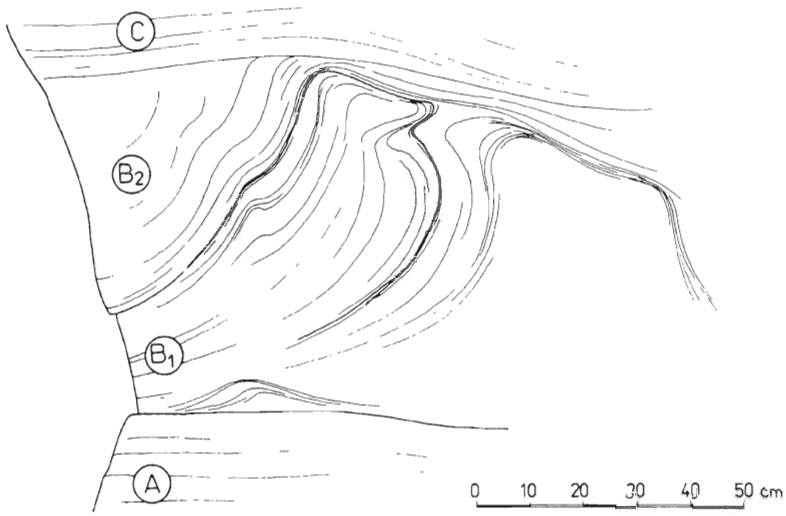


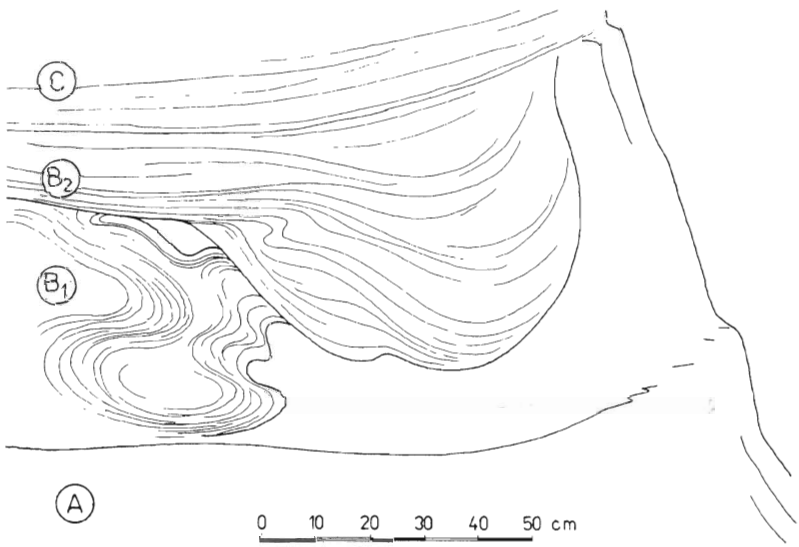
Foto 4. Lavica s konvolútnou lamináciou v medokýšnych vrstvách na 4. stanovišti. Báza deformovanej lavice je ostrá a do nedeformovaného nadložia prechádza postupne. Vľavo štíhla vrása (B_0) zjavne postdepozičného pôvodu. Porovnaj obr. 7. Lokalita ako foto 1.

Photo 4. A bed containing convolute lamination at the observation point Nr. 4. The base of the deformed bed is sharp and top is smooth. At the left side there is a slight and high fold clearly of postdepositional origin. See Fig 7. Site as Photo 1.



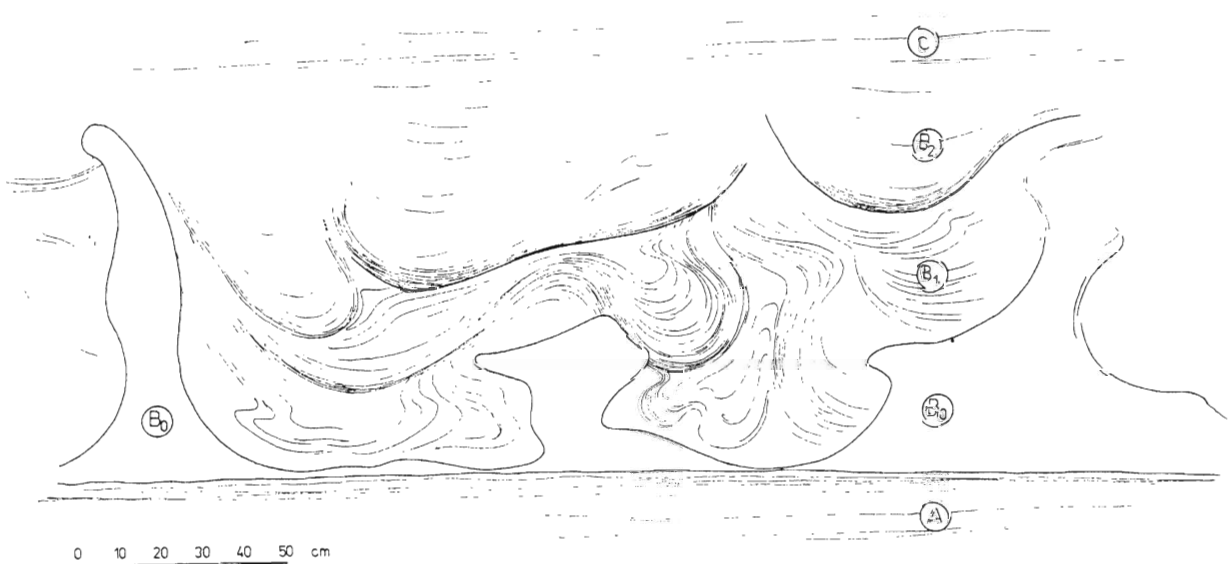
Obr. 5. Druhé stanovište. Bližšie pozri v texte.

Fig. 5. The second observation point (see text for details).



Obr. 6. Tretie stanovište. Bližšie pozri v texte.

Fig. 6. The third observation point (see text for details).



Obr. 7. Štvrté stanovište. Bližšie pozri v texte.

Fig. 7. The forth observation point (see text for details).

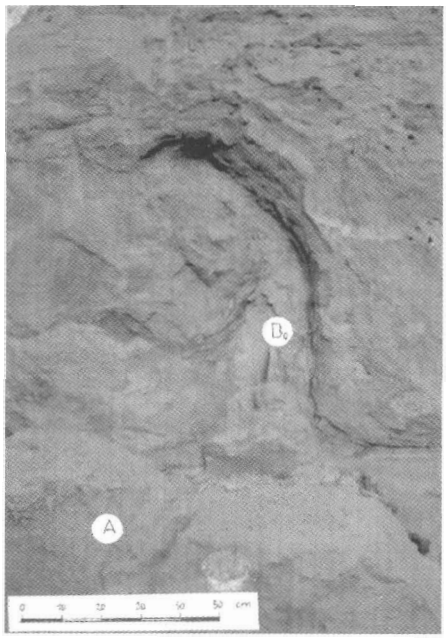


Foto 5. Detail z foto 4. Štíhla vrása preniká takmer celou deformovanou lavicou. Lokalita ako fo-to 1.

Photo 5 Detail from photo 4. The slight fold penetrates almost the whole thickness of the deformed layer Site as Photo 1

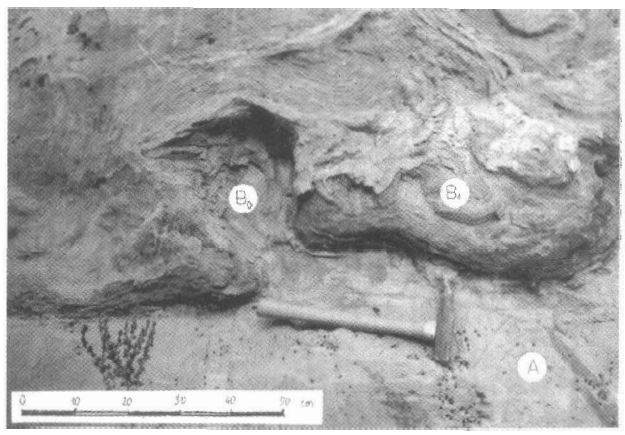


Foto 6. Tri fázy konvolútnej deformácie konvolútne vrásy polohy B_1 sú uťaté polohou B_2, ktorá je tiež konvolútne deformovaná Od bázy nahor vybiehajúca a rozširujúca sa vrása vznikla ako posledná a je zjavne postdepozičná, lebo deformuje polohu B_1 (detail strednej časti foto 4 a obr 7, dĺžka kladiva 35 cm). Lokalita ako foto 1

Photo 6. Three phases of the convolute deformation. the convolute folds of the B_1 are cut off by B_2 which is itself deformed The fold rised from the base of the deformed layer originated as last one and is clearly of postdepositional origin (detail of the middle portion of the Photo 4 and Fig. 7, hammer length 35 cm). Site as Photo 1

Druhé stanovište (obr. 5).

Nápadne sa od predchádzajúceho stanovišťa odlišuje v tom, že poloha B_1 je deformovaná v tvare diapíru s uťatým vrcholom (foto 3). Poloha B_2 sčasti zapĺňa synklinálne priehyby deformácií polohy B_1. Vrásy deformujúce polohu B_2 sú v porovnaní s diapírovou vrásou nižšie a širšie. Vzťah obidvoch polôh naznačuje syndepozičný vznik deformácií. Strop deformovanej lavice je na rozdiel od prvého stanovišťa ostrejší a mierne zvlnený. Sediment v nadloží je výrazne laminovaný s ojedinelým porušením synsedimentárnymi vráskami.

Tretie stanovište (obr. 6).

Poloha B_1 je konvolútne deformovaná do vrás relatívne malej šírky. Najväčšia z nich má zúženú strednú časť synklinály. Poloha B_2 reže antiklinály polohy B_1 a sama je deformovaná do relatívne širokej vrásy, ktorej ľavé krídlo je mierne zvlnené. Vzájomný vzťah obidvoch polôh naznačuje metadepozičný pôvod deformácií.

Štvrté stanovište (obr. 7, foto 4).

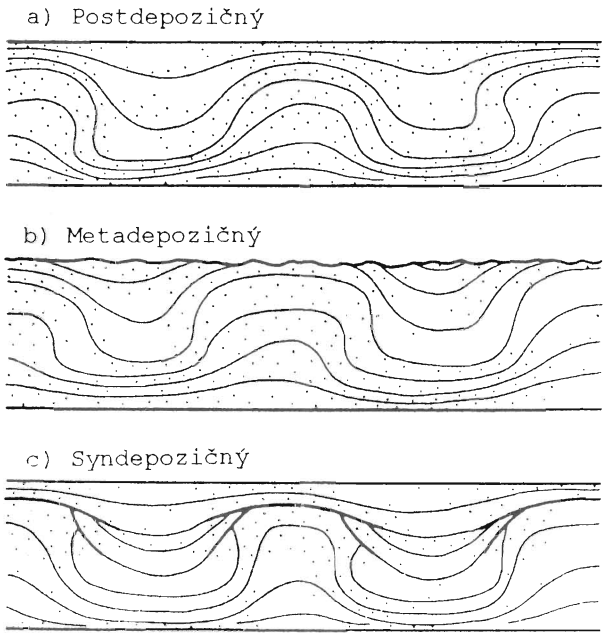
Na rozdiel od predchádzajúcich sú tu zreteľné tri fázy deformácie (foto 5). Konvolútne deformovaná poloha B_1 má antiklinály uťaté polohou B_2, ktorá je tiež konvolútne deformovaná. Tretiu deformáciu spôsobuje štíhla vysoká mierne ohnutá vrása B_0 (obr. 7, foto 4; ľavá časť), ktorej antiklinála vybieha od bázy deformovanej lavice a zasahuje až po jej strop (foto 5). Pretína opísané deformácie a je zjavne postdepozičná. Tvarom pripomína veľkú „flame structure", ale nemá ostrý vrchol alebo je podobná textúre po unikaní vody. Na báze je široká 30 cm, uprostred 17 a vysoká 66 cm. V sedimente v jadre tejto vrásy dominuje jemne piesčitá frakcia (56,37 %) nad prachovou (13,11 %) a relatívne bojne zastúpenou ílovou frakciou (29,89 %, z toho fyzikálny íl predstavuje jednu tretinu - 10,23 %; tab. 1). Takéto zrnitostné zloženie svedčí o zlom triedení intrudujúceho piesčitého materiálu. Na tomto stanovišti sa dali identifikovať ešte dve ďalšie od bázy vybiehajúce vrásy evidentne porušujúce polohu B_1 a B_2. Jedna z nich je však nižšia a má diapírový tvar. Posledná štíhla vrása (na obr. 7 vpravo) je v bazálnej časti širšia ako vrása v ľavej časti obrázka.

Diskusia

Konvolútna laminácia je výrazná deformácia jemnozrnných sedimentov, ktorá vznikla, keď sediment ešte nebol spevnený. Častá je v pozitívne gradovaných sedimentoch turbiditných prúdov (Kuenen, 1953; Dzulynski a Smith, 1963; McBride a Kimberley, 1963; Mutti a Ricci Lucchi, 1972) a v povodňových nečných sedimentoch (McKee et al., 1967; Karez, 1972; Chakrabarti, 1977). Konvolútne deformované sedimenty majú najčastejšie zrnitosť jemnozrnného piesku až silt u.

Rozlišujú sa tri druhy konvolútnej laminácie, a to vo vzťahu medzi časom ukladania sedimentu a časom, keď nastala deformácia. Konvolútna deformácia sedimentu teda môže byť postsedimentárna, metasedimentárna (vzniknutá bezprostredne po usadení sedimentu) alebo synsedimentárna (Allen, 1985; obr. 8).

Konvolútna laminácia v medokýšnych vrstvách má znaky metadepozičnej a syndepozičnej textúry. Vznikala vo viacerých etapách. Najprv sa deformovala spodná poloha B_1 a potom boli konvolútne vrásy rozrezané uťaté. Sedimenty vrchnej deformovanej polohy B_2, ktoré sa deformovali v druhej etape, nie sú deformované harmonicky s deformáciami spodnej polohy. Konvolútne vrásy sú širšie a nie sú vo fáze s vrásami spodnej polohy, ako to predpokladá Allenov model syndepozičnej konvolútnej laminácie. Podľa vzájomného vzťahu vrás možno o syndepozičnom pôvode konvolútnej laminácie uvažovať iba v jednom prípade (druhé stanovište, obr. 5). Výrazne



Obr. 8. Tri genetické typy konvolútnej laminácie. Metadepozičný typ deformácie vznikol bezprostredne po uložení sedimentu (Allen, 1992).

Fig. 8. Three genetic types of convolute lamination. The metadepositional one was generated just after the sedimentation (after Allen 1992).

postdepozičným prvkom v konvolútnej laminácii medokýšnych vrstiev sú štíhle úzke a vysoké vrásy, ktoré pretínajú skôr deformované polohy.

Vztýčené formy vrás konvolútnej laminácie naznačujú, že vznikla pôsobením vztlakových síl v sypkom nespevnenom a zvodnenom sedimente. Vztlakové sily vyvolávajú deformácie sedimentu podobné deformáciám fluid. Zmena stavu čiže stekutenie sedimentu nastáva vo viacvrstvovom sedimente zloženom zo striedajúcich sa vrstiev s nerovnakou objemovou hmotnosťou a s rozličným obsahom vody. Ťažšie vrstvy (spravidla piesčité) majú tendenciu vtláčať sa do ľahších (ílovitých) vrstiev, a to od momentu, keď je ich vnútorné napätie prekonané. Konečným efektom je vzájomná intrúzia vrstiev (Anketell et al., 1970; Allen, 1985).

Aktivizácia vztlakových síl býva v prírode výsledkom likvefakcie. Likvefakciu sypkých sedimentov saturovaných vodou vyvoláva sila, tlak alebo otras, ktoré narúšajú štruktúru klastického sedimentu. Zrná pôvodne sa podopierajúce vo vzájomnom kontakte začnú sa jednotlivo alebo v skupinách od seba vzďaľovať, až stratia akúkoľvek vzájomnú oporu a kontakt s pevnejším podložím.

Likvefakcia v prírode vzniká ako následok síl a tlakov vyvolaných (Allen, 1992):

a) otrasmi vyvolanými tsunami alebo veľkými zosuvmi, ktoré rozochvievajú vrstvu podstielajúcu zvodnené sypké sedimenty (impulzívne sily),

b) striedaním jednosmerného tlaku a extenzie pri prechode veľkého turbulentného prúdu,

c) otrasmi generovanými zemetraseniami,

d) otrasmi dna panvy (jazera, plytkého mora) vyvolanými búrkovým vlnením (sily a tlaky vyvolané zemetrasením a búrkovým vlnením majú charakter cyklických stresov).

Je otázka, ktorá z uvedených možností generovať konvolútne zvrstvenie bola príčinou vzniku likvefakcie v medokýšnych vrstvách.

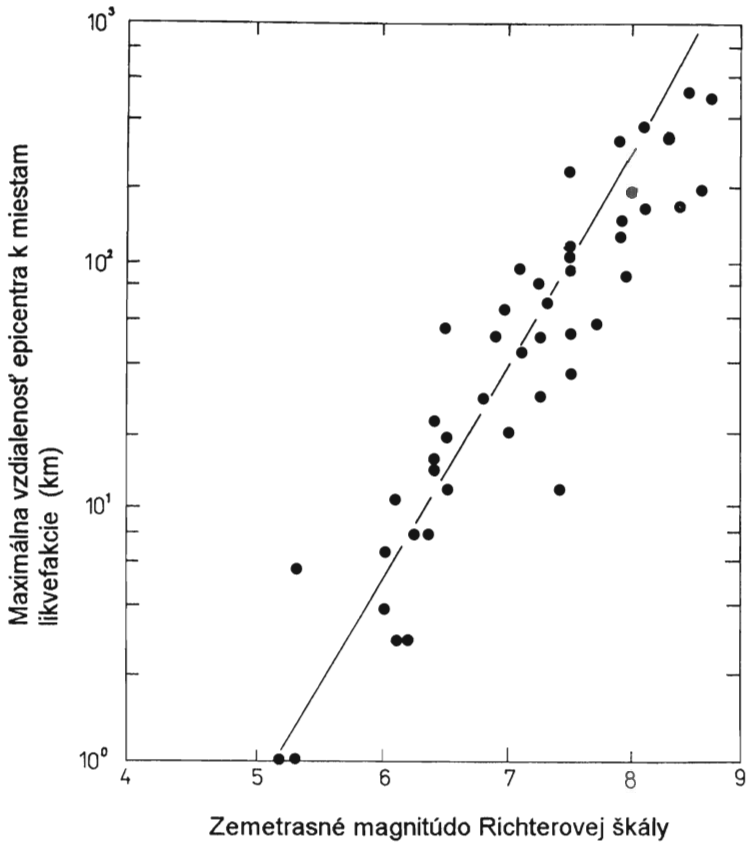
Tsunami ako následok zemetrasenia nemožno vo všeobecnosti vylúčiť (pozri ďalej), ale hľadať impulz likvefakcie v zosuvoch je v prípade medokýšnych vrstiev nepravdepodobné. Medokýšne vrstvy síce vznikali blízko pobrežia v chránenom zálive, ale zo súboru paleogeografických pozorovaní vychodí, že v karpate, a najmä v čase vzniku medokýšnych vrstiev bolo pobrežie mora v Ipeľskej kotline málo členené a ploché (Vass et al., 1979). Okrem iného na to poukazuje aj litologický vývoj medokýšnych vrstiev, kde chýbajú fácie hrubšie ako jemnozrnný piesok, o fáciách indikujúcich zosuvy, ako sú „pebbly mudstone" a iné ani nehovoriac.

Spomedzi aktivačných činiteľov likvefakcie možno s určitosťou vylúčiť prechod veľkých turbulentných prúdov, lebo medokýšnym vrstvám chýbajú všetky typické sedimentárne textúry turbiditov.

Z ďalších dvoch príčin likvefakcie medokýšnych vrstiev nemožno úplne vylúčiť zemetrasenie. Záchvevy zemskej kôry pri zemetraseniach predstavujú cyklický stres a pokladajú sa za najpravdepodobnejší mechanizmus vyvolávajúci likvefakciu sypkých vodou saturovaných sedimentov. Deformácia nespevnených sedimentov v recentných a geologicky mladých sedimentoch sa geneticky spája so zemetraseniami (Sims, 1975; Hempton a Dewey, 1983).

Sedimentáciu medokýšnych vrstiev nesprevádzal vulkanizmus, ktorý najskôr môže vyvolávať lokálne a slabé zemetrasenia, ale nedajú sa vylúčiť súveké vzdialené silné zemetrasenia ako následok pokračujúcej subdukcie v čele Karpát. Zemetrasenia v sile väčšej ako 6. stupeň Richterovej stupnice vytvárajú podmienky na likvefakciu až do vzdialenosti 100 a viac km od epicentra (Kuribayashi a Tatsuoka, 1975; Youd, 1977; obr. 9).

Azda najpravdepodobnejšou príčinou likvefakcie medokýšnych vrstiev je likvefakcia následkom búrkového vlnenia. Búrkové vlnenie, ako sme už uviedli, treba považovať za príčinu mechanického zmiešania sa morskej a brakickej fauny medokýšnych vrstiev v polooddelenom zálive na okraji mora (Vass in Vass et al., 1979). Silné vlnenie vyvoláva cyklicky stres na dno zálivov alebo iného plytkomorského prostredia. Pri postupe vĺn po hladine miesta maximálneho a minimálneho tlaku na dno sú vo fáze s profilom vĺn na hladine. Keďže je rozdiel v tlaku na dno pod chrbtom a pod korytom vlny, sediment na dne je vystavený striedavému stresu usmernenému od miesta pod chrbtom do miesta pod korytom vlny. Ale keďže povrchové vlnenie je progresívne v postupe na pevninu alebo pozdĺž pobrežia, v pohybe sú aj maximá a minimá tlaku na dno. Dno je tak vystavené tlaku, ktorý je premenlivý v tomže čase konkordantný s vlnami, kým sediment je vystavený reverznému strihovému stresu meniacemu sa v tomže čase, ale s fázovým posunom (Allen, 1985).



Obr. 9. Dosah likvefakčného účinku zemetrasenia ako funkcia magnitúda zemetrasenia vyjadreného v Richterovej stupnici (podľa Kuribayasho a Tatsuoku, 1975; Youd, 1977; fide Allen, 1985).

Fig. 9. Liquefaction distance as a function of earthquake magnitude (of Richter scale). Allen (1985) after Kuribayashi and Tatsuoka (1975) and Youd (1977).

Tlak na dno pri vlnení narastá lineárne s výškou vlny (Henkel, 1970; Allen, l. c.). Preto likvefakcia vyvolaná cyklickými stresmi vlnenia najpravdepodobnejšie vzniká pri búrkach, keď rastie výška vĺn. Na druhej strane tlak na dno klesá s rastúcou hĺbkou, a preto likvefakciu možno iniciovať iba pri dnových sedimentoch v relatívne plytkom prostredí (Allen, 1992).

Likvefakciu sypkých vodou saturovaných sedimentov zvyšuje veľkosť magnitúda síl, ktoré pôsobia na sediment, časté opakovanie šokov, voľné uloženie zŕn v sedimentoch (open packing), zmätosť zodpovedajúca jemnozrnnému piesku a plytké pochovanie (resp. nepochovanie?) likvefikovaného sedimentu (Youd a Hoose, 1977).

Zdá sa, že medokýšne vrstvy uvedené predpoklady likvefakcie spĺňali. Na ich príklade možno rozšíriť paletu sedimentov náchylných na deformovanie v nespevnenom stave vedúcich k vzniku konvolútnej laminácie (pozitívne gradačne zvrstvené sedimenty turbiditných prúdov a povodňové riečne sedimenty) o laminované sedimenty vzniknuté v polooddelených plytkých morských zálivoch sedimentáciou zo suspenzie a vystavených občasnému pôsobeniu búrkového vlnenia, ktoré bolo spúšťacím mechanizmom likvefakcie nespevneného sedimentu.

Záver

Konvolútna laminácia v medokýšnych vrstvách pozorovaná na ich stratotypovej lokalite pri Malom Krtíši vznikla počas sedimentácie a krátko po nej pôsobením vztlakových síl a pri likvefakcii nespevneného vodou saturovaného jemnozrnného sedimentu. Likvefakciu najpravdepodobnejšie vyvolalo búrkové vlnenie, ktoré bolo zodpovedné aj za mechanické zmiešanie sa dvoch kontrastných zložiek bioasociácie endemických brakických mäkkýšov a mechanicky triedených poškodených schránok morských foraminifer. Popri pozitívne gradovaných turbiditných a povodňových riečnych sedimentoch treba medzi sedimenty náchylné na vznik konvolútnej laminácie zaradiť aj laminované sedimenty polooddelených plytkých zálivov, ktoré vznikli sedimentáciou zo suspenzie a boli vystavené občasnému búrkovému vlneniu.

Literatúra

Allen, J. R. L., 1985: Principles of physical sedimentology. *Chapman & Hall, (London), 1 - 272.*

Vass, D. et al., 1979: Geologická stavba Ipeľskej kotliny a Krupinskej planiny. *GÚDŠ, Bratislava, 1 - 277.*

Anketell, J. M., Cegla, I. & Dzulynski, S., 1970: On the deformation structures in systems with reversed density gradients. *Roczn. Pol. Tow. Geol., 40, 3 - 30.*

Chakrabarti, A., 1977: Upward flow and convolute lamination. *Senckenbergiana Maritima, 9, 285305.*

Čechovič, V., 1948: Nález oncophorových vrstiev v panónskej panve. *Práce SGÚ, Zošit 17, Bratislava, 73 - 86.*

Dzulynski, S. & Smith, A. J., 1963: Convolute lamination, its origin, preservation and directional significance. *J. Sed. Petrol., 33, 616 - 627.*

Heckel, P. H., 1972: Recognition of ancient shallow marine environments. *Soc. Econ. Paleont. Mineral. Special Publ., 16, 226 - 286.*

Hempton, M.R. & Dewey, J.F., 1983: Earthquake-induced deformational structures in young lacustrine sediments, East Anatolian Fault, southeast Turkey. *Tectonophysics, 98, T7-14.*

Henkel, D. J., 1970: The role of waves in causing submarine landslides. *Geotechnique, 20, 75 - 80.*

Holcová, K., 1996: Determination of transport of foraminiferal tests in the fossil record (Southern Slovakia Basin, Middle Miocene). *M. Jb. Paläont. Mh. H. 4, Stuttgart, 193 - 217.*

Kantorová, V., Ondrejičková, A. & Vass, D., 1968: A new view of the origin and the age of the Rzehakia (Oncophora) beds in Southern Slovakia. *Giornale di Geologia, 2, 35, 3, Bologna, 407 - 415.*

Karcz, I., 1972: Sedimentary structures formed by flash floods in southern Israel. *Sed. Geol., 7, 161- 182.*

Kuenen, P. H., 1953: Graded bedding with observations on the Lower Palaeozoic rocks of Britain. *Verh. K. Akad. Wet. (I), 20 (3), 47.*

Kuribayashi, E. & Tatsuoka, F., 1975: Brief review of liquefaction during earthquakes in Japan. *Soils Foundns 15, 4, 81 - 92.*

McBride, E. F. & Kimberley, J. E., 1963: Sedimentology of Smithwick Shale (Pennsylvanian), eastern Llano region, Texas. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 47, 1840 - 1854.*

McKee, E. D., Crosby, E. J. & Berryhill, H. L., 1967: Flood deposits, Bijou Creek, Colorado, June 1965. *J. Sed. Petrol., 37, 829 - 851.*

Mutti, E. & Ricci Lucchi, F., 1973: Le torbiditi dell Appennino settentrionale: introduzione all analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. Ital., 11, 161 - 199.*

Papp, A., Rögl, F., Seneš, J. (Eds.), 1973: Chronostratigraphie und Neostratotypen, 3, Ottnangien. *Vydav. Slov. Akad. Vied, Bratislava, 1 - 841.*

Sims, J. D., 1975: Determining earthquake recurrence interval from deformational structures in young lacustrine sediments. *Tectonophysics, 29, 141 - 152.*

Vass, D., 1995a: The origin and dissapearance of Hungarian Paleogene Basin and short - term Lower Miocene basins in Northern Hungary and Southern Slovakia. *Slovak Geol. Mag., 2, Bratislava, 81 - 95.*

Vass, D., 1995b: Odraz globálnych zmien morskej hladiny na severnom okraji maďarského paleogénu vo fiľakovskej a novohradskej panve. *Mineralia Slov., 27, 193 - 206.*

Vass, D., Elečko, M., Fejdiová, O., Fordinál, K., Holcová, K., Hojstričová, V., Milička, J., Pereszlényi, M., Žáková, E., & Zlinská, A., 1995: Spodnomiocénne sedimenty na svahoch šahanskej elevácie a v pochovanej veľkolomskej depresii. *Manuskript - archív GS SR, Bratislava, 1 - 31.*

Vass, D., Elečko, M., Fordinál, K., Halásová, E. & Zlinská, A., 1997: Spodnomiocénne sedimenty na svahoch šahanskej elevácie a v pochovanej veľkolomskej depresii II. *Manuskript - archív GS SR. Bratislava, 1 - 25.*

Youd, T. L., 1977: Discussion of Brief review of liquefaction during earthquekes in Japan by E. Kuribayashi and F.Tatsuoka. *Soils Foundns 17(1), 82 - 85.*

Youd, T. L. & Hoose, S. M., 1976: Liquefaction susceptibility and geologic setting. *Proc. 6th World Conf. Earthquake Engng. Vol. 6, 37 - 42.*

Convolute lamination in Medokýš Member of Ipeľská kotlina Depression (S Slovakia)

The Medokýš Mb. of Modrý Kameň Formation, Karpatian in age (late Early Miocene) is of marine origin. It was generated in the Novohrad/Nógrad Basin (Vass, 1995a). The Modrý Kameň Fm. corresponds to the 3rd order cycle of the global sea level changes Teches B2.2 (17,5 - 16,5 Ma B.P.; Vass, 1995b; Fig. 1).

The Medokýš Mb. originated on the coast of the sea transgressing generally from the south (in the present time coordinates). The sedimentary environment was peculiar. It was a partially separated bay with drop in salinity. The autochthonous fauna living in such a bay was an endemic less diversified assemblage of Rzehakia - Siliqua - Cardium. The allochthonous admixture of fauna assemblage - small, mechanically sorted foraminiferal tests were transported in suspension from the open sea to the bay. The transport and sorting was caused by storm waves (Holcová, 1996). Sedimentary structures of Medokýš Mb. support the idea of a storm - dominated coast. Where the bay was deeper as lower level of storm waves, the laminated sediment has been deposited from the water - silt-fine sand suspension generated by storm. Where the bay was shallow, sedimentary structures generated directly by storm (as hummocky cross-stratification, biodetritic sand layers, irregular stratification, ripple marks) as well as the structures generated in the upper flow regime (current lineation associated with the parting lineation, patchy lamination a.o.) originated. The distribution of the different sedimentary structures is shown on Fig. 2. Taking in the consideration the peculiarities of the Medokýš Mb. origin it is not surprising to find deformational structure of convolute lamination in its deposits.

Description of the convolute lamination

The convolute lamination was found at the Medokýš Mb. stratotype locality (Fig. 3). There is a sand pit where the laminated sediment outcrops. The silt and fine sand laminae are 1,5 - 5,0 mm thick. The transitions from silt to sand are gradational. The bed deformed by convolute lamination is 55 - 82 cm thick with a sharp base and a gradational top (Photo 1). Granulometry of the beds beneath (A) and above(C) the deformed bed (B) is shown in Tab. 1.

At the observation point 1 (Fig. 4) the deformed bed is subdivided into two parts. The lower part (B_1) displays the convolute lamination with relatively small folds (Photo 2) with cut off anticlinales.The upper part (B_2) is deformed by larger folds, anticlinales are not cut off.

At the observation point 2 (Fig. 5, Photo 3) the part B_1 is deformed like a diapir with the cut off top. Sediment of the part B_2 partly fills the synclinales of the B_1 part.

At the observation point 3 (Fig. 6) the part B_1 is deformed in relatively narrow folds which are cut off by B_2 itself deformed in a relatively broad fold. The relationship betwenn the both parts (B_1 and B_2), suggests a metadepositional origin of deformation.

At the observation point 4 (Fig. 7, Photo 4) there is clearly possible to distinguish three phases of the deformation (Photo 6). The deformed part B_1 is cut off by B_2 itself deformed by convolution. Both deformations are cut by a tight, relatively high fold clearly of the postdepositional origin (Photo 5). The sediment in the core of the slight fold is less sorted (Tab. 1).

Discussion

Convolute lamination is a type of the soft sediment deformations. Three types of the convolute lamination are known: postdepositional, metadepositional (generated just after the sedimentation) and syndepositional (Allen, 1985; Fig. 8). The type of convolute lamination in Medokýš Mb. is metadepositional (Fig. 4, 6) and syndepositional (Fig. 5).

An conspicuous postdepositional features are tight narrow folds cutting the previously deformed beds.

The generally upright nature of the convolute deformation folds suggests the origin of convolute deformations under the influence of bouyancy forces. These forces cause the deformation of sediments which behave like a fluid. The change of a state or fluidization of the sediments occurs in vertically stacked, water saturated beds with alternating high and low bulk density and different water content. The heavy layers (usually sands) tend to collapse down into lighter (mud) when their strenght has been destroyed. The final effect are the intrusions of the one bed into other (Allen, 1985; Anketell et al., 1970).

Generation of the bouyancy forces in the nature usually results from the liquefaction as a consequence of loading. There are several reasons of the liquefaction in the nature. As the most probable forces for the liquefaction of the sand - silt laminated sediments of the Medokýš Mb. are the earthquake shocks and the shaking of a sedimentary basin bottom due to the passage of storm waves overheads.

The local earthquakes caused by volcanic activity during the Medokýš Mb. sedimentation are less probable because there are not any traces of synvolcanic activity in the member. But distant strong earthquakes due to active subduction in the front of Carpathians may have influenced the Medokýš Mb. sedimentary basin. The earthquakes strong 6 degree of the Richter scale can cause the liquefaction of the water saturated sediments within the 100 km distance (Kuribayashi and Tatsuoka, 1975; Youd, 1977; Fig. 9).

Because, as mentioned above, Medokýš Mb. deposits have been deposited on the storm-dominated sea coast the liquefaction was most probably caused by storm waves passing above the liquified deposit. The places of maximum and minimum bottom pressure are in phase with profile of the surface waves. Because of the contrast in the bottom pressure between the wave crest and trough the sediment will experience a shear stress directed from beneath the crest towards the trough. But as the surface waves are progressive the possition of the maxima and minima of the pressure on the bottom must also be moving. The bottom at each place is therefore subject to a pressure force which varies in the same period as waves, while the sediment is subject to a reversing shear stress varying in the period but with a phase lag (Allen, 1985).

Liquefaction in water - saturated loose sediments is favoured by (Youd and Hoose, 1977): a high magnitude for the disturbing force, a high frequency of repetition of the force, a low particle concentration (open packing), a grain size fraction of fine sand, shallow (or any?) burial. The Medokýš Mb fulfils the favourising pressumptions to be liquefied. It seams that the list of sediments, apt to the convolute lamination as a type of soft sediment deformation as convolute lamination can be extended for a laminated sand - silt sediments deposited by the suspension in shallow, partially closed bays or lagoons on storm-dominated coast.

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 401 - 406

Hlavinské vrstvy - okrajové vrchnopanónske sedimenty rišňovskej priehlbiny

KLEMENT FORDINÁL a ALEXANDER NAGY

Geologická služba Slovenskej republiky, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Doručené 27. 6. 1997, revidovaná verzia doručená 1. 8. 1997)

Hlavina member - marginal Upper Pannonian sediments of the Rišňovce depression

Present paper deals with definition of the new Upper Pannonian lithostratigrac unit - Hlavina Member. The stratigraphic superposition of the Hlavina Member is given in stratotype lokality (borehole PID-1, near the village Orešany) and parastratotype locality (Čeľadince village). The sediments of the Hlavina Member (freshwater limestones, lacustrine chalk, clay) contain rich molluscan and ostracodes assembleges.

Key words: Danube basin, Rišňovce depression, Pannonian Hlavina Member - new lithostratigrafic unit

Úvod

Horniny sedimentárnej výplne neogénneho veku rišňovskej priehlbiny (severná časť podunajskej panvy; Vass et al., 1988) vystupujú na povrch iba pri východnom okraji pohoria Považský Inovec a na západných svahoch pohoria Tríbeč. Ich litologická náplň je veľmi premenlivá vo vertikálnom aj v horizontálnom smere. Na tektonické línie sa viažu prevažne karbonátové sedimenty, travertín, sladkovodný vápenec a jazerná kriedа. V centrálnych častiach priehlbiny prevažuje íl s polohami piesku, štrku a zriedka aj lignitu (Brestenská, 1958, 1962; Brestenská a Priechodská, 1969; Fordinál, 1994; Fordinál a Nagy, 1996; Fordinál et al., 1996).

Najstaršia zmienka o výskyte sladkovodného vápenca v študovanej oblasti pochádza z druhej polovice minulého storočia (Winkler, 1865). Uvedené sedimenty uvádza Winkler (l. c.) z okolia obce Sádok, Kovarce (Kovarz), Bošany (Bossany), Brodzany (Brogyán), Krásno (Széplak) a Nedanovce (Nedanócz).

Ďalšia informácia o sladkovodnom vápenci je od Schafarzika (1900). Ide o výskyt pri Sádku a medzi Kovarcami a Čeľadincami. Zo Sádku spomína nález zuba *Hipparion gracile* Kaup.

Ivan (1943) súborne spracoval výskyty travertínu na Slovensku a popri iných uvádza aj výskyt pri Čeľadinciach a v Sádku. Predpokladá, že sladkovodný vápenec vznikol počas kvartéru.

Neogénne sedimenty východného okraja Považského Inovca geologicky zmapovala Brestenská (1958, 1962). V sladkovodnom vápenci a v pelitických sedimentoch v jeho okolí našla zvyšky sladkovodných a suchozemských mäkkýšov (Brestenská, 1958). Z bivalvií uvádza iba ojedinele sa vyskytujúcich zástupcov čeľade *Sphaeridae*. Z gastropód identifikovala zástupcov čeľade *Planorbidae*, *Valvatidae*, *Hydrobiidae*, *Helicidae*, *Elobiidae* (*Carychium minimum* Müller), ojedinelé viečka rodu *Bithynia* a zaznamenala výskyt ostrakód *Ilyocypris gibba* (Ramd.), *Candona stagnalis* Sars, *Candona sp.* II Pokorný, *Candona sp.* III Pokorný a oogónia characeí.

Západný okraj pohoria Tríbeč geologicky zmapovala a paleontologicky spracovala Brestenská a Priechodská (1969). Okrajové neogénne sedimenty zaradili do pontu. Najnovšie poznatky z tejto oblasti terénnym výskumom získal Nagy a Fordinál (in Ivanička et al., 1994 , 1995).

Vymedzenie hlavinských vrstiev

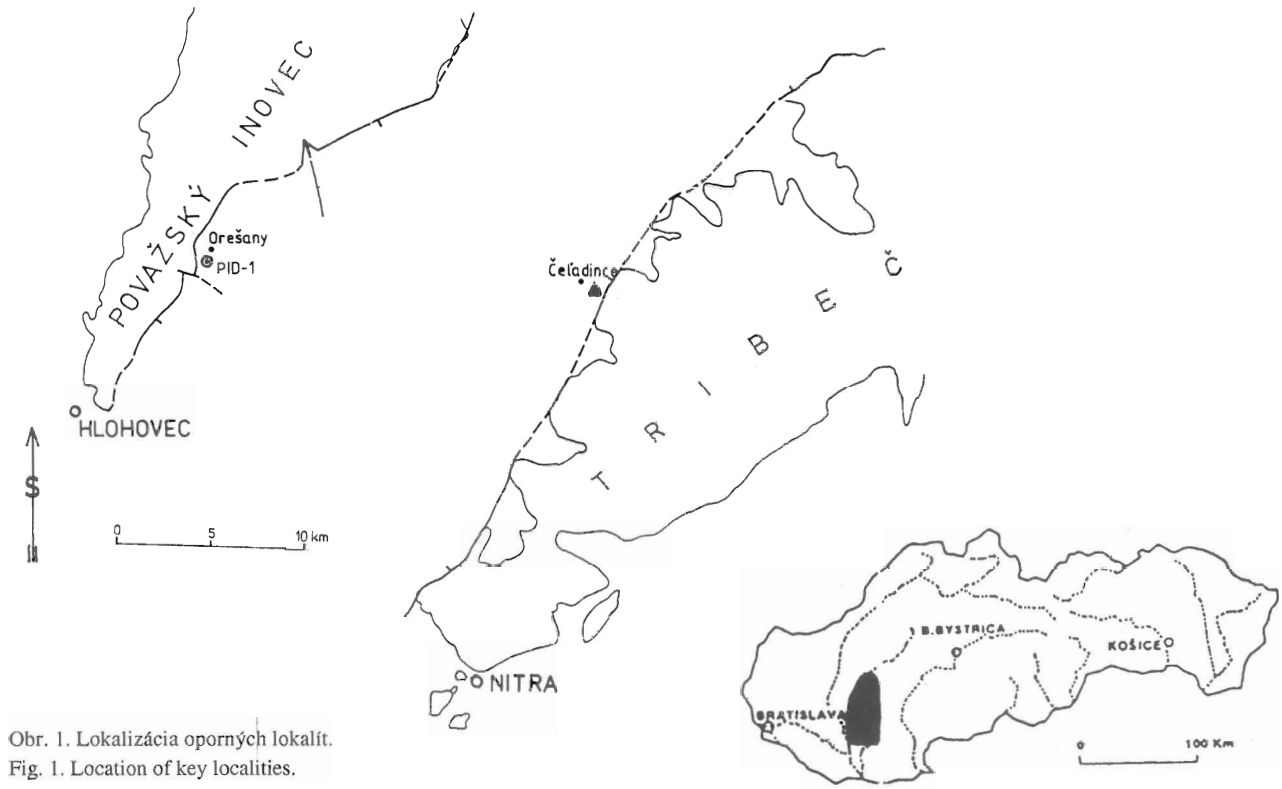
Sedimenty vrchného panónu (v zmysle Rögla et al., 1993) s bohatou a dobre zachovanou faunou prevŕtal pri východnom okraji Považského Inovca neďaleko Orešian, vrt PID-1 (obr. 1). V sladkovodnom vápenci a íle podunajskej panvy sa dovtedy nenašla taká stratigraficky významná fauna, ktorá by umožnila tieto sedimenty presne zaradiť. Z vrtu PID-1 sa získala fauna poukazujúca na ich príslušnosť do zóny H panónu* (Fordinál, 1994).

Biostratigraficky po prvýkrát dobre datovaný vrstvový sled vo vrte PID-1, dosahujúci hrúbku cca 60 m, sme použili ako stratotyp novej litostratigrafickej jednotky pre vrchnopanónske okrajové sedimenty podunajskej panvy - hlavinské vrstvy (obr. 2). Táto jednotka bola pomenovaná podľa názvu miestnej časti nachádzajúcej sa JV od vrtu PID-1 a na J od Orešian.

Podložie hlavinských vrstiev v stratotypovom vrte tvoria tmavé mezozoické karbonáty triasového veku.

Hlavinské vrstvy sú tvorené bielymi málo spevnenými sedimentmi typu jazernej kriedy, v ktorých je 15 cm hrubá poloha krémovo sfarbeného kompaktného sladkovodného vápenca a úlomky travertínu. Nad nimi leží vrstva zeleného ílu, vo vrchnej časti vrstvového sledu hrdzavošedkvrnitého s polohami piesku a s tenkými vložkami lignitu dosahujúcich hrúbku cca 5 cm. V nadloží je už iba hlina kvartérneho veku.

Jadro vrtu PID-1 je uložené na Obecnom úrade v Orešanoch a spracované fosílie u K. Fordinála.



Obr. 1. Lokalizácia oporných lokalít.
Fig. 1. Location of key localities.

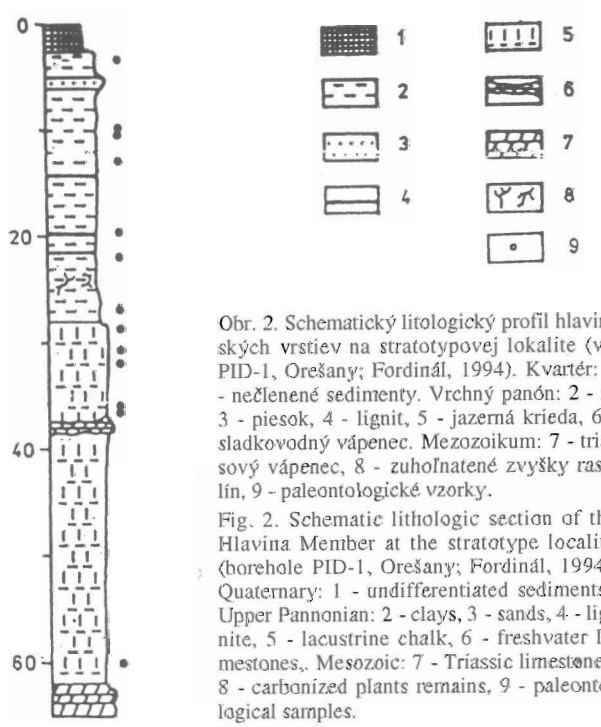
V prevŕtaných hlavinských vrstvách sa našla bohatá fauna mäkkýšov (gastropód a bivalvií), ktorú možno rozdeliť na dve skupiny. Jednu tvoria suchozemské gastropóda, predstavujúce alochtónnu zložku spoločenstiev, a druhú autochtónne spoločenstvá sladkovodných gastropód a bivalvií. Ďalej boli zistené ostrakóda, gyronity chár, otolity rýb a klepietka sladkovodných krabov.

V spoločenstvách gastropód sa zistili biostratigraficky významné druhy (Fordinál, 1994, 1996). Zo suchozemských gastropód to bol druh *Acicula* (Acme) *edlaueri* Schlickum, *Fortuna clairi* Schlickum-Strauch, *Tropidomphalus* (*Mesodontopsis*) *doderleini* (Brusina), *Klikia* (*Apula*) *goniostoma* (Sandberger) a zo sladkovodných *Planorbis confusus* (Soos), *Anisus krambergeri* (Halavats), Gyraulus subptychophorus (Halavats), *Planorbis cryptoornatus* Sauerzopf, *Segmentina loczyi* (Lörenthey).

V spoločenstvách ostrakód dominoval druh *Candona* (*Typhlocypris*) *roaixensis* Carbonell, v menšom množstve sa vyskytovali *Candona* (*Lineocypris*) *mollasica invaginata* Carbonell, *C.* (*Fabaeformiscandona*) *cf. lineata* Krstic a zriedka *Candona* (*Pseudocandona*) *marchica* Hartwig, *C. cf. balatonica affinis* Zalányi, *Cypria tocorjesciu* Hanganu a *Cyclocypris sp.*

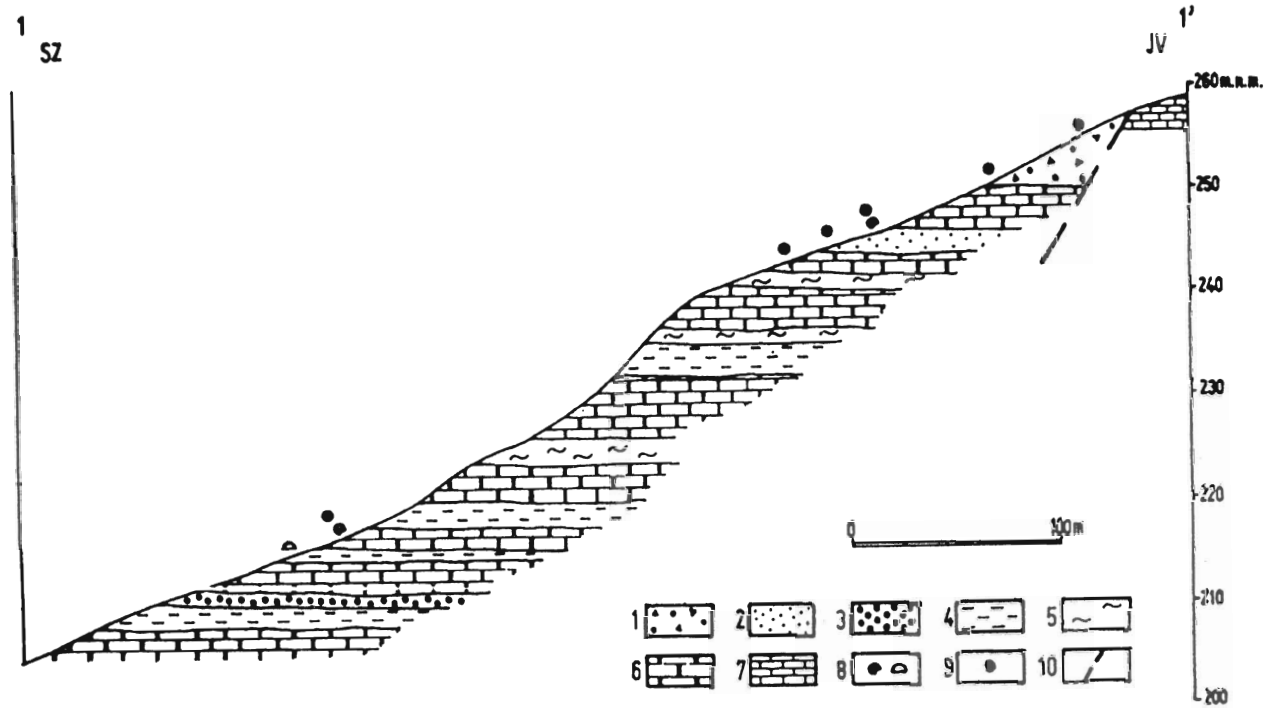
Z otolitov bol určený druh *Palaeoesox cf. praekrameri* (Weinfurter). V sedimentoch sa našli klepietka sladkovodných krabov *Potamon* (*Pontipotamon*) *ibericum* Biberstein.

Vrchnopanónske okrajové sedimenty hlavinských vrstiev sú okrem stratotypového profilu vrtu dobre odkryté aj na západnom okraji Tríbeča pri Čeľadinciach (obr. 1). V zárezе poľnej cesty v dĺžke cca 500 m vystupuje na povrch biely a krémový sladkovodný vápenec tvoriaci 2 až 6 m hrubé subhorizontálne uložené polohy (Fordinál et al., 1996). Podľa petrografického rozboru ide o pelmikrity s ojedinelými zrnkami kremeňa veľkými do 2,25 mm. Medzi polohami vápenca sú až 3-metrové vrstvy zelenosivého ílu, najmä v spodnej časti profilu. V spodnej časti



Obr. 2. Schematický litologický profil hlavinských vrstiev na stratotypovej lokalite (vrt PID-1, Orešany; Fordinál, 1994). Kvartér: 1 - nečlenené sedimenty. Vrchný panón: 2 - íl, 3 - piesok, 4 - lignit, 5 - jazerná krieda, 6 - sladkovodný vápenec. Mezozoikum: 7 - triasový vápenec, 8 - zuhoľnatené zvyšky rastlín, 9 - paleontologické vzorky.

Fig. 2. Schematic lithologic section of the Hlavina Member at the stratotype locality (borehole PID-1, Orešany; Fordinál, 1994). Quaternary: 1 - undifferentiated sediments,. Upper Pannonian: 2 - clays, 3 - sands, 4 - lignite, 5 - lacustrine chalk, 6 - freshvater limestones,. Mesozoic: 7 - Triassic limestones, 8 - carbonized plants remains, 9 - paleontological samples.



Obr. 3. Schematický litologický profil vrchnopanónskych hlavinských vrstiev pri Čeľadinciach (Fordinál et al., 1996). Vrchný panón: 1 - sladkovodný vápenec s klastickou prímesou a s „utopenými" obliakmi predterciérneho podložia, 2 - strednozrnný až hrubozrnný pieskovec až piesok, 3 - štrk, 4 - zelenosivý íl, 5 - biele vápnité sedimenty typu jazernej kriedy, 6 - sladkovodný vápenec. Mezozoikum: 7 - ?aniský vápenec, 8 - výskyty fauny: gastropóda, ostrakóda, 9 - miesta odberu vzoriek na petrografické štúdium, 10 - predpokladaný zlom.

Fig. 3.Schematic lithologic section of Upper Pannonian Hlavina Member near the Čeľadince (Fordinál et al., 1996). Upper Pannonian: 1 - freshwater limestones with clastic grains and "floating" pebbles of the pre-Tertiary basement, 2 - coarse to middle grained sandstones and sands, 3 - gravels, 4 - green-grayisch clays, 5 - white calcareous sediments of lacustrine chalk type, 6 - freshwater limestones, Mesozoic: 7 - ?Anisian limestones, 8 - occurrences of gastropods and ostracodes, 9 - petrologic samples, 10 - supposed fault.

je 1,5 m hrubá vrstva drobnozrnného kremenného štrku s obliakmi s priemerom do 2 cm. V strednej časti profilu sú polohy nespevnených, resp. slabo spevnených vápnitých sedimentov typu jazernej kriedy. Vo vyšších častiach profilu vystupuje na povrch travertín s dobre viditeľnými prírastkovými vrstvičkami. Nad ním je asi 2,5 m hrubá poloha hrubozrnného až strednozrnného vápnitého pieskovca. Obsahuje prevažne kremeň a ako prímes K živce, plagioklasy, mikroklíny a úlomky jemnozrnných metamorfovaných hornín. Tmel je karbonátový, mikritový.

Na styku s karbonátmi triasového veku sa nachádzajú biele a do hrdzava sfarbené vápnité sedimenty, v ktorých sú „utopené" dobre opracované obliaky kremeňa a triasových karbonátov s priemerom až do 3 cm. Ide o biomikritový vápenec s klastickou prímesou, resp. až piesčitý vápenec sladkovodného pôvodu. Obsahuje úlomky glaukonitizovanej sľudy, zirkóny, K živce a zhluky oxidov Fe (obr. 3).

V sladkovodnom vápenci sa zistili suchozemské a sladkovodné gastropóda zachované vo forme jadier. Zo stratigrafického hľadiska je významná prítomnosť nasledujúcich druhov:

suchozemské gastropóda: *Fortuna clairi* Schlickum-Strauch a *Tropidomphalus* (*Mesodontopsis*) *doderleini* (Brusina);

sladkovodné gastropóda: *Bathyomphalus moedlingensis* Sauerzopf, *Planorbis confusus* Soos.

Zo zelenosivého ílu boli určené koreňové konkrécie, viečka gastropód rodu *Bithynia* a z ostrakód *Candona* (*Typhlocypris*) *roaixensis* Carbonell, *C.* (*Pontoniella*) *loczyi* (Zalanyi) a *Candona sp.*

Hrúbka nepravidelného telesa opísaných sedimentov, predstavujúceho denudačný zvyšok viažuci sa na zlomové pásmo, dosahuje cca 55 m. Ale nejde o celkovú hrúbku sedimentov, pretože v študovanom odkryve nevystupujú na povrch podložné horniny.

Vzťah hlavinských vrstiev k vyčleneným litostratigrafickým jednotkám

Podľa biostratigrafických kritérií, ale najmä podľa asociácií ťažkých minerálov (Harčár et al., 1988) boli vo vrchnomiocénnych a pliocénnych sedimentoch podunajskej panvy vyčlenené nasledujúce litostratigrafické jednotky:

Ivánske súvrstvie. Názov je odvodený od názvu obce Ivánka pri Nitre. Stratotypový profil prevŕtal vrt Ivánka 1 a Ivánka 2. Stratigrafický rozsah súvrstvia je zóna A - B1 panónu. Súvrstvie je charakteristické prítomnosťou sivého, tmavosivého aleuritového, sľudnatého a vápnitého ílu

Staršie názvy litostratigrafických jednotiek	Rozčlenenie panónu do zón, prehľad názorov na zaraďovanie zón do stupňov								Litostratigrafické jednotky Podunajskej nížiny (Harčár et al., 1988)
	Papp, 1951		Jiříček - Švagrovský, 1975		Papp, 1986		Rögl et al., 1993		
pestrá séria	panón	H	PLIOCÉN	dák	MIOCÉN	pont	MIOCÉN	panón	volkovské súvrstvie
modrá séria		G							
uhoľná séria		F	MIOCÉN	pont					beladické súvrstvie
		E		panón		panón			ivánske súvrstvie
		D							
		C							
		B							
		A							

Tab. 1 Názory na stratigrafické zaraďovanie zón panónu do stupňov

Tab. 1. Opinions of the stratigraphic ranging of the Pannonian zones into stages.

a siltu, ktoré sa striedajú so sivými pevnými slabo vápnitými aleuritmi s ojedinelými vrstvami sivého rozpadavého jemnozrnného, sľudnatého pieskovca a piesku.

Beladické súvrstvie. Názov je odvodený od obce Beladice. Stratotypový profil prevŕtali vrty uhoľného prieskumu G-2, G-3, G-5 v oblasti Pustého Chotára - Beladíc - Neveríc a mapovací vrt P-4 pri Dolnom Piali. Stratigraficky ide o zónu E2 - F pontu. Súvrstie je zo svetlosivého, sivého a zelenosivého piesčitého ílu, slienitého ílu s prechodom do jemného veľmi ílovitého aleuritu až piesku s polohami tmavého uhoľného ílu a lignitu.

Volkovské súvrstvie. Názov je odvodený od obce Volkovce. Stratotypová lokalita je v pieskovni na SV od Volkoviec a v profile vrtu ZM-8 na JV od Dolných Slažian. Súvrstvie sa zaraďuje do dáku (zóna G-H, Papp, 1951). Je v dvoch základných vývojoch, a to piesčitom a vápnitoílovitom, pričom piesčitý je okrajovou a vápnitoílovitý panvovou fáciou. Piesčitý vývoj sa vyznačuje veľkou nestálosťou a prevahou 20 - 80 m hrubých štrkových a piesčitých komplexov oddelených tenšími vrstvami sivozelenkastého, hrdzavožltoškvrnitého vápnitého ílu. Ílovitý vývoj je charakteristický monotónnym striedaním sivozeleného, zelenosivého, sivého, žltoškvrnitého a hrdzavoškvrnitého piesčitého ílu, aleuritického ílu, aleuritu s podradným množstvom piesčitých polôh rôznej hrúbky (5 - 30 m).

Kolárovské vrstvy. Tvorí ich štrkovopiesčitý sediment vyskytujúca sa v nadloží volkovského súvrstvia. Zaraďujú sa do rumanu (pliocén). Štrk je vo väčšine prípadov netriedený a zložený z obliakov kremeňa, rohovca a pieskovca. Piesok je jemnozrnný až hrubozrnný a obsahuje polohy štrku a zelenkastého ílu, ktoré miestami prechádzajú do pestrého ílu.

Sladkovodný vápenec sa v minulosti zaraďoval do tzv. pestrej série a tá stratigraficky do zóny H panónu (v zmysle Pappa, 1951; tab. 1).

Zóny G-H sa v priebehu desaťročí zaraďovali rozlične: v zmysle Pappa, (1951) do vrchného panónu, potom podľa Jiříčka a Švagrovského (1975) do dáku (pliocén), v zmysle Pappa (1985) do pontu a napokon (podľa Rögla et al., 1993) znovu do panónu (tab. 1).

Ak sa hlavinské vrstvy na základe ich biostratigrafického zaradenia (zóna H) dosadia do jestvujúcej schémy litostratigrafických jednotiek, možno dospieť k záveru, že sú okrajovým vývojom volkovského súvrstvia. (tab. 1).

Podľa najnovšieho zaraďovania zón do stupňov (Rögl et al., 1993) by volkovské súvrstvie zastupovalo vrchnopanónske sedimenty a v podunajskej panve by sa vrchnomiocénne (pontské) a pliocénne sedimenty „stratili". Ale paleomagnetické merania vo vrte Ču-1 prítomnosť pontských a pliocénnych sedimentov v tejto panve dokázali (Vass et al., 1992).

Z vyčlenených litostratigrafických jednotiek fosílna fauna dobre charakterizuje iba ivánske súvrstvie a spodnú časť beladického súvrstvia. V ich nadloží leží komplex sladkovodných biostratigraficky nedeliteľných sedimentov, medzi ktoré patria usadeniny časti beladického súvrstvia, volkovské súvrstvie a kolárovské vrstvy. Ich stratigrafická príslušnosť bola odvodená len zo superpozície, litologickej náplne a asociácie ťažkých minerálov, lebo biostratigraficky významné fosílie, na základe ktorých by ich bolo možno vekovo zaradiť, sa v nich nenašli.

Litologickú hranicu medzi beladickým a volkovským súvrstvím zatiaľ vymedzil posledný výskyt lignitu alebo tenkých polôh sideritu (Harčár et al., 1988), ktoré predstavujú terminálnu časť beladického súvrstvia.

V blízkosti vrtu PID-1 (Orešany) sa v minulosti vyhĺbil hydrogeologický vrt S-3 (Kollár, 1961), O-1 (Mikuláš, 1969) a HV-1 (Nemethyová, 1988). Navŕtali sivočierny, sivý, tmavozelený, zelený a svetlozelenosivý íl s lignitom hrubý až 2 m (S-3). Ílovité usadeniny teda predstavujú súveké sedimenty hlavinských vrstiev v čisto ílovitom vývoji usadené v pokojnom vodnom prostredí s nie takým vysokým prínosom Ca, ktorý by umožnil vznik sladkovodného vápenca.

Ak by sa použila charakteristika doteraz vyčlenených litostratigrafických jednotiek podunajskej panvy na uvedený ílovitý vývoj hlavinských vrstiev, museli by sa zaradiť do beladického súvrstvia, stratigraficky do zóny E2 -

Útvar	Stupeň	Zóna	Litostratigrafické jednotky
PLIOCÉN	Ruman		kolárovské vrstvy
	Dák		volkovské súvrstvie
MIOCÉN	Pont		
	Panón	H	hlavinské vrstvy
		G	
		F	beladické súvrstvie
		E	
		D	ivánske súvrstvie
		C	
		B	
		A	

Tab. 2. Stratigrafický rozsah litostratigrafických jednotiek na základe najnovších poznatkov.

Tab. 2. Stratigraphic range of litostratigraphical units on the basis of latest knowledge.

F, ale podľa mäkkýšov zistených vo vrte PID-1 ide jednoznačne o zónu H panónu.

Z uvedených faktov vychodí, že v nadloží súvrství s brakickou faunou ležia sladkovodné sedimenty, ktorých časť patrí do vrchného panónu (beladické súvrstvie, hlavinské vrstvy) a zvyšok - pri akceptácii výsledkov paleomagnetického štúdia vo vrte Ču-1 (Vass et al., 1992) - do vrchného miocénu (pontu) a pliocénu (tab. 2). Zaradiť tieto sedimenty do uvedených stupňov na základe súčasných poznatkov nemožno, ale rekonštruovať podmienky, v ktorých uvedené sedimenty vznikli, áno.

Sedimentologicko-petrografické štúdiá poukázali na to, že štrkové a štrkovopiesčité sedimenty volkovského súvrstvia vznikli v kombinovanej vejárovej delte stáleho jazera, pre ktorú bolo charakteristické deltové čelo Gilbertovho typu viažuce sa na aluviálny vejár a distálna delta/prodelta svahového typu s dominanciou gravitačných tokov. Smer transportu a zdrojové oblasti klastík dokumentujú, že študovaná vejárová delta je paleodeltou Hrona, ktorý tiekol zo stredného Slovenska na JZ do jazera v komjatickej depresii (Baráth a Kováč, 1995).

Záver

Sladkovodné sedimenty (sladkovodný vápenec, jazerná krieda, íl) vystupujúce na povrch pri západnom okraji Považského Inovca a východnom okraji Tríbeča sa v minulosti podľa vtedy platných názorov zaraďovali do vrchného panónu (Brestenská, 1958) alebo do pontu (Brestenská, 1962; Brestenská-Priechodská, 1969). Na základe litológie sa zaraďovali do tzv. pestrej série, ktorú vyčlenil Janoschek (1943) a Papp (1951) ju zaradil do zóny H panónu. Z predmetnej oblasti z nich biostratigraficky významná fauna nebola známa.

Bohatá a biostratigraficky významná fauna gastropód sa nedávno našla v sedimentoch vrtu PID-1 pri Orešanoch na západnom okraji Považského Inovca (Fordinál, 1994, 1996) a v povrchovom výskyte neďaleko Čeľadiniec pri východnom okraji Tríbeča (Fordinál et al., 1996) (obr. 1).

Biostratigraficky dobre datovaný súbor sedimentov z vrtu PID-1, dosahujúci hrúbku cca 60 m, v ktorých podloží sú triasové karbonáty, sme použili ako stratotyp novej litostratigrafickej jednotky pre vrchnopanónske okrajové sedimenty podunajskej panvy - hlavinských vrstiev. Názov dostali podľa miestnej časti Hlavina, nachádzajúcej sa na J od Orešian.

Na základe doterajších poznatkov a akceptácie výsledkov najnovšieho zaraďovania vyčlenených zón panónu (Papp, 1951) do stupňov (Rögl et al., 1993) možno konštatovať, že v nadloží ivánskeho súvrstvia (zóny A-E_1 panónu), vyznačujúceho sa prítomnosťou brakickej fauny, leží beladické súvrstvie (zóny E_2-F panónu), ktorého spodná časť je charakteristická prítomnosťou brakickej a vrchná sladkovodnej fauny. V nadloží beladického súvrstvia je komplex sladkovodných sedimentov stratigraficky zodpovedajúcich vrchnému panónu (zóny G-H, hlavinské vrstvy, zóna H), pontu a pliocénu (volkovské súvrstvie, kolárovské vrstvy).

Literatúra

Baráth, I. & Kováč, M., 1995: Sedimentologická a paleogeografická charakteristika pliocénnej delty Hrona v komjatickej depresii dunajskej panvy. *Mineralia Slov., 17, 236 - 242.*

Brestenská, E., 1958: Prehľadná mapa východnej časti listu generálnej mapy Bratislava. *Manuskript - archív GS SR.*

Brestenská, E., 1962: Neogén inoveckej oblasti. In: Buday, T., Cambel, B., Maheľ, M. et al. (Eds.): Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, Wien-Bratislava. *Geofond Bratislava, 151 - 152.*

Brestenská, E. & Priechodská, Z., 1969: Terciér pri okrajoch Tríbeča. *Manuskript - archív GS SR.*

Fordinál, K., 1994: Vrchný panón (zóna H) východného okraja Považského Inovca. *Geol. Práce, Spr., 99, 67 - 75.*

Fordinál, K., 1996: Terrestrial gastropods of the Upper Pannonian in the northern part of the Danube basin. *Slovak Geological Magazine, 1, 5 - 16.*

Fordinál, K. & Nagy, A., 1996: Fauna panónskych sladkovodných vápencov okolia Turčianok (západný okraj pohoria Tríbeč). *Geol. Práce, Spr., 102.*

Fordinál, K., Nagy, A. & Fejdiová, O., 1996: Vrchnopanónske sladkovodné sedimenty okolia Čeľadiniec (západný okraj pohoria Tríbeč). *Mineralia Slov., 28, 307 - 311.*

Harčár, J., Priechodská, Z., Karolus, K., Karolusová, E., Remšík, A. & Šucha, P., 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape severovýchodnej časti podunajskej nížiny 1: 50 000. *GÚDŠ, Bratislava, 114.*

Ivan, L., 1943: Výskyty travertínov na Slovensku. *Práce Št. geol. Úst., 9, 65.*

Janoschek, R., 1943: Das Pannon des Inneralpinen Wiener Beckens. In: Zur Stratigraphie des Jungtertiärs der Donauländer. *Mitt. Reichsamts Bodenforsch., 45.*

Jiříček, R. & Švagrovský, J., 1975: Biozones of brachy- to oligohaline

mollusc of late Tertiary in central Paratethys. In: Cicha I. (Ed.): Biozonal division of the upper Tertiary basins of the Eastern Alps and West Carpathians. *Geol. Surv., Prague, 45 - 56.*

Ivanička, J., Polák, M., Pristaš, J., Határ, J., Greguš, J., Nagy, A., Vozár, J., Vozárová, A., Hók, J., Marcin, D., Brlay, A. & Fordinál, K., 1994: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 35-414 (Topoľčany). *Manuskript - archív GS SR.*

Ivanička, J., Hók, J., Határ, J., Greguš, J., Polák, M., Nagy, A., Fordinál, K., Pristaš, J. & Vozárová, A., 1995: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, listy 35-431 Preseľany (časť) a 35-432 Súľovce. *Manuskript - archív GS SR.*

Kollár, O., 1961: Hydrogeologický vrtný S-3 prieskumnou súpravou CNF. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Mikuláš, E., 1969: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu pre JRD Orešany. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Nemethyová, M., 1988: Orešany - zhodnotenie prieskumných prác. *Manuskript -Geofond Bratislava.*

Papp, A., 1951: Das Pannon des Wiener Beckens. *Mitt. Geol. Gesell. (Wien), 39 - 41, 99 - 193.*

Papp, A., 1985: Die Gliederung des Pannonnien. In: Papp, A., Jámbor, Á. & Steininger, F. F. et al. (Eds.): Chronostratigraphie und Neo-stratotypen, Miozän M_6 Pannonien. *Akad. Kiadó (Budapest), 28 - 29.*

Rögl, F., Zapfe, H., Bernor, R. L., Brzobohatý, R., Daxner-Höck, G., Draxler, I., Fejfar, O., Gaudant, J., Hermann, P., Rabeder, G., Schultz, O. & Zetter, R., 1993: Die Primatenfundstelle Götzendorf and der Leitha (Obermiozän des Wiener Beckens, Niederösterreich). *Jb. Geol. Bundesanst. (Wien), 136, 2, 503 - 526.*

Schafarzik, F., 1900: Nyitramegyének ipari szempontból fontosabb közeteirol. *Magy. kir. földt. Intéz. évi Jelent., 1898, 227 - 243.*

Vass, D. et al., 1988: Vysvetlivky k mape Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR. *GÚDŠ, Bratislava, 65.*

Vass, D., Pagáč, P., Fejdiová, O., Planderová, E. & Nagy, A., 1992: Neskorý neogén na západnom okraji podunajskej panvy. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 16, 85 - 118.*

Winkler, B., 1865: Geologische Beschaffenheit des Tríbecs-gebirges im Nordwestlich Ungarn. *Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien).*

Hlavina Member - marginal Upper Pannonian sediments of the Rišňovce depression

At the eastern and western margin of the Rišňovce depression (northern part of Danube basin; Vass et al., 1988) Upper Miocene sediments in freshwater development are cropping out. At the tectonic lines carbonate sediments (travertines, freshwater limestones, lacustrine chalk) occur, in which terrestrial and freshwater mollusc were found (Fordinál, 1994, 1996). A rich fauna was found in sediments in borehole PID-1, situated near the village Orešany, at the eastern margin of the Považský Inovec Mts. (Fig. 1 and 2). On the basis of this fauna the sediments were ranged to the H zone of Pannonian. These well dated sediments we used as the stratotype of a new lithostratigraphical unit - the Hlavina Member. The new lithostratigraphical unit is called after the name of local part situated southeast of the borehole PID-1 and south of the village Orešany. The Hlavina Member is also well developed at the surficial outcrop, situated at the western slopes of the Tríbeč Mts., in proximity of the village Čeľadince (Fordinál et al., 1996; Fig. 1 and 3).

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 407 - 416

Prejavy a príčiny acidifikácie v oblasti Šobova (Štiavnické vrchy)

VLADIMÍR ŠUCHA[1], IVAN KRAUS[1], MARIÁN ZLOCHA[1], VLADIMÍR STREŠKO[2], MARCELA GAŠPAROVIČOVÁ[1], OTÍLIA LINTNEROVÁ[1] a PETER UHLÍK[1]

[1]katedra ložiskovej geológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava
[2]geologický ústav Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

(Doručené 10. 12. 1996, revidovaná verzia doručená 10. 3. 1997)

Acidification in the Šobov region (Štiavnické vrchy Mts.): Manifestations and causes

Serious negative environmental effects connected with open quartzite mine were determined in the Šobov region situated NE of city of Banská Štiavnica. Manifestation and causes of strong acidification are discussed in the paper using different laboratory and field measurements. Pyrite oxidation in the mine dump and subsequent acid attack on other mineral phases is the main negative environmental factor. Pollution is distributed in the region mainly by extremely acid and toxic water. It causes pollution of surface and ground water as well as degradation of soil and vegetation. About 145 000 m^2 of the land are seriously affected by the acidification. Content of dissolved toxic elements is very often hundred times higher than the limit. Distribution rate of acidification is determined by morphology and geology of the region.

Key words: acidification, pyrite, oxidation, pH distribution, morphometric analysis, soil degradation

Úvod

Táto práca je súčasťou riešenia následkov ekologickej havárie na lokalite Banská Štiavnica-Šobov, spätej s akútnou acidifikáciou životného prostredia spôsobenou výluhom z haldy hlušinového materiálu akumulovaného pri ťažbe sekundárneho kremenca. Práca vznikla v spolupráci s podnikom Dinas, š. p., Banská Belá, ktorý je majiteľom a prevádzkovateľom lomu aj haldy hlušinového materiálu, za podpory Štátneho fondu životného prostredia. Jej hlavným cieľom je dokumentovať rozsah a príčiny negatívnych vplyvov acidifikácie a s ňou spätých nasledujúcich procesov migrácie a akumulácie toxických prvkov v bezprostrednom a v širšom okolí lomu a haldy.

Hneď v úvode treba spomenúť, že sa negatívne prejavy na tejto lokalite čiastkovo sledovali aj v minulosti a niektoré, najmä pokiaľ ide o botanické hľadisko, opísal Holub et al. (1991, 1993). Geologicko-technologickým aspektom dotýkajúcim sa haldy sa sčasti venoval Blaha a Vitásek (1993). Lokalita sa spomína aj v geochemickom hodnotení širšieho okolia Banskej Štiavnice v práci Forgáča et al. (1995).

Acidifikácia je proces, pri ktorom sa zvyšuje aktivita vodíkových iónov v prostredí. Mierou okyslenia je ich chemická aktivita vyjadrená prostredníctvom pH.

Pôvod acidifikácie krajiny môže byť v zásade dvojaký.

1. Prírodnú acidifikáciu prostredia spôsobuje hlavne rozpúšťanie plynného CO_2 vo vode, disociácia kyselín v humuse, lokálna oxidácia sulfidov a biogénna činnosť baktérií. Za normálnych okolností je tzv. acidobázická rovnováha. Z toho vychodí, že väčšina druhov pôdy a vody má pH v rozmedzí 5 - 8.

2. Antropogénnu acidifikáciu vyvoláva viac činiteľov. Sú to:

Kyslé dažde, ktoré vznikajú rozpúšťaním oxidu SO_2 a NO_x v dažďovej vode. Tieto oxidy sú najčastejšie produktom spaľovania fosílnych palív. Hodnota pH takto kontaminovanej dažďovej vody klesá na 4,0, miestami až na 3,0.

Haldy obsahujúce veľa sulfidických minerálov.

Úložiská obsahujúce chemický odpad kyslého charakteru. Do tejto skupiny sa zaraďujú všetky druhy odpadu, ktorý priamo poskytuje vodíkové ióny alebo sa rozkladá za vzniku vodíkových iónov.

Acidifikácia je viacstupňový proces, ktorý sa v počiatočnej fáze výrazne neprejavuje. Ide o etapu počiatočného rozkladu materiálu, ktorý je potenciálnym zdrojom kyselín. Rýchlosť rozkladu závisí od viacerých podmienok, napr. od účinkov baktérií, vzdušného O_2, prítomnosti vody atď. Vonkajšie prejavy okyslenia zároveň zakrýva pufračná a neutralizačná schopnosť pokryvných sedimentov a pôdy, pričom okrem karbonátov majú dôležitú úlohu ílové minerály a organická hmota. Po istom čase sa prah pufračnej a neutralizačnej kapacity prostredia prekročí a predchádzajúce latentné procesy sa prejavia ako akútna acidifikácia so všetkými dôsledkami. V takomto štádiu potom možno v relatívne krátkom čase (týždne, mesiace) zreteľne sledovať radikálne zmeny, a to prudký pokles pH, zničenie rastlinných spoločenstiev a eróziu pôdy. V obidvoch etapách - latentnej aj akútnej - však prebiehajú procesy, ktoré nie sú výrazne viditeľné, ale sú veľmi nebez-

pečné. Ide najmä o kyselinový útok na anorganickú zložku hornín a pôdy a s tým spätú zvýšenú mobilitu a migráciu najrôznejších, často mimoriadne toxických prvkov. Acidifikácia má priamy negatívny vplyv na pôdu a povrchové vody, podzemné vody a rastlinný pokryv. Pri pôde ide o výrazné zníženie sorpčnej schopnosti jej humusového horizontu. Acidifikácia ochudobňuje pôdu o Ca a Mg a nízke pH zároveň mobilizuje najrôznejšie toxické kovy, tie sa postupne dostávajú do povrchových alebo podzemných vôd, do rastlín, a tak postupne potravinovým reťazcom až k človeku. Silný vplyv kyselín na humusový horizont zároveň spôsobuje jeho rýchlu likvidáciu, potom intenzívnu eróziu pôdy a s tým súvisiace radikálne zmeny rastlinných spoločenstiev.

Charakteristika sledovanej oblasti a jej geologické východiská

Oblasť Šobova, ktorá je predmetom nášho záujmu, leží na S od Banskej Štiavnice a na Z od Banskej Belej. Bodmi vymedzujúcimi skúmaný terénny polygón sú: kóta 836 m n. m. na V od vrchu Šobov (889 m n. m.), Jergištôlňanský potok, kóta 640 m n. m. na J od Belianskeho jazera a štôlňa Michal (obr. 1).

Celá oblasť je silne narušená antropogénnou banskou činnosťou. Je tu lom, v ktorom sa stenovým spôsobom ťaží sekundárny kremenec a s ním spojená halda odpadového materiálu z lomu. Súčasťou územia sú tiež priľahlé lúky, časť Belianskeho jazera, Jergištôlňanský potok, cestná sieť a rekreačná oblasť s niekoľkými chatami a záhradami na brehu jazera.

Ložisko sekundárneho kremenca má podobu veľkých, tektonicky stupňovite od seba ostro oddelených blokov na východnom úpätí kóty Šobov. Ide o približne 700 m dlhý pruh smeru JZZ - SVV, ktorý zo S ohraničuje mohutná dajka dacitu a čiastočne priečny výbežok dioritového telesa tiahnuceho sa do tejto oblasti od Z. V západnej časti ložiska vniká dacitová dajka aj medzi bloky kvarcitu, prípadne uzatvára veľké kvarcitové balvany. Maximálna horizontálna mocnosť prekračuje 130 m pri hĺbkovom dosahu vyše 230 m (Polák, 1960, 1961). Z ostatných strán ložisko lemujú horniny tzv. šobovskej série pyroklastického charakteru (formácia Červenej studne, Konečný et al., 1983). Zo severnej strany prestupujú horninovými celkami aj tri významné rudné žily - Terézia, Bieber a Špitaler.

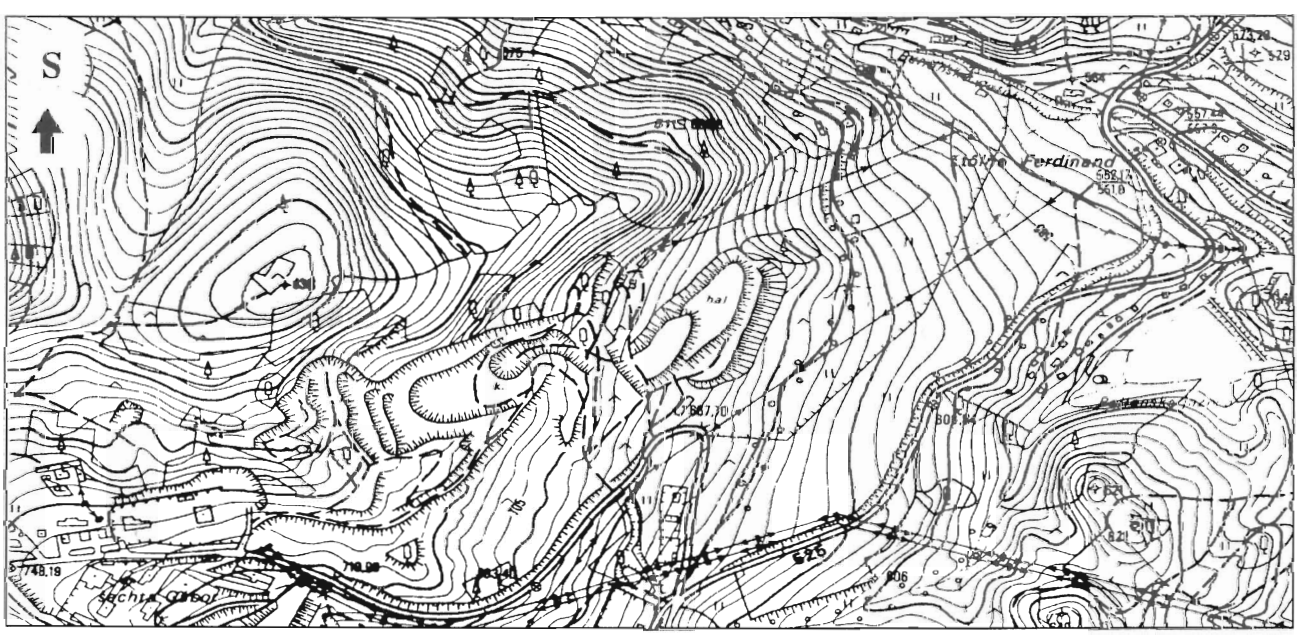
Halda bezprostredne súvisí s lomom a je s ním v spoločnom areáli. Na halde sa sústreďujú horniny z lomu, ktoré nemožno využiť ako surovinu na výrobu dinasu.

Použité metódy

Vzorky sme odoberali vo viacerých etapách priamo v lome sekundárneho kremenca a potom v celom vytýčenom polygóne (obr. 1). Medzi odbermi sa vzorky charakterizovali najskôr z pohľadu úrovne pH a potom sa odbery zahusťovali v najpostihnutejších územiach (vzorky s najnižším pH). Pôdne vzorky sa odoberali ručným vrtákom z hĺbky cca 20 cm. Okrem toho sa na odber vzoriek vyhĺbili dva plytké vrty.

Vzorky vody na analýzu boli z výtoku kyslej vody pod haldou, z vrtu a z prameňov a studní v rekreačnej oblasti nad Belianskym jazerom. Pri všetkých sa pH meralo terénnym pH-metrom. Všetky povrchové vody (potoky, pramene, studne, mokriny a mláky) vymedzeného územia sa testovali pH-metricky a výsledky sa zaznamenali do mapy.

Na meranie pH pôdy bola použitá štandardná medzinárodne používaná metóda. Vzorky na meranie pH sa najskôr



Obr. 1. Mapa okolia lomu a haldy.

Fig. 1.Map of surroundings of quarry and mine dump.

vysušili pri teplote 60 °C a potom sa sitovaním pripravila frakcia pod 2 mm. Z nej sa navážilo 10 g a zmiešalo s 25 ml destilovanej vody alebo 25 ml 1M roztoku KCl.

Na charakterizáciu obsahu minerálov, ako aj chemického zloženia sledovaných hornín, pôdy a vody sa použili nasledujúce laboratórne metódy: rtg. prášková difrakčná analýza, atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou, atómová absorpčná spektrometria s plameňovou atomizáciou, fotometria, alkalimetria a riadkovacia elektrónová mikroskopia.

Laboratórne výsledky boli spracované štatisticky a ich distribúcia v ploche územia vypočítaná interpolačnými metódami. Vplyv reliéfu na šírenie znečistenia sa modeloval v nasledujúcich hlavných krokoch:

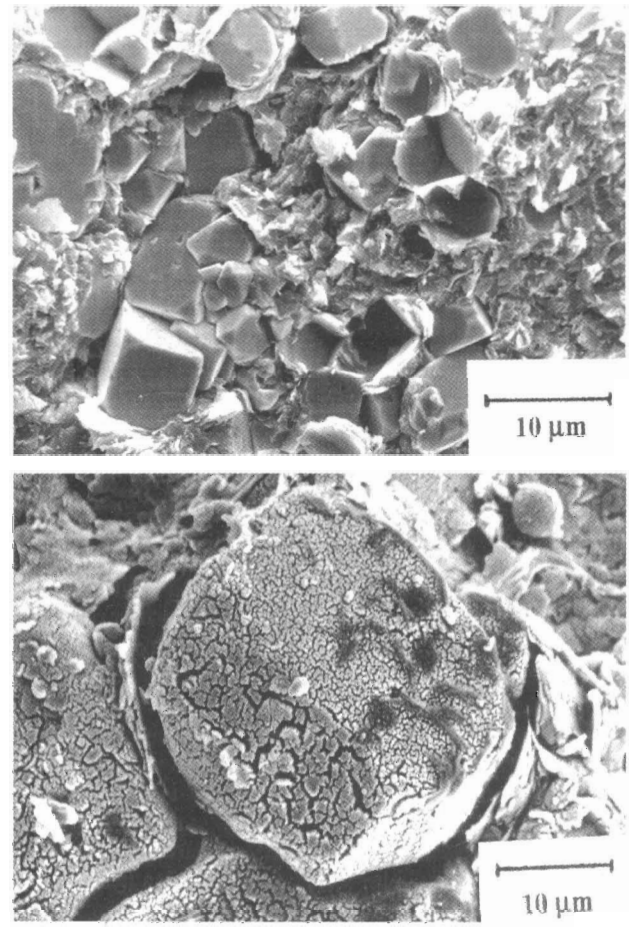
- vytvorenie digitálneho modelu reliéfu v sieti 10 x 10 m,
- morfometrická analýza reliéfu v sieti 10 x 10 m,
- model rozsahu znečistenia.

Minerálne zloženie a procesy prebiehajúce v halde a v okolí

Už zo zbežného makroskopického pohľadu na horniny lomu je zrejmé, že sú v ňom dva základné typy hornín, a to svetlé polohy čistého kremenca, alebo kremenca vystupujúceho s bielym ílom a polohy výrazne tmavších, dosiva sfarbených hornín s makroskopicky viditeľným pyritom. Tmavosivé horniny sa donedávna pokladali za pyritizované kvarcity.

Z mineralogickej stránky je kremenec veľmi monotónny, zložený skoro výlučne z drobných zŕniek undulózne zhášajúceho kremeňa, medzi ktorými sú niekedy mladšie kremenné žilky (Oružinský, 1989). Pyrit vystupuje v dvoch generáciách (Polák, 1961, 1963). Prvá tvorí jemnú disperziu a je azda syngenetická s kremencom, druhá je nesporne epigenetická a má tvar žiliek, drobných zhlukov a intenzívnejších impregnácií. Niektoré časti ložiska sú tak silne pyritizované, že možno hovoriť o pyritovej rude. Najčastejšie identifikovaným ílovým minerálom na povrchu aj z vrtov bol v minulosti illit (Oružinský et al., 1986).

Z hľadiska sledovaného problému je zaujímavejší druhý hornínový typ, t. j. tmavé horniny bohaté na pyrit, pretože práve ony sa haldujú ako surovina nevhodná na výrobu dinasu. Tmavé horniny sme podrobnejšie charakterizovali pomocou rtg. analýzy a elektrónovej mikroskopie. Výsledky ukázali prekvapujúco odlišné minerálne zloženie tmavosivých hornín od doteraz prezentovaných názorov. Okrem veľkého množstva pyritu, ktorý je na mnohých miestach dominantným minerálom, bol ako jedna z hlavných minerálnych zložiek týchto hornín identifikovaný aj pyrofylit (obr. 2). Vo väčšine odobratých vzoriek je pyrofylit sprevádzaný illitom (bližšie informácie Uhlík, 1996; Uhlík a Šucha, 1996). Zrná pyritu sú uložené a obaľujú ich šupinky spomenutých ílových minerálov (obr. 2,). Medzi pyritizované kremence možno zaradiť iba minimálne množstvo tmavých hornín (odhadom 5 - 10 %), a to zo severnej časti lomu. Z uvedeného je zrejmé, že materiál haldy je zmesou veľkého množstva ílu (najmä pyrofylitu a illitu), pyritu a kremeňa. Okrem spomenutých primárnych minerálov sa vo vzorkách z lomu rtg. difrakciou identifikovali aj sekundárne minerály - jarosit - $KFe_3(OH)_6(SO_4)_2$, copiapit $(Fe^{2+}Mg)Fe^{3+}(OH)_2.9(SO_4)_6.20H_2O$, coquimbit - $Fe_2(SO_4)_3.H_2O$, melanterit - $FeSO_4.7H_2O$, kieserit - $MgSO_4.H_2O$ a baryt $BaSO_4$. Prítomnosť sekundárnych minerálov v lome dokazuje prebiehajúce oxidačné reakcie. Ich rýchlosť, ako aj rozsah sa po skoncentrovaní v halde niekoľkonásobne zvyšujú. Zistená minerálna asociácia ílových minerálov, pyritu a sekundárnych minerálov umožňuje lepšie chápať a objasňovať zdroje toxických prvkov mobilizovaných nasledujúcimi procesmi v halde.

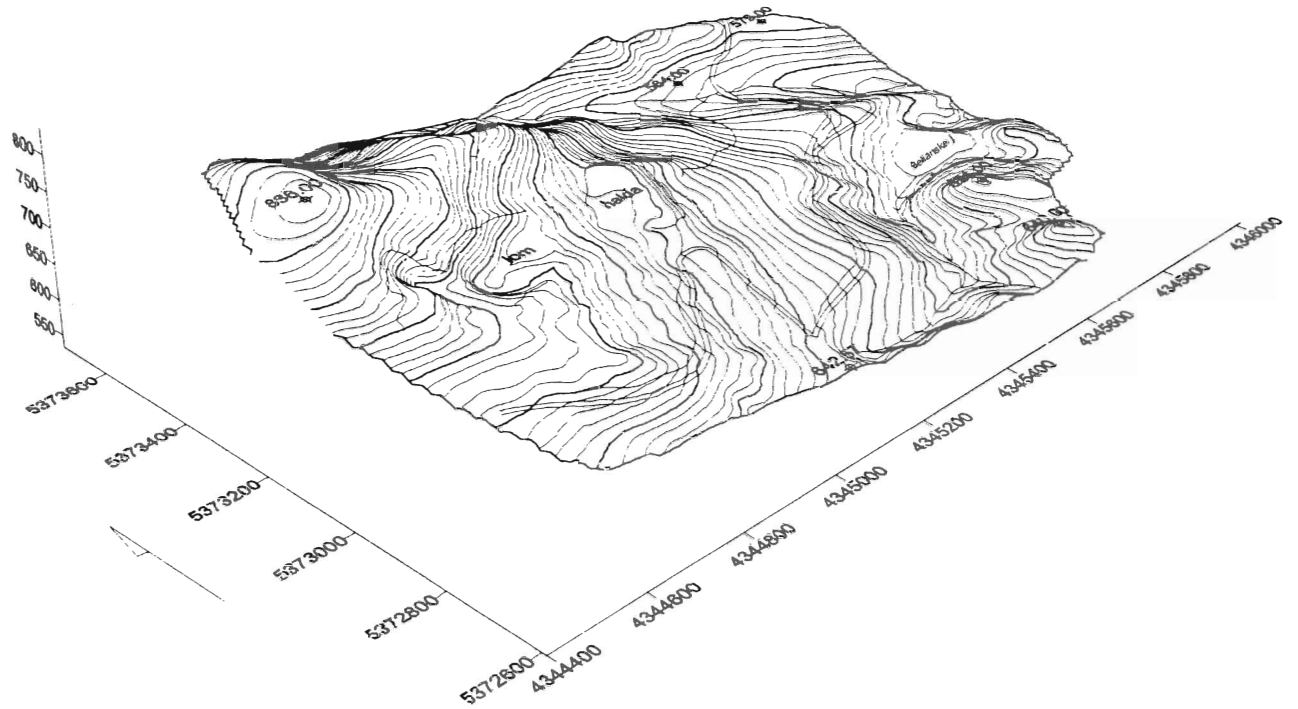


Obr. 2. A - Mikrofotografia zŕn pyritu z lomu obalených pyrofylitom a illitom, B - mikrofotografia rozkladajúceho sa pyritu z haldy.

Fig. 2. A - scanning electron image of pyrites surrounded by pyrophyllite and illite minerals, B - scanning electron image of altered pyrite from the mine damp.

Rozklad minerálov

Haldu tvorí sypaný nevytriedený hornínový materiál so zrnitosťou od niekoľkých desatín mm až po metrové balvany. Nezhutnenosť, zo zrnitosti vyplývajúca dobrá priepustnosť na vodu, ako aj polcha v teréne vytvárajú priaznivé podmienky na rozklad minerálov. Jednoznačne naj-



Obr. 3. Trojrozmerný model lomu a haldy na Šobove a ich bezprostredného okolia.
Fig. 3. Three-dimensional model of quarry and mine dump.

nestabilnejšou zložkou haldy je pyrit a sekundárne minerály prichádzajúce z lomu. Z topografickej mapy a trojrozmerného digitálneho modelu terénu (obr. 1 a 3) je zrejmé, že sa halda nachádza na V od lomu v smere sklonu reliéfu. Z toho vyplýva, že halda je hlavným zdrojom acidifikácie. Vzhľadom na jej rozmery je jasné, že obsah sulfidov, najmä pyritu, ako aj v predchádzajúcej časti opísaných alumosilikátov je v halde taký obrovský, že z pohľadu dĺžky ľudského života je prakticky nevyčerpateľným zdrojom toxických prvkov a acidifikácie. Pyrit, ktorého čiastočná oxidácia sa začala už v lome, sa ďalej rozkladá za podpory Fe^{3+}, ktorý sa do haldy dostáva z lomu vo forme spomenutých sekundárnych minerálov, a za podpory Fe baktérií (Križáni a Kušnierová, nepublikované údaje). Sama oxidácia pyritu je komplikovaná a zahŕňa niekoľko typov oxidačnoredukčných reakcií, hydrolýzy a vzniku komplexov. Priebeh týchto reakcií v prírodnom prostredí nie je ani v súčasnosti dostatočne známy (Nordstrom, 1982; Jambor a Blowes, 1994).

Charakteristika hornín a ich minerálneho zloženia v oblasti pod telesom haldy

Horniny a ich minerálne zloženie sa určovali v 15 m hlbokom vrte, ktorý umožnil odhaliť vertikálnu zonálnosť horninového prostredia. V profile vrtu sú dva odlišné horizonty.

1. Vrchný horizont v intervale 0,40 - 7,0 m tvoria tmavohnedé až svetlohnedé ílovité aleurity až aleuritické íly s úlomkami rozloženými aj čerstvého andezitu, vždy s úlomkami sivobieleho kremenca. V tomto intervale sú aj tri tenké polohy sivobieleho ílu s úlomkami sivobieleho kremenca bez pyritu. Vybielené polohy ílu môžu byť produktom alterácie pôvodného tufu šobovskej série. Základným minerálom jemnej frakcie je vermikulit a illit. Obsah vermikulitu s hĺbkou klesá a obsah illitu rastie. To celkom isto súvisí s intenzívnejšími zvetrávacími podmienkami vo vrchnej časti profilu, ale s najväčšou pravdepodobnosťou to nesúvisí s acidifikáciou, lebo distribúcia pH pôdy a kvantitatívneho obsahu vermikulitu sledovaného v pôde nevykazuje nijaký korelačný vzťah.

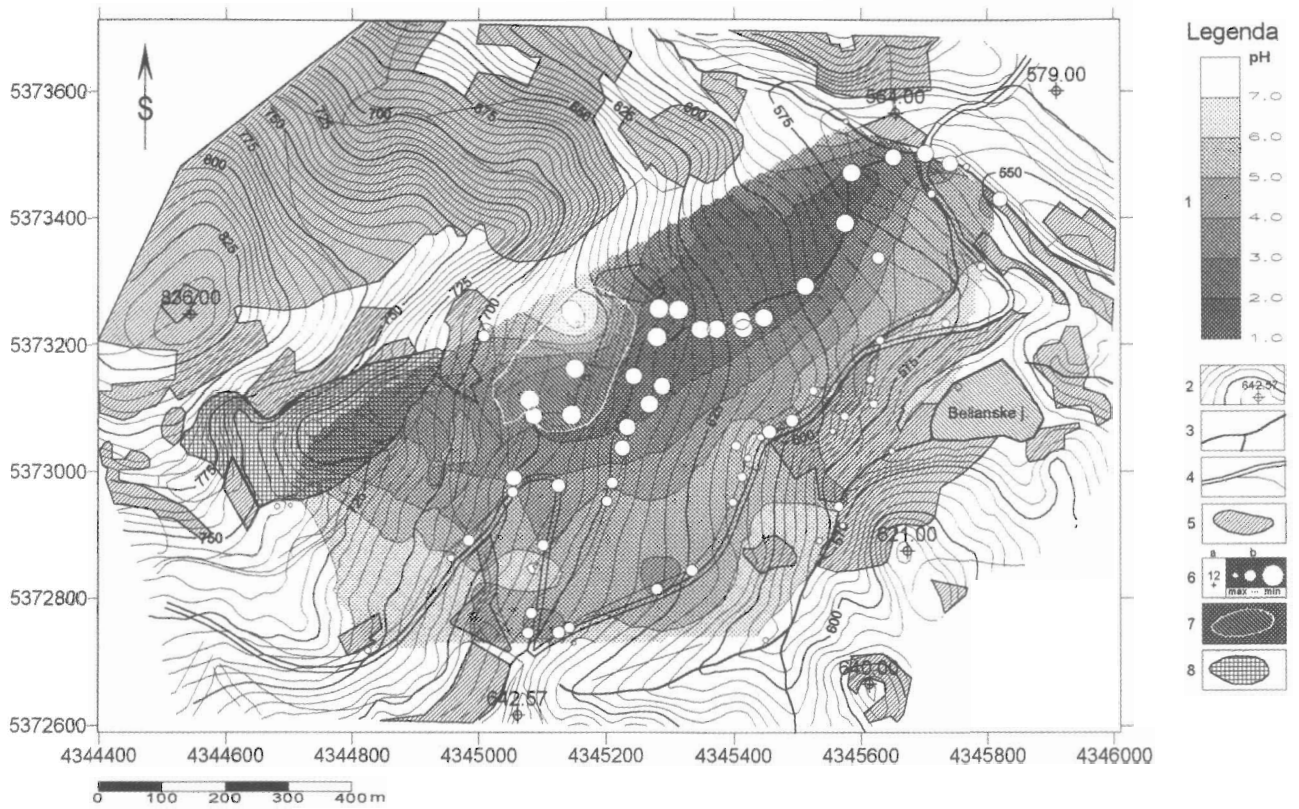
2. Spodný horizont v intervale 7,00 - 15,0 m tvorí tmavosivý íl vždy s úlomkami tmavosivého kremenca. Tmavosivý íl môže byť produktom alterácie pôvodného tufu šobovskej série, ktorý postihla intenzívna pyritizácia. Ich minerálna asociácia je chloritovo-illitová s prevahou illitu. Vermikulit sa tu nevyskytuje.

Obidva vyčlenené horizonty majú vzhľadom na minerálne a granulometrické zloženie rozdielnu priepustnosť na povrchovú a podzemnú vodu. Vo vrchnom horizonte sa zistili tri zvodnené polohy, a to v hĺbke 1,5, 2,3 a 5,2 m. V spodnom horizonte sa prítoky vody nezistili.

Znečistenie povrchových a podzemných vôd v postihnutej oblasti

Povrchové znečistenie

Už sme uviedli, že čiastočná oxidácia pyritu nastáva a kyselina sírová sa tvorí v lome a masívne sa rozširuje v halde. Všade tam možno hľadať zdroje acidifikácie



Legenda:

1 - pH vody, 2 - vrstevnice, kóty. 3 - potoky, 4 - cesty, 5 - lesy, 6 - miesta odberov. relatívna hodnota, 7 - halda, 8 - lom

Obr. 4. Distribúcia pH vody v študovanej oblasti.
Fig. 4. Distribution of water pH in the studied area.

a s ňou spätého znečistenia povrchových a podzemných vôd. Základným spôsobom overovania distribúcie a stupňa poškodenia vody bolo terénne meranie pH všetkých dostupných prameňov, studní, potokov, mokrín a mlák sledovanej oblasti a ich zaznačenie do mapy. Distribúciu pH znázorňuje obr. 4, ktorý je mapou distribúcie pH získanou interpoláciou medzi viac ako 80 meranými bodmi. Z merania pH vody je zrejmé, že zdrojom acidifikácie je lom a halda. Iný zdroj acidifikácie neprichádza do úvahy. Postihnuté územie zo všetkých strán jasne ohraničujú výskyty vody s pH medzi 6,5 až 7,3. Najnižšie namerané hodnoty pH sú priamo z výronov kyslej vody pod haldou (pH v závislosti od intenzity zrážok kolíše od 1,9 až po 2,4) a potom ďalej pozdĺž umelo prehĺbenej eróznej ryhy v smere od haldy k Jergištôlňanskému potoku. V tejto vode sa hodnota pH pohybuje od 2,3 do 3,0. Hodnota pH okolo 3,0 je aj v mlákach a občasných tokoch objavujúcich sa bezprostredne po daždi priamo v areáli lomu. Bahenné usadeniny a prašný íl, ktoré pokrývajú prakticky celý povrch lomu, obsahujú veľké množstvo ľahko rozpustných solí kyseliny sírovej, pri styku s vodou sa okamžite rozpúšťajú a menia slabokyslé pH dažďovej vody, ktoré sa podľa našich meraní pohybuje medzi 5,5 - 6,0, na hodnotu cca 3,0.

Znečistená, acidifikovaná voda opúšťa priestor, kde sa acidifikovala viacerými smermi, najčastejšie priamo z priestoru lomu a z haldy.

Znečistená voda uniká z haldy dvoma spôsobmi:

1. Splachovaním prívalovej vody po povrchu haldy v období prudkých dažďov a topenia sa snehovej pokrývky.

2. Priesakmi acidifikovanej vody tesne pod haldou na styku telesa haldy s podložným kvartérnym delúviom. Priesaky sú nerovnomerné pozdĺž celého okraja telesa haldy na jej východnej strane (v smere sklonu reliéfu). Voda v priesakoch je najznečistenejšia v celej sledovanej oblasti. Jej pH sa pohybuje (v závislosti od zrážok) od 1,9 po 2,4. Chemicky ju charakterizujeme ďalej (tab. 1).

Väčšina vody sa pod vplyvom prirodzených vlastností reliéfu (obr. 1 a 3) sústreďuje na sv. okraji haldy a ďalej sa rozširuje v smere sklonu svahu k Jergištôlňanskému potoku, ktorého pôvodné pH 6,3 až 6,7 sa po styku s kyslou vodou z haldy znižuje na 3,0 až 3,8.

Podzemné šírenie znečistenia zo zdroja acidifikácie

Z pohľadu sledovania podzemného prúdenia kontaminovanej vody sú významné pramene na východnom svahu pod telesom haldy. Tu okrem intenzívnych priesakov pri päte haldy možno nájsť množstvo sutinových prameňov nepravidelne rozmiestnených po celom svahu medzi haldou a štátnou cestou (Podhorie - Hájik). Ich pH sa pohybuje od 2,2 do 6,6. V tesnej blízkosti pri sebe sú prame-

Tab. 1
Chemické zloženie kyslej vody odobratej a analyzovanej roku 1987, 1993, 1995
Chemical composition of water samples collcted and analyzed in 1987, 1993 and 1995

Prvok	Norma	1987*	Nov. 1993	Júl 1995
Al	3	1144,9	1060	922,5
As	0,5	-	-	0,6695
Cd	0,01	-	0,9	0,0635
Co	-	-	2,46	-
Cr	0,2	-	0,31	-
Cu	1	-	7,85	8,6
Ca	200	242,6	233	-
Mg	100	126,9	310	-
Na	-	-	4,23	-
K	-	-	0,11	-
Fe	15	2913,4	3500	3625
Ni	0,1	-	0,8	-
Pb	0,5	-	0,02	-
Mn	0,3	-	80,38	71
Zn	2	-	8,54	8,4
SO_4^{2-}	250	11 472,1	16 540	15 986
NO_3^-	7	-	0,98	-
Cl-	300	-	2	-
pH	6 až 9	1,8	2,3	2

Analýzu označenú * vykonal Vodohospodársky ústav v Prahe

ne s výrazne odlišným pH, čo dokumentuje zložitosť hydrogeologickej situácie. Istá zákonitosť sa však prejavuje aj v samej distribúcii pH. Najnižšie pH je v okolí prehĺbenej eróznej ryhy a ďalej od nej rastie. Na povrchu pôdy sa sutinové pramene prejavujú ako mokré škvrny alebo výtoky vody, ktorých výdatnosť je iba ťažko merateľná, ale aj napriek tomu premenlivá v závislosti od zrážok. Mnohé sa však ani v najsuchších obdobiach nestrácajú. V tesnej blízkosti haldy presakuje kyslá voda do väčšej hĺbky (niekoľko metrov) až po úroveň telies propylitizovaného tufu šobovskej série, ktoré sú vzhľadom na vysoký obsah ílu prakticky nepriepustné. Po nich možno predpokladať tečenie acidifikovanej vody v smere sklonu reliéfu. Zároveň sa v smere sklonu reliéfu propylitizovaný tuf dostáva oveľa bližšie k povrchu, čo spôsobuje spomenuté priesaky kyslej vody na povrch.

Chemické zloženie kyslej kontaminovanej vody

Pri sledovaní chemického zloženia kontaminovanej vody sme sa zamerali na najnebezpečnejšiu vodu vytekajúcu z priesaku pod haldou. Analýzy sumarizuje tab. 1. Podarilo sa nám získať aj staršiu analýzu tejto vody (z roku 1987), ktorú vykonal Vodohospodársky ústav v Prahe. V tab. 1 sa na informáciu a porovnanie hodnôt uvádzajú aj limitné hodnoty povrchovej vody, resp. odpadovej vody podľa Nariadenia vlády SR číslo 242/1993. Jednoduchým porovnaním sa dá zistiť mimoriadne vysoký obsah Fe, Al, Mn a síranov. V týchto prvkoch je norma prekročená často viac ako 100-násobne a niekoľkonásobne aj v ďalších prvkoch, ako je Cd, Cu, Zn, Ni atď. Mineralizácia vody, t. j. suma všetkých rozpustených iónov, je alarmujúca a pohybuje sa medzi 21 - 22 g/l. V obsahu Fe a síranov možno pri porovnaní analýz s rokom 1987 pozorovať výrazný rast, kým obsah Al je podobný.

Poškodenie prameňov a studní s pitnou vodou

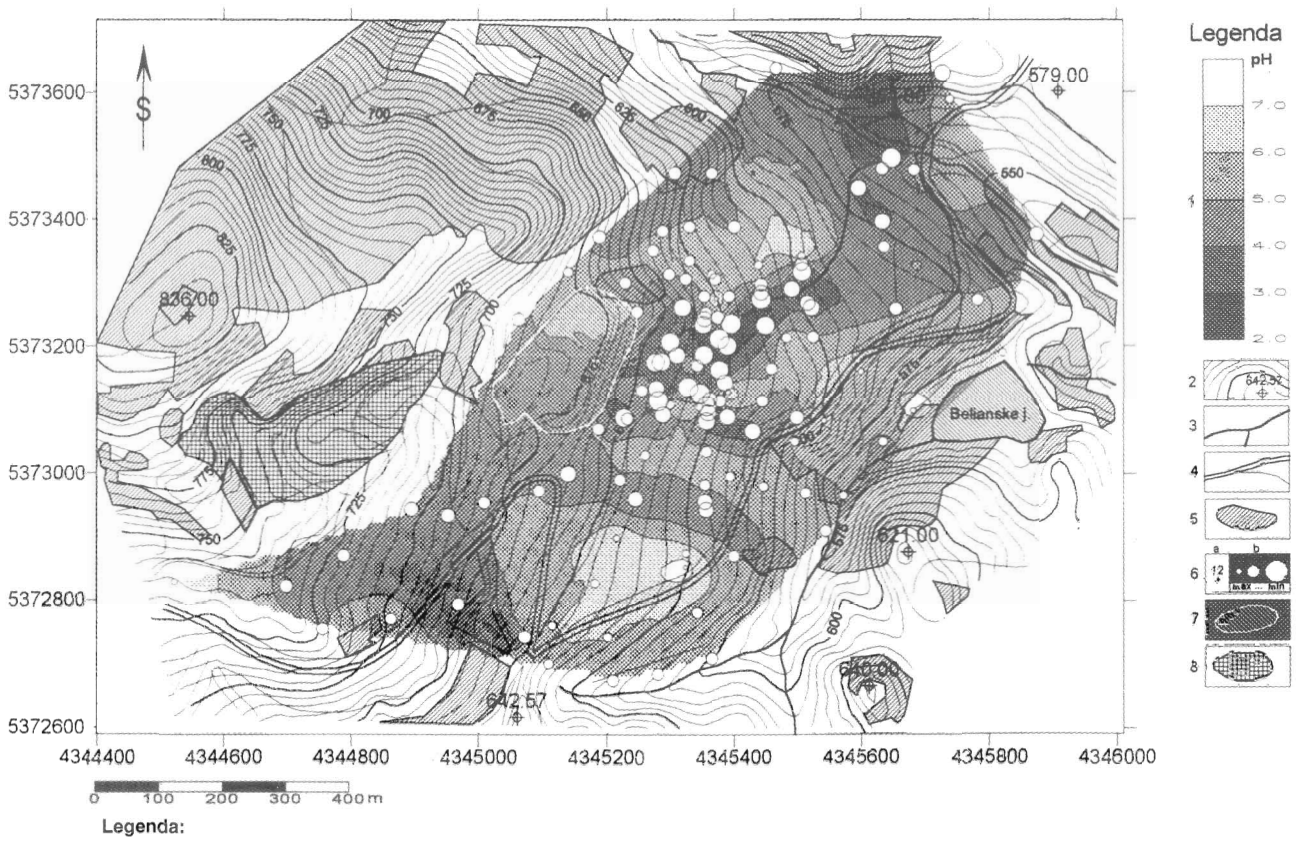
V oblasti, ktorú podľa modelu terénu môžu negatívne ovplyvňovať účinky kyslej kontaminovanej vody, je niekoľko prameňov a studní pitnej vody. Tieto pramene sú v chatovej osade medzi štátnou cestou Podhorie - Hájik a Belianskym jazerom. V prameňoch sa v prvom rade stanovilo pH a vo viacerých aj chemické zloženie. Kompletná chemická analýza sa nerobila zo všetkých, ale stanovili sa len prvky, ktorých zvýšenie nad normu (porovnávané s normou STN 75 7111 Pitná voda) vplyvom kontaminovanej vody sa dalo reálne očakávať. Viac prameňov sa vzorkovalo v suchom, letnom, ale aj v zrážkovo bohatom, jesennom období. Analýzy dokumentujú, že zo sledovaných šiestich prameňov, resp. studní sa v štyroch limit obsahu aspoň jedného parametra sledovaného normou pre pitnú vodu prekročil. Voda najčastejšie prekračuje limitné parametre obsahu Al, Cd, Mn, síranov a pH.

Zničistenie a poškodenie pôdy a pokryvných sedimentov

Prirodzeným dôsledkom prenikania kyslej vody z haldy a lomu do okolitého prostredia je acidifikácia pôdy a pokryvných sedimentov spojená s negatívnym vplyvom na ich pôvodné geochemicko-mechanické vlastnosti a s nimi spätú vegetáciu. Na prvý pohľad zrejmé prejavy vplyvu acidifikácie možno sledovať na miestach intenzívnej degradácie pôdy pozdĺž prehĺbenej eróznej ryhy na svahu pod telesom haldy. Tu možno vidieť, ako po odumretí vegetácie nastáva odnos vrchnej humusovej vrstvy a vytvárajú sa nespočetné erózne kanály s hĺbkou až niekoľko desiatok centimetrov. V nich sa v obdobiach intenzívnejších zrážok zhromažďuje voda zo sutinových prameňov a nepravidelne rozmiestnených priesakov podzemnej acidifikovanej vody. Podobná degradácia pôdy sa zistila na svahu pod haldou ešte na dvoch ďalších miestach (v smere k štátnej ceste Podhorie - Hájik), avšak plošný rozsah týchto holín je oveľa menší. Presvedčivo to dokumentuje letecká snímka, ktorá sa na sledovanie rýchlosti šírenia acidifikácie vyhotovila začiatkom októbra 1995 (Výskumný ústav lesného hospodárstva vo Zvolene). Ako sme už spomenuli v časti o acidifikácii krajiny, degradácia pôdy a strata vegetácie sú záverečným a zreteľne viditeľným prejavom, ktorému však predchádza dlhodobé pôsobenie kyslého prostredia bez zjavných vonkajších prejavov. Treba však konštatovať, že sú indikátory, ktoré umožňujú začínajúce sa acidifikačné prejavy zistiť oveľa skôr, ako sa prejavia viditeľnou degradáciou. Je to najmä pôdne pH a povaha vegetácie.

Distribúcia pH v pôde

Hodnoty pH sa stanovili postupom opísaným v časti Použité metódy. Každá odobratá vzorka sa merala vo vodnom prostredí a v roztoku 1M KCl. Meranie pH v prost-



Obr. 5. Distribúcia pH pôdy (meraného vo vode) v študovanej oblasti
Fig. 5. Distribution of the soil pH (measured in soil mixed with water) in the studied area.

redí s katiónmi K umožňuje lepšie zisťovať zvýšenú prítomnosť vodíkových iónov, ktoré K vytláča z vymeniteľných pozícií a nahrádza ich, čo potom spôsobuje čiastočné zníženie hodnôt pH v meranom roztoku. Rozdiel je výraznejší pri vyšších hodnotách pH. Pri hodnote 2 až 3 sú rozdiely minimálne. Mapa distribúcie pH v sledovaných vzorkách pôdy odobratých v celom záujmovom území je na obr. 5. Mapa pôdneho pH jednoznačne ukazuje centrum acidifikácie a jej postupné rozširovanie, výrazne kopírujúce morfológiu terénu. Centrum acidifikácie je úplne logicky a očakávane na svahoch pod haldou, kde je aj najviac výtokov kyslej kontaminovanej vody. Na obidvoch distribučných mapách sú zreteľné tri smery šírenia kyslosti v pôde. Najintenzívnejší, v ktorého centre je aj najrozsiahlejšia holina, smeruje od haldy priamo k Jergištôlňanskému potoku a druhé dve, menej intenzívne postihnuté, k štátnej ceste Podhorie - Hájik v dvoch pásoch. Tie už čiastočne svojím vplyvom prekročili aj štátnu cestu a šíria sa do údolia smerom k Belianskemu jazeru. Hlavná zóna poškodenia pôdy je jasne spätá so znečistením pochádzajúcim z haldy a druhé dve zóny so šírením sa kyslej vody z lomu aj z haldy.

Na posúdenie hĺbkového dosahu acidifikácie je dôležitá informácia o vertikálnej distribúcii pH. Na to sme použili vzorky z plytkých vrtov. Zo všetkých vertikálnych distribúcií je zrejmé, že acidifikácia zasahuje maximálne do hĺbky dvoch metrov.

Podľa aktuálnych meraní v poslednom období sme zmapovali súčasný stav poškodenia územia. Výsledky sa uvádzajú v mapách distribúcií pH, ktoré pokladáme za najvýznamnejší a najľahšie merateľný indikátor šírenia kontaminácie kyslou vodou. Na základe zhodnotenia zasiahnutých plôch možno zhrnúť, že extrémne kyslá voda, ktorej pH klesá pod 3, zasahuje plochu cca 90 000 m^2. Kyslá voda s pH medzi 3 až 4,5 v súčasnosti ovplyvňuje plochu cca 145 000 m^2. Acidifikovaná pôda predstavuje rozdielne plochy podľa spôsobu merania (vo vode alebo v 1M roztoku KCl). Meranie v KCl lepšie indikuje prítomnosť kyselinových vodíkových iónov vo vymeniteľných pozíciách v pôde ako meranie vo vode. Výsledky ukazujú, že pri meraní vo vode je plocha pôdy s pH menším ako 3 cca 6000 m^2 a s pH 3 až 4,5 cca 110 000 m^2. Pri meraní v KCl predstavuje plocha s pH menším ako 3 cca 23 000 m^2 a plocha pôdy s pH 3 až 4,5 460 000 m^2.

Obsah toxických prvkov v pôde

Na zistenie stupňa znečistenia z pohľadu obsahu rizikových látok v pôde sa v monitorovanom území stanovili prvky podľa Rozhodnutia Ministerstva pôdohospodárstva SR číslo 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok. Na stanovenie prvkov sa na poškodenom území vybrali štyri miesta odberu podľa stupňa

Tab. 2
Obsah vybraných stopových prvkov v pôde v sledovaných sondách
Trace elements content in studied soil probes

Prvok	Refer.	Jednotka	MP1/10	MP1/30	MP2/10	MP2/30	MP3/10	MP3/30	MP4/10	MP4/30
As	29	mg/kg	20,24	15,8	21,52	19,94	22,41	25,05	14,75	9,83
Ba	500	mg/kg	425	471	446	435	620	451	675	452
Cd	0,8	mg/kg	0,57	0,173	1,569	0,075	0,056	0,028	1,385	0,567
Co	20	mg/kg	9,01	10,11	11,12	10,18	6,93	6,77	15,09	14,37
Cu	36	mg/kg	27,19	24,82	39,75	36,87	36,38	41,35	43,89	47,29
Ni	35	mg/kg	9,23	9,87	8,98	8,77	9,06	8,4	15,23	14,2
Pb	85	mg/kg	167,9	63,8	156,3	92,2	140,3	190,8	183,8	32,2
Zn	140	mg/kg	134,7	91,3	149,5	93,1	152	99,6	190,7	121,7
Fe		%	2,7	3,15	3,6	4,52	4,85	6,01	3,99	4,26
Mn		mg/kg	483,7	611,7	518,4	684,8	285,9	319,5	890	718,7
SO4		%	0,07	0,29	0,08	0,17	0,71	0,58	0,14	0,19
pH(H2O)			5,15	5,29	3,99	3,03	2,35	2,34	5,3	5,12
pH(KCl)			4,2	4,18	3,44	2,62	2,17	2,09	3,81	3,65

Refer. - referenčná hodnota predstavujúca podľa Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 geochemické pozadie

okyslenia a charakteru vegetácie. Tieto odberné miesta sa označujú MP1 - MP4 (MP1 - zdravá lúka, pH je slabo kyslé cca 5,2; MP2 - presná hranica medzi degradovanou pôdou bez vegetácie a lúkou s poškodenou vegetáciou - pH medzi 3 a 4; MP3 - plocha bez vegetácie, s priesakmi kyslej vody a s eróznymi javmi, pH cca 2,3; MP4 - nepoškodená oblasť vedľa haldy, pH cca 5,2). Na každom odbernom mieste sa vykopala plytká sonda na získanie reprezentatívneho pôdneho materiálu z hĺbky 10 a 30 cm.

Okrem rizikových prvkov sledovaných normou sa v spomenutých odberoch stanovil aj obsah Fe, Mn a SO_4^{2-}. Hodnoty všetkých stanovených parametrov uvádza tab. 2 aj s limitnými hodnotami. Pri hodnotení výsledkov iba porovnávaním s normou možno konštatovať, že sa stanovené limity prekračujú vo viacerých vzorkách hlavne v obsahu Pb a Cu a čiastočne Cd a Ba. Prekročenie nie je ani v jednom prípade mimoriadne a nedosahuje ani hodnoty parametra B, ktorý indikuje kontaminovanú pôdu a určuje jej ďalšie štúdium. Z pohľadu tejto práce je však zaujímavejší fakt, že sa prekročenie normy neviaže na preukázateľne kontaminovanú a degradovanú pôdu. Niet nijakej závislosti v obsahu sledovaných prvkov vo vzťahu k stupňu acidifikácie pôdy. Navyše väčšina vzoriek má zvýšený obsah Pb aj napriek tomu, že jeho obsah ako jeden z mála neprekračoval normu v acidifikovanej vode, ktorú pokladáme za zdroj znečistenia a ohrozenia v danej lokalite. Z toho zreteľne vychodí, že prekročenie normy v obsahu rizikových kovov sledovaných normou nijako nesúvisí s acidifikáciou pochádzajúcou z lomu a haldy na Šobove, ale predstavuje zvýšené geochemické pozadie obsahu spomenutých prvkov pravdepodobne v celom štiavnickom regióne, a to v dôsledku širokého výskytu polymetalickej mineralizácie.

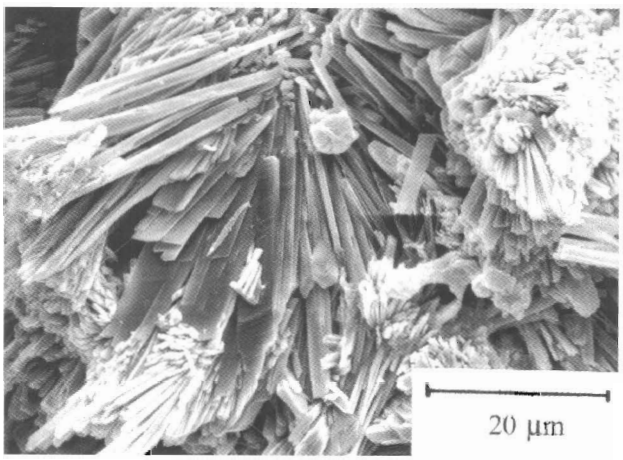
Sekundárne minerály na poškodenej pôde

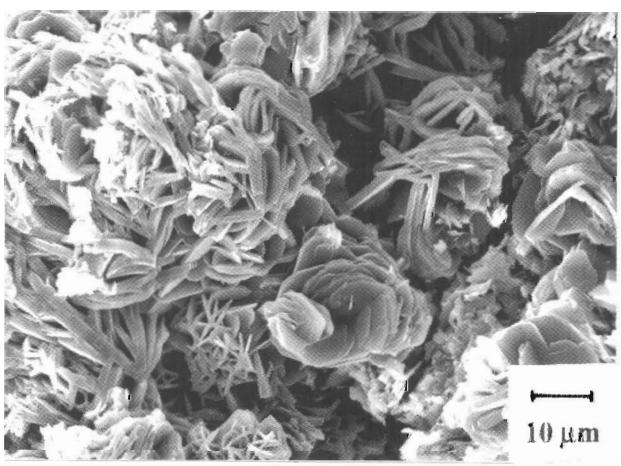
Na povrchu kyslej pôdy sa môžu tvoriť sekundárne minerály a môžu sa tam vyskytovať ako prakticky nerozpustné Fe hydroxidy, tak aj ako rozpustné hydrátované sírany Fe.

Ľahko rozpustné sírany sa najčastejšie tvoria počas suchých období ako produkty evaporizačných procesov, ktoré urýchľujú vzostup podzemnej vody k povrchu pôdy, resp. horniny. Podzemná voda sa stáva koncentrovanejšia a napokon sa z nej ako výsledok odparovania vyzrážajú síranové soli. Vznik Fe síranov je dôležitým medzikrokom k tvorbe nerozpustných Fe minerálov, takých, ako je goethit a jarosit. Všetky sekundárne sírany sú vysoko rozpustné a môžu byť príčinou vzniku kyslosti a migrácie rozpustených látok tečúcou vodou počas dažďov.

Na pôde pod haldou, osobitne v rajónoch pôdy bez vegetácie, možno sledovať svetlé až biele výkvety, poprašok sekundárnych minerálov. Typické hnedožlté až hnedočervené na Fe bohaté sekundárne minerály sú pozorovateľné na dne okrajoch kaluží a vysychajúcich jám, ako aj v miestach priesaku vody do odvodňovacích jarkov a potokov. Zvyčajne majú formu mäkkých zrazenín v nerovnakom stupni vysušeného povlaku, vrstvičiek až konkrécií. Viaceré sa na mineralogickú analýzu odobrali vo forme neporušených vzoriek pôdy s výkvetmi a povlakom zo svetlých jemnozrnných, resp. jemnokryštalických minerálov vznikajúcich priamo na pôde alebo pokrývajúcich zvyšky odumretých rastlín. Kryštalickú formu možno sledovať už pri malom zväčšení pomocou lupy. Z mechanicky oddelených sekundárnych minerálov sa pripravili práškové preparáty na rtg. difrakčnú analýzu a neporušené vzorky na štúdium v riadkovacom elektrónovom mikroskope. Rtg. difrakčný záznam poskytol obraz prakticky monominerálnej fázy sadrovca s malou prímesou kremeňa a elektrónový mikroskop umožnil sledovať dokonale vykryštalizované stĺpčekovité až lištovité kryštály sadrovca v typických až guľovitých agregátoch s lúčovitým vyrastaním predĺžených kryštálov (obr. 6A). Na niektorých kryštáloch boli viditeľné náznaky porušenia kryštálov, pravdepodobne znaky rozpúšťania. Vznik sadrovca signalizuje, že aj minimum pre rastliny potrebného Ca sa z pôdy dostalo do štruktúry tohto minerálu.

V lome identifikovaný síran Fe copiapit (obr. 6B) sme v pôde neidentifikovali, ale podarilo sa ho pripraviť jedno-





Obr. 6. A - Mikrofotografia sekundárneho sadrovca z povrchu pôdy v okolí haldy na Šobove, B - Mikrofotografia sekundárneho copiapitu z kremencového lomu na Šobove.

Fig. 6. A - scanning electron image of secondary gypsum on the soil surface near the mine dump, B - scanning electron image of secondary copiapite from the open mine.

duchým voľným odparovaním vody vytekajúcej do pôdy v laboratóriu, kde sa simuloval približne teplotný režim suchého a teplého leta (18 až 35 °C). Odparený zvyšok ustavične pohlcoval vzdušnú vlhkosť, a tak sa dosušil v sušičke pri teplote 50 °C. To pravdepodobne vysvetľuje, prečo sme ho nemohli identifikovať v prírodných podmienkach. Vyžadovalo by si to odber v najhorúcejšom a najsuchšom období roka. Ale je reálny predpoklad, že na povrchu pôdy existuje.

Na povrchu pôdy sa identifikovali aj ďalšie sírany, a to jarosit ($KFe_3[(SO_4)_2(OH)_6]$), a rozenit ($FeSO_4.4H_2O$). Aj ony sú dôkazom pôsobenia kyslej síranovej vody, lebo na ich vznik je aktivita takejto vody nevyhnutnou podmienkou.

Záver

- Výsledky jednoznačne potvrdili, že zdrojom znečistenia vo vymedzenom terénnom polygóne (obr. 1) je lom a halda na lokalite Šobov spätá s ťažbou sekundárneho kremenca.

- Bezprostredným zdrojom znečistenia je oxidácia pyritu v lome a v telese haldy a s ňou spojený vznik kyseliny sírovej, ktorá podmieňuje migrovateľnosť toxických prvkov pôvodne spätých s kryštálovou štruktúrou pyritu alebo ďalších akcesorických minerálov. Kyselina sírová zároveň rozkladá štruktúru veľkého množstva ílových minerálov - illitu a pyrofylitu, ktoré sú zdrojom toxického voľne migrujúceho katiónu Al.

- Oxidáciu lomového hlušinového materiálu v halde urýchľuje nevhodné umiestnenie haldy vo svahu pod lomom tak, že čiastočne acidifikovaná voda má prístup k jej materiálu.

- Najvýznamnejším médiom šíriacim znečistenie do okolia je kyslá voda, ktorá z lomu a haldy uniká ako oplachová dažďová voda okyslená rýchlo rozpustnými síranmi pokrývajúcimi povrch lomu a haldy alebo ako podzemná extrémne kyslá a mineralizovaná voda nadobúdajúca tieto vlastnosti pri mineralogicko-geochemických procesoch v telese haldy.

- Smery šírenia povrchovej znečistenej vody sledujú smery dokumentované morfometrickým modelom a leteckou snímkou okolia haldy.

- Šírenie podzemnej vody silne ovplyvňuje geologická stavba, najmä prítomnosť hydrotermálne premeneného tufu šobovskej série, ktorý tvorí nepriepustný - protektorský horizont. Predpokladáme, že maximálny hĺbkový dosah znečistenej podzemnej vody je 6 m. Podľa dostupných údajov je možno predpokladať existenciu istej depresie protektorskej vrstvy pod telesom haldy a elevácie v jej tesnej blízkosti v smere svahu. Tak sa pravdepodobne vytvára rezervoár kyslej vody, ktorého prelievanie po povrchu protektorského premeneného šobovského tufu spôsobuje podzemný tok vody v smere sklonu reliéfu. Priblíženie protektorskej horniny k povrchu zapríčiňuje vytekanie kyslej vody vo forme sutinových prameňov a priesakov do pôdy, a tak ju poškodzuje.

- Prúdiaca pripovrchová podzemná voda čiastočne znečistila aj pramene pitnej vody v rekreačnej zóne na brehu Belianskeho jazera. Výsledky naznačujú, že sa znečistenie do tejto zóny doteraz dostalo iba v jednom pomerne úzkom páse, ktorý významne zasiahol tri studne, resp. pramene. Je nebezpečenstvo, že sa znečistenie môže časom rozšíriť aj do ostatných prameňov a studní v tejto oblasti.

- Najďalej sa znečistenie dostáva Jergištôlňanským potokom.

- Kyslá voda negatívne ovplyvňuje plochu 145 000 m^2, spôsobuje degradáciu pôdy a poškodzovanie až úhyn vegetácie. V súčasnosti plocha dezertifikovanej pôdy bez humusovej vrstvy a vegetácie predstavuje plochu cca 35 000 m^2. Pôda postihnutá acidifikáciou, teda s pH nižším ako 4,5 predstavuje pri meraní pH vo vode plochu asi 110 000 m^2 a pri meraní pH v 1M roztoku KCl dokonca až 460 000 m^2.

Poďakovanie. Táto práca vznikla vďaka podpore Štátneho fondu životného prostredia Slovenskej republiky, Dinas, š. p., a grantu VEGA číslo 1/1809/94. Zároveň ďakujeme za elektrónové mikrofotografie dr. Holickému a dr. Krištínovi a za rtg. difrakčné analýzy dr. Puškelovej.

Literatúra

Blaha, B. & Vitásek, A., 1993: Sanácia haldy lomu Šobov. I., II. a III. podetapa záverečnej správy. *Manuskript - archív Dinas, š. p., Banská Belá.*

Forgáč, J., Streško, V. & Škvarka, L., 1995: Výskyt toxických prvkov v oblasti Banskej Štiavnice. *Mineralia Slov., 27, 45 - 56.*

Holub, Z., Banásová, V. & Križáni, I., 1991. Vplyv acidifikácie pôdy na rastlinstvo v oblasti ťažby hydrokvarcitu (Šobov). *Zbor. konferencie Geológia a životné prostredie, Donovaly, 114 - 117.*

Holub, Z., Šimonovičová, A. & Banásová, V., 1993: The influence of acidification on some chemical and microbiological properties of soil, those determining plant viability. *Biológia (Bratislava), 48, 671 - 675.*

Jambor, J. L. & Blowes, D. W., 1994: Environmental geochemistry of sulfide mine-wastes. *Mineral. Assoc. Canada, Waterloo. 22, 438.*

Konečný, V., Lexa, J. & Planderová, E., 1983: Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 9.*

Nordstrom, D. K., 1982: Aqueous pyrite oxidation and consequent formation of secondary iron minerals. In: Acid sulfate weathering. *Soil Sci. Soc. Amer., 37 - 46.*

Oružinský, V., Lintnerová, O., Holický, I. & Hurai, V., 1986: Stredoslovenské dinasové kremence vo svetle nových poznatkov. *Zbor. IV. cyklický mineralogický seminár, Nové Město na Moravě, 27 - 37.*

Oružinský, V., 1989: Sekundárne kvarcity stredoslovenských neovulkanitov. *Mineralia Slov., 21, 6, 525 - 533.*

Polák, S., 1960: Záverečná správa a výpočet zásob Banská Štiavnica, Šobov-kremence. *Manuskript - archív Geofond Bratislava 401.*

Polák, S., 1961: Stredoslovenské dinasové kremence a perspektíva ich priemyselného využitia. *Geol. Průzk., 2, 37 - 39.*

Polák, S., 1969: Ku genéze ložiska dinasových kremencov na vrchu Šobov pri Banskej Štiavnici. *Geol. Práce, 29, 143 - 155.*

Uhlík, P., 1996: Distribúcia pyrofylitu na ložisku Šobov a porovnanie jeho vlastností s pyrofylitom z Vígľašskej Huty. *Dipl. práca, KLG, PriF UK, Bratislava, 63.*

Uhlík, P. & Šucha, V., 1997: Distribúcia pyrofylitu ložiska Šobov a porovnanie jeho vlastností s pyrofylitom z Vígľašskej Huty. *Mineralia Slov., 29, 1*

Acidification in the Šobov region (Štiavnické vrchy Mts.): manifestations and causes

The presented paper describes negative environmental processes connected with exploitation of secondary quartzites in the open mine at Šobov NE of Banská Štiavnica. Application of different field and laboratory analytical approaches showed clearly that the main risk in the region is acidification. Acidification sources in the region are both mine dump and open mine (see Fig. 1). Origin of sulphuric acid is the pyrite oxidation. The acid attacks other minerals and causes high migrarion rate of different toxic elements fixed before in the mineral structure. High amount of dissolved clay minerals (the most abunant are illite and pyrophyllite) presented in the mine waste causes high concentration of Al in the water. The main transportation medium of pollution is acid water distributed by the several ways. Among them belongs the water acidified by dissolved sulfates covering the surface of the open mine or the ground water acidified by mineralogical and geochemical processes in the mine dump. Properties of the geological structures at the deposit significantly affects the migration of the polluted water. Particularly the horizon of altered tuffs of the Šobov Formations acts as a barrier against the migration of the acid water to the depth. We assume that the deepest circula-tion of pollution is at 6 m. On the basis of results presented in the paper we expect an existence of the small depression of the sealing horizont under the mine dump. The depression is filled by polluted water that flows under the surface on the top of sealing horizon downhill. At some places when sealing horizon is versy close to the surface (60 - 80 cm) we observe acid springs that affect seriously soils and vegetation. Polluted area represents at present about 145000 m^2. Dezertified area without any vegetation and humus cover reaches 35000 m^2.

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 417 - 426

Skarnoidná mineralizácia v ložisku Hnúšťa - Mútnik

LÍDIA TURANOVÁ, JÁN TURAN a JOZEF STANKOVIČ

Prírodovedecká fakulta UK, Geologický ústav, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené , 21 7. 1997, revidovaná verzia doručená 21.7.1997)

Skarn mineralization in the talc deposit Hnúšťa - Mútnik in the Western Carpathians

The manifestation of skarn mineralization in the deposit Mútnik were known earlier, but the occurrences of mineralization with richer association of nonmetallic minerals including skarn characteristic minerals, like pyroxenes, vesuvianite, wollastonite and others, were found in the western part of deposit Barbora part) only recently.

Examined mineralization consists of irregularly thick laminae (to 0.5 cm). In the vertical cross-section the dark and light laminae are alternating. Their different colours are caused by concentration of different mineral associations. The minerals of studied association - pyroxenes, vesuvianite, wollastonite, garnets and clinozoisite are characterized with emphasis on their identification and chemical composition.

The rich skarn mineralization in the Mútnik deposit exhibits distinctive traces of contact metamorphism, although until recent here is not unambiguously known the magmatic source, causing the contact metamorphism in this deposits.

Key words: skarn mineralization, magnezite-talc deposit, Western Carpathians.

Úvod

Prejavy skarnoidnej mineralizácie v Nižnej štôlni ložiska Mútnik, na ktoré upozornil geológ tohto ložiska Lisý, sme opísali už roku 1981 (Vančová a Turan, 1981). Išlo o skarnoidnú mineralizáciu s hojným zastúpením granátu, amfibolu, biotitu a magnetitu, ako aj niektorých sprievodných minerálov, ale bez ďalších charakteristických minerálov skarnovej mineralizácie. V ostatnom období sme zistili podobnú mineralizáciu v západnej časti ložiska Mútnik, a to v časti Barbora, kde sú vyvinuté horniny s bohatšou asociáciou najmä nerudných minerálov, ako sú pyroxény, flogopit, vezuvián a wollastonit.

V obidvoch prípadoch majú skúmané horniny blízky priestorový vzťah k amfibolitovým telesám a nachádzajú sa alebo priamo v nich, alebo v ich bezprostrednej blízkosti.

Cieľom tejto štúdie je detailne charakterizovať minerály novoobjavených skarnoidných hornín v západnej časti ložiska Mútnik (v časti Barbora). Je to dôležité najmä preto, že v súčasnosti nemožno získať ďalší materiál, lebo miesta výskytu skarnoidov nie sú prístupné. Nie je však vylúčené, že nové prieskumné diela odkryjú výskyty na väčšej ploche, čím by sa získali ďalšie poznatky umožňujúce presnejšie sa vyjadriť o genéze skúmaných hornín ložiska.

Práce sa vykonali v rámci grantového projektu 1/4235/97, ktorého cieľom je výskum magnezitovej mineralizácie na Slovensku.

Metodika výskumu

Minerálne zloženie hornín sa stanovilo mikroskopicky (analytik J. Turan), rtg. difrakčnou analýzou (analytik J. Ševc) a termickou metódou (analytik J. Turan). Obsah uhličitanov sa stanovil manometricky (analytička L. Turanová).

Chemické zloženie vyseparovaných zŕn sa stanovilo elektrónovou mikroanalýzou na prístroji Jeol 840 (analytik J. Stankovič) za takýchto podmienok: urýchľovacie napätie 20 kV, 12 nA, použité štandardy SiO_2 (pri Si), spinel (Mg, Al), FeO (Fe), MnO (Mn), chromit (Cr), kovový Ni a Co (Ni a Co), TiO_2 (Ti), adulár (K) a albit (Na).

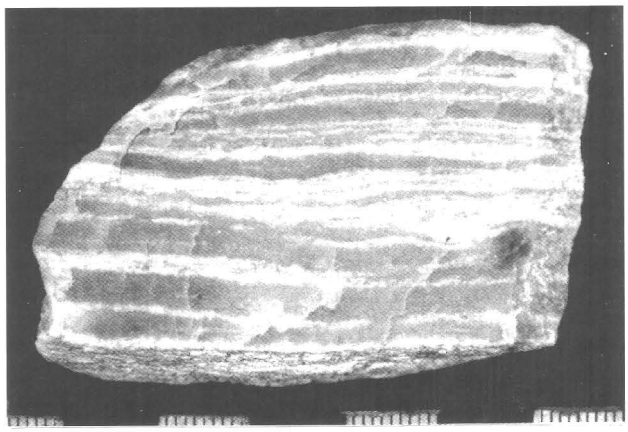
Prejavy skarnoidnej mineralizácie v ložisku Mútnik

Nové výskyty skarnoidnej mineralizácie sú mimo vlastného ložiska, v jeho podložnej časti. Ide o malé výskyty na dvoch horizontoch prieskumného banského diela Barbora, a to na I. horizonte vo vtedajšej čelbe prekopu P-7 a na II. horizonte, kde sa táto mineralizácia zistila približne o 50 m nižšie.

Skúmaná mineralizácia sa viaže na bridličnaté karbonátové horniny, ktorých plochy bridličnatosti zvýrazňuje prítomnosť dosť intenzívne premeneného flogopitu. Horniny tvoria v ložisku konkordantne uložené šošovkovité telesá v amfibolitoch alebo v ich bezprostrednej blízkosti s nezisteným smerným dosahom. Smer telies je zhruba V - Z a sklon okolo 40° na S, čiže sú konformné s ložiskom.

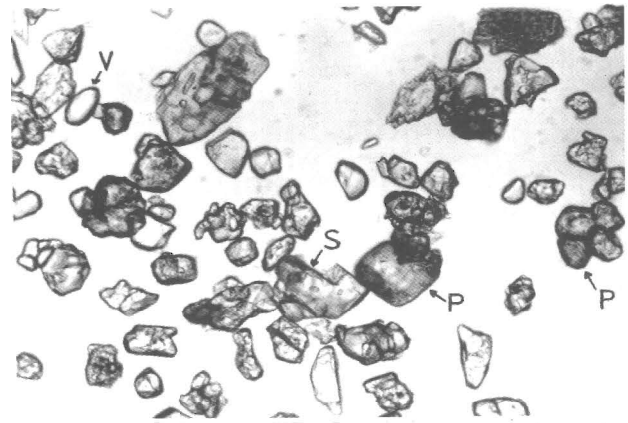
Minerálne zloženie

Pre skúmané laminované horniny (obr. 1) je typická nasledujúca asociácia minerálov. V tmavých laminách sú zastúpené najmä pyroxény, vezuvián a granáty a svetlé laminy sú bohaté na kalcit, wollastonit a saponit. V skúmaných horninách vystupuje aj typ karbonátových lami-



Obr. 1. Typická laminovaná hornina so skarnovou mineralizáciou. Lokalita Hnúšťa-Mútnik, štôlňa Barbora, 1. obzor, vzorka Ba-4/95. Originálna veľkosť.

Fig. 1. Representative laminated rock with skarn mineralization. Locality Hnúšťa-Mútnik, Barbora gallery, 1st mining level, sample Ba-4/95. Original dimension.



Obr. 2. Izometrické zrná pyroxénu (P) s ojedinelými zrnami vezuviánu (V) a sideritu (S) po rozklade horniny v kyseline soľnej. Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, štôlňa Barbora, 1. obzor, vzorka Ba-8/95. Zväčšenie 75x.

Fig. 2. Isometric grains of pyroxene (P) with isolated grains of vesuvianite (V) and siderite (S) after decomposition in hydrochloric acid. Locality Hnúšťa-Mútnik, Barbora gallery, 1st mining level, sample Ba-8/95. Magnification 75x.

novaných hornín, v ktorých sa čiastočne zachoval aj flogopit. V ich tmavých laminách sa vyskytuje ešte aj siderit a epidot, zriedkavejšie zoisit alebo klinozoisit a pyrit, vo svetlejších častiach je najhojnejšie zastúpený tremolit a dolomit.

Ide o mineralizáciu, ktorá obsahuje viac minerálov typomorfných pre kontaktnú metamorfózu (granáty, pyroxény, vezuvián, wollastonit, flogopit atď.). I keď uvedená paragenéza jednoznačne poukazuje na skarnovú mineralizáciu vznikajúcu pri kontaktnej metamorfóze, magmatický zdroj, ktorý by bol uvedený proces vyvolal doteraz nie je známy.

Keďže ide o minerály, z ktorých bol podrobnejšie opísaný iba granát (Vančová a Turan, 1981), venovali sme skarnoidným horninám objaveným v západnej časti ložiska v štôlni Barbora pri identifikácii zvýšenú pozornosť. Ďalej uvádzame základnú charakteristiku minerálov.

Pyroxén

Je najhojnejší minerál v tmavých laminách skúmaných hornín a dodáva im sivozelený odtieň. Tvorí drobné izometrické idiomorfne alebo hypidiomorfne obmedzené zrná veľké iba niekoľko stotín mm, často s agregátnou stavbou tmelenou kalcitom, ktorá sa pôsobením HCl rozpadáva na jednotlivé zrná (obr. 2). Kostov (1971) pre agregátnu stavbu pyroxénov uvádza názov kokolit. Zrná pyroxénu majú výrazný reliéf. Veľmi často v nich možno pozorovať uzavreniny, najčastejšie kalcitu. Pleochroizmus na zrnách nevidieť alebo je veľmi nezreteľný. Na drobných zrnách nebolo možno pozorovať ani štiepateľnosť, ktorá je pre pyroxény zvyčajne veľmi typická. Ale namerané hodnoty indexu lomu $N\gamma = 1{,}710$, $N\alpha = 1{,}685$ a dvojlomu 0,025 dobre korešpondujú s tabuľkovými údajmi diopsidu.

Aj keď pyroxény tvoria podstatnú časť tmavších polôh skúmaných hornín, od ostatných minerálov sa separujú ťažko. Separácia v ťažkých kvapalinách je málo účinná, lebo hustota pyroxénov sa prakticky prekrýva s hustotou ďalších minerálov, s ktorými vystupuje v asociácii (ide najmä o vezuvián, granáty a klinozoisit). V prostredí s vyšším obsahom Fe sme zistili aj prítomnosť epidotu, pyritu a na prekvapenie aj vysoko železnatého karbonátu - sideroplezitu, ktorý sa viaže iba na tento typ horniny a v iných častiach ložiska sa nezistil.

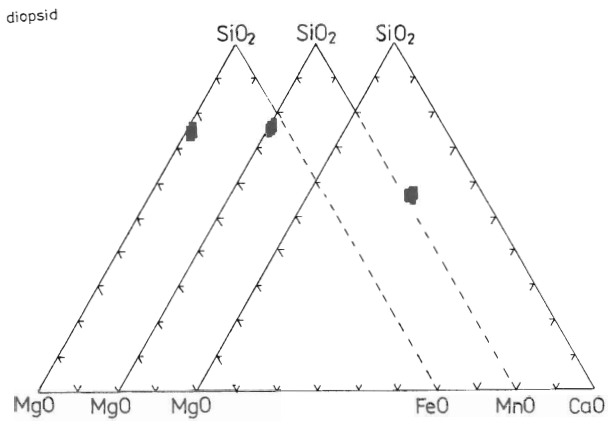
Pyroxén sa identifikoval aj rtg. fázovou analýzou. Difrakčné línie s maximálnou intenzitou 2,99 (10) a 2,52 (10) zodpovedajú údajom z literatúry pre diopsid (Kostov, 1971; Michejev, 1957).

Chemické zloženie diopsidu stanovené elektrónovým mikroanalyzátorom Jeol 840 je v tab. 1. Je pomerne rov-

Tab. 1
Chemické zloženie diopsidu
Chemical composition of diopside

Zložka	1	2	3	4	5	6
SiO_2	55,05	55,67	55,36	55,05	55,10	55,05
Al2O3	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,10
FeO*	1,14	1,13	1,08	1,31	1,11	1,14
MnO	0,60	0,23	0,25	0,50	0,24	0,60
MgO	16,54	18,08	18,47	17,02	17,51	16,54
CaO	25,32	25,63	24,29	24,85	24,41	25,32
Na_2O	0,23	0,00	0,14	0,20	0,13	0,23
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
CaO	0,10	0,03	0,00	0,00	0,09	0,10
Cr_2O_3	0,05	0,08	0,06	0,04	0,09	0,05
Suma	99,13	100,95	99,76	99,08	98,88	99,13
Množstvo iónov v prepočte na 6 O						
Si^{4+}	2,02	2,00	2,01	2,02	2,02	2,02
Al^{3+}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Fe^{2+}	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
Mn^{2+}	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
Mg^{2+}	0,90	0,97	1,00	0,93	0,96	0,90
Ca^{2+}	1,00	0,99	0,94	0,98	0,96	1,00
Total	3,98	4,00	3,99	3,98	3,98	3,98
O^{2-}	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

*Celkové Fe stanovené ako FeO
*Total Fe determined as FeO



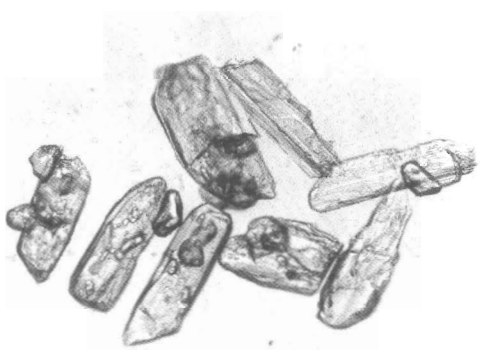
Obr. 3. Diagram zastúpenia MgO, FeO, MnO, CaO a SiO_2 v diopside.
Fig. 3. Diagram of MgO, FeO, MnO, CaO and SiO_2 abundance in diopside.

norodé a takmer všetky analyzované vzorky padajú do jedného bodu (obr. 3). V orientačnom klasifikačnom diagrame Q - J (Morimoto, 1988) sa hodnoty skúmaných vzoriek pyroxénu blížia priamke Q + J = 2,0 a sú v poli zodpovedajúcom quadu, t. j. Ca-Mg-Fe pyroxénom a v klasifikačnom diagrame Ca-Mg-Fe pyroxénov skúmaný minerál zodpovedá diopsidu.

Priemerné chemické zloženie približne zodpovedá zloženiu $Ca_{0,98}(Mg, Fe)_{0,99}Si_{2,02}O_6$ bez väčšieho zastúpenia Al, Ni, Co, Cr, čo je v dobrej zhode s údajmi Deera et al. (1965) pre diopsid z metamorfovaného vápenca a dolomitu zo skarnov.

Vezuvián

V skúmanej mineralizácii sa úzko viaže na tmavé laminy spolu s pyroxénom, granátom a klinozoisitom. Jeho kvantitatívne zastúpenie je veľmi malé, a preto sa doteraz v ložisku Mútnik neidentifikoval.



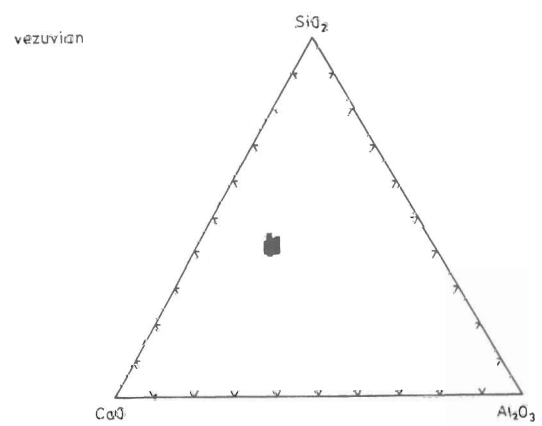
Obr. 4. Vyseparované zrná vezuviánu s početnými uzavreninami. Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, štôlňa Barbora, 1. obzor, vzorka Ba-4/95. Zväčšenie 95x.
Fig. 4. Separated vesuvianite grains with numerous inclusions. Locality Hnúšťa-Mútnik, Barbora gallery, 1st mining level, sample Ba-4/95. Magnification 95x.

Tab. 2
Chemické zloženie vezuviánu
Chemical composition of vesuvianite

Zložka	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	37,71	37,41	38,82	37,28	37,65	38,06	38,10
Al_2O_3	17,49	16,32	14,55	16,29	15,73	16,49	15,95
FeO*	3,45	3,85	3,24	3,31	3,59	3,46	3,48
MnO	0,21	0,20	0,23	0,17	0,19	0,17	0,12
MgO	2,24	2,62	2,70	3,21	3,24	2,81	2,56
CaO	34,92	35,08	34,45	34,06	36,60	36,29	36,80
Na_2O	0,12	0,05	0,10	0,00	0,02	0,09	0,06
K_2O	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00
Cr_2O_3	0,05	0,06	0,08	0,08	0,07	0,06	0,04
TiO_2	0,42	0,48	1,36	0,76	0,50	0,64	0,64
Suma	96,61	96,07	95,56	95,17	97,61	98,08	97,75
Množstvo iónov v prepočte na 76 (O, OH, F)							
Si^{4+}	18,98	19,03	19,74	19,04	18,93	18,97	19,08
Al^{3+}	10,38	9,78	8,72	9,81	9,32	9,68	9,42
Fe^{2+}	1,45	1,64	1,38	1,41	1,51	1,44	1,46
Mn^{2+}	0,09	0,09	0,10	0,07	0,08	0,07	0,05
Mg^{2+}	1,68	1,99	2,05	2,44	2,43	2,09	1,91
Ca^{2+}	18,84	19,12	18,77	18,64	19,71	19,38	19,75
Na^{1+}	0,12	0,05	0,10	0,00	0,02	0,09	0,06
K^{1+}	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
Cr^{3+}	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Ti^{4+}	0,16	0,18	0,52	0,29	0,19	0,24	0,24
Total	51,72	51,91	51,42	51,75	52,23	51,99	51,99
O^{2-}	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00

*Celkové Fe stanovené ako FeO
*Total Fe determined as FeO

Vezuvián tvorí individuálne spravidla idiomorfne alebo hypidiomorfne obmedzené drobné približne 0,01 mm veľké zrná so stĺpčekovitým habitom a pyramidálnym zakončením (obr. 4). V mikroskope možno v jeho zrnách pozorovať početné uzavreniny kalcitu, nápadne vysoký reliéf, pomerne vysoký index lomu $N\gamma = 1,731$ a $N\alpha = 1,726$ a veľmi nízky dvojlom 0,005, ktorý sa prejavuje škálou sivých interferenčných farieb prvého radu temer vo všetkých optických smeroch. V tom sa podobá niektorým granátom so slabou anizotropiou, ale tie majú podstatne vyšší index lomu a odlišný habitus.



Obr. 5. Diagram zastúpenia CaO Al_2O_3 a SiO_2 vo vezuviáne
Fig. 5. Diagram of CaO, Al_2O_3 and SiO_2 abundance in vesuvianite.

Chemické zloženie vezuviánu stanovené mikroanalyzátorom Jeol 840 a množstvo iónov v prepočte na 76 (O, OH, F) uvádza tab. 2 a graficky je vyjadrené diagramom SiO_2, Al_2O_3, CaO (obr. 5). Rozkolísaniu obsahu CaO (od 33,29 do 38,38 %) zodpovedá rozkolísanie obsahu Al_2O_3 (od 14,55 do 17,49 %), čiastočne aj TiO_2 (od 0,32 do 1,36 %).

Priemerné chemické zloženie analyzovaných vezuviánov, ktoré možno vyjadriť vzorcom $Ca_{19,18}(Mg, Fe, Al)_{13,19}Si_{19,10}(O, OH, F)_{76}$, sa viac blíži vzorcu vezuviánu Machatschkého (1931 in Deer et al., 1965) ako Warrena a Modella (1931 in Deer et al., 1965).

Granáty

Na rozdiel od Nižnej štôlne, kde vystupujú granáty v asociácii a magnetitom, dolomitom, biotitom a amfibolom v granatických svoroch, rule a amfibolitoch, v západnej časti ložiska Mútnik v časti Barbora (obr. 6), vystupujú spolu s pyroxénom, vezuviánom a epidotom. Na II. obzore jamy Barbora sa výnimočne zistili aj granáty vo forme nepravidelných hniezd bez sprievodnej mineralizácie v dolomite.

V mikroskope sa granáty javia ako izotropné, niekedy aj slabo anizotropné minerály s vyšším indexom lomu, ako má metylénjodid (1,640).

Chemické zloženie granátov je v tab. 3 a na obr. 7. Chemické zloženie a jeho prepočet na pyropovú, almandínovú, spessartínovú a grossulárovú zložku ukázali, že skúmané granáty - na rozdiel od predchádzajúcich pozorovaní (Vančová a Turan, 1981) - sú zastúpené Ca a Fe granátmi, v ktorých je 87,3 % grossulárovej a 12,2 % almandínovej zložky, kým pyropová a spessartínová zložka sú zastúpené menej ako 0,3 % (obr. 8).

Tab. 3
Chemické zloženie granátov
Chemical composition of garnets

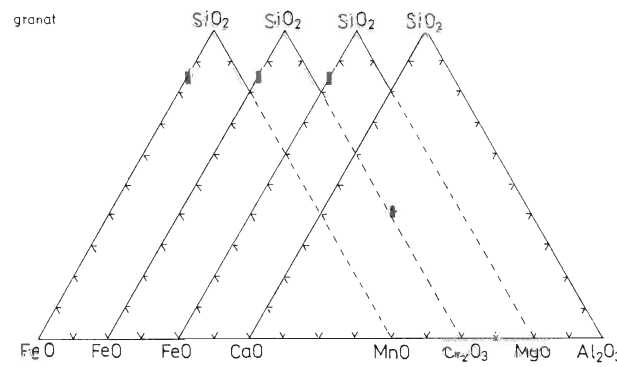
Zložka	1	2	3	4
SiO_2	38,40	38,64	38,43	39,19
Al_2O_3	18,85	18,21	19,07	19,25
FeO*	6,45	6,21	6,38	6,27
MnO	0,00	0,17	0,14	0,22
MgO	0,08	0,08	0,03	0,07
CaO	35,51	35,68	35,76	34,86
Cr_2O_3	0,00	0,13	0,02	0,13
TiO_2	0,00	0,93	0,91	0,75
Suma	99,29	100,05	100,74	100,74
Množstvo iónov v prepočte na 24 O				
Si^{4+}	6,00	5,99	5,92	6,01
Al^{3+}	3,47	3,33	3,46	3,48
Fe^{2+}	0,84	0,81	0,82	0,80
Mn^{2+}	0,00	0,02	0,02	0,03
Mg^{2+}	0,02	0,02	0,01	0,02
Ti^{4+}	0,00	0,11	0,11	0,09
Cr^{3+}	0,00	0,02	0,00	0,02
Ca^{2+}	5,94	5,93	5,90	5,72
Total	16,27	16,22	16,24	16,16
O^{2-}	24,00	24,00	24,00	24,00

*Celkové Fe stanovené ako FeO
*Total Fe determined as FeO



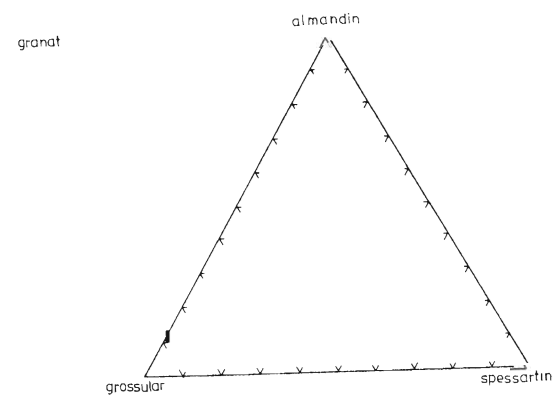
Obr. 6. Vyseparované zrná granátu zo skarnu. Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, štôlňa Barbora, 1. obzor, vzorka Ba-4/95. Zväčšenie 65x.

Fig. 6. Separated grains of garnet from skarn. Locality Hnúšťa-Mútnik, Barbora gallery, 1st mining level, sample Ba-4/95. Magnification 65x.



Obr. 7. Diagram zastúpenia FeO, CaO, MnO, Cr_2O_3, MgO, Al_2O_3 a SiO_2 v granátoch.

Fig. 7. Diagram of FeO, CaO, MnO, Cr_2O_3, MgO, Al_2O_3 and SiO_2 abundance in garnets.



Obr. 8. Diagram zastúpenia almandínovej, grossulárovej a spessartínovej zložky v granátoch zo skarnov.

Fig. 8. Diagrams of abundance of almandite, grossularite and spessartite component in garnets from skarns.

Granáty podrobnejšie opísala Vančová a Turan (1981).

Wollastonit

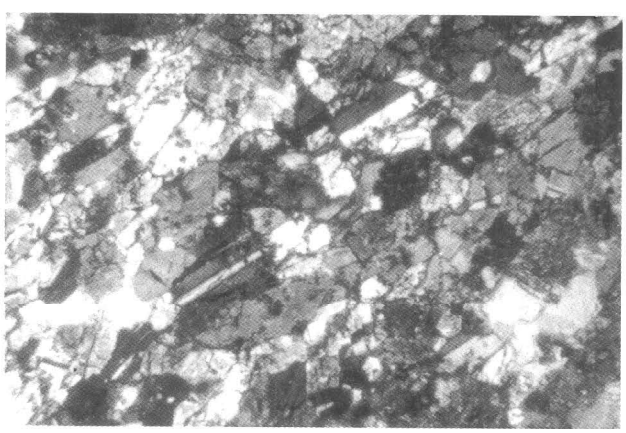
Ide o pomerne zriedkavý minerál. Zistili sme ho na dvoch miestach pôvodnej čelby prekopu 7 na 1. obzore jamy Barbora v ložisku Mútnik. Viaže sa výlučne na znečistený vápenec, príp. dolomitický vápenec. Koncentruje sa vo svetlých polohách spolu s kalcitom, zriedkavejšie aj saponitom.

Opticky sa identifikuje ťažko, lebo jeho základné optické charakteristiky - index lomu, dvojlom, zhášanie, štiepateľnosť, dvojčatné zrasty - sa prekrývajú s optickými charakteristikami tremolitu, s ktorým sa bežne vyskytuje najmä v dolomite. Až pri detailnejšom optickom štúdiu sme zistili isté rozdiely v indexe lomu, ktoré sú v rozmedzí Nγ = 1,631, Nα = 1,616 čo zodpovedá dvojlomu 0,015, kým tremolit má index lomu zvyčajne Nγ = 1,633, Nα = 1,607 a z toho vychodiaci vyšší dvojlom 0,026. Wollastonit oveľa častejšie tvorí jednoduché dvojčatné, ale výnimkou nie sú ani polysyntetické zrasty (obr. 9).

Určité rozdiely možno pozorovať aj v ďalších charakteristikách. Kým wollastonit podľahol iba minimálnym premenám, tremolit býva intenzívne steatitizovaný. Wollastonit je rozpustnejší v HCl ako tremolit a vyskytuje sa v horninách s vysokým obsahom kalcitu, zatiaľ čo tremolit spravidla býva v dolomite, príp. v dolomitickom vápenci. Je to pochopiteľné, pretože wollastonit na svoj vznik potrebuje vysokú koncentráciu Ca.

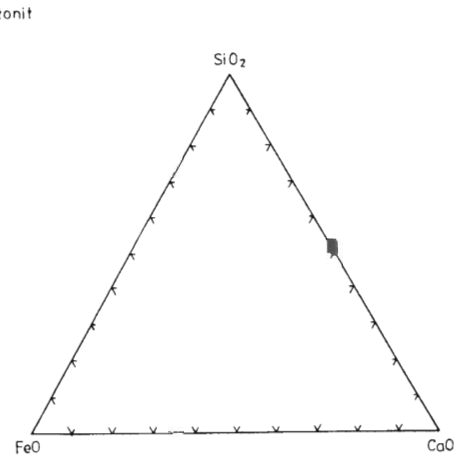
Röntgenodifraktografickej identifikácii wollastonitu predchádzala separácia, ktorá pre už spomenuté príčiny nebola dokonalá. Ale namerané difrakčné línie 3,30 A 2,97 A a 1,715 A poukazujú na prítomnosť wollastonitu.

Chemické zloženie uvedené v tab. 4 a na obr. 10 prítomnosť wollastonitu jednoznačne potvrdzuje. Wollastonit sa skladá takmer výlučne z Ca a Si, ktoré tvoria prakticky 100 %. Nepatrne je zastúpené Fe, Mn a Mg, ktorých obsah spolu neprekračuje 0,25 %. Tieto prvky môžu Ca vo wollastonite izomorfne zamieňať najmä v kontaktne metamorfovaných karbonátových horninách (Deer et al., 1965).



Obr. 9 Zrasty wollastonitu (pripomínajúce albit). Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, štôlňa Barbora, 1. obzor, vzorka Ba-4/95. Zväčšenie 70x, nikoly X.

Fig. 9. Wollastonite twins (similar to albite). Locality Hnúšťa-Mútnik, Barbora gallery, 1st ming level, sample Ba-4/95. Magnification 70x, crossed nicols.



Obr. 10. Diagram zastúpenia FeO, CaO a SiO_2 vo wollastonite.
Fig. 10. Diagram of FeO, CaO and SiO_2 abundance in wollastonite.

Vo väčšine prípadov sa wollastonit tvorí ako výsledok reakcie $CaCO_3 + SiO_2 = CaSiO_3 + CO_2$, ktorú spolu s podmienkami jeho tvorby uvádza už Harker a Tuttle (1956 in Deer et al., 1965).

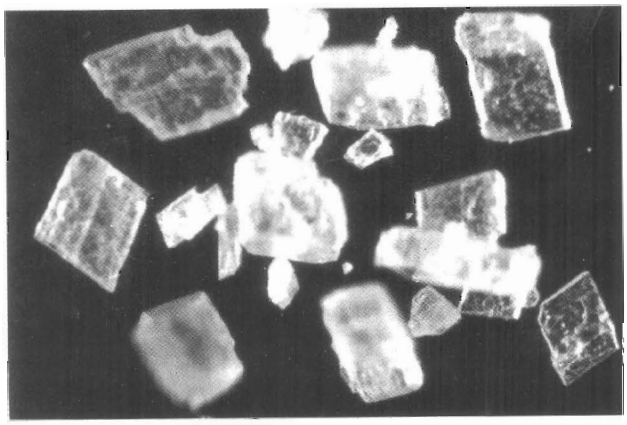
Siderit

V skúmaných horninách sa v nepatrnom množstve vyskytuje aj Fe karbonát, ktorý sme identifikovali v ťažkej frakcii vzorky Ba-4/85 z 1. obzoru jamy Barbora (obr. 11). Jeho najbohatšie koncentrácie sa však vyskytovali

Tab 4
Chemické zloženie wollastonitu
Chemical composition of wollastonite

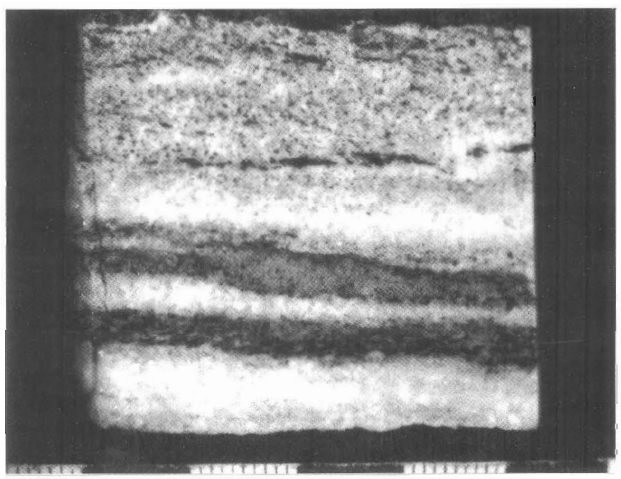
Zložka	1	2	3	4	5
SiO_2	51,73	51,73	51,65	51,41	50.80
Al_2O_3	0,00	0,09	0.00	0.08	0,07
FeO*	0,21	0,10	0.08	0.04	0.10
MnO	0,29	0.06	0.03	0,10	0.09
MgO	0.03	0.06	0.00	0,01	0,01
CaO	47,41	48,73	49,17	48,41	48,82
Cr_2O_3	0.07	0.06	0,08	0,02	0,03
TiO_2	0.00	0.02	0,05	0,03	0.01
Suma	99,74	100.85	101,06	100,10	99,93
Množstvo iónov v prepočte na 18 O					
Si^{4+}	6,01	5,96	5,95	5,97	5,93
Al^{3+}	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Fe^{2+}	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Mn^{2+}	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg^{2+}	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Ca^{2+}	5,91	6,02	6,07	6,02	6,10
Cr^{3+}	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Ti^{4+}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	11,98	12,03	12,04	12,02	12,07
O^2	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00

*Celkové Fe stanovené ako FeO
*Total Fe determined as FeO



Obr. 11. Zrná siderítu. Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, štôlňa Barbora, 1. obzor, vzorka Ba-9/95. Zväčšenie 45x.

Fig. 11. Siderite grains. Locality Hnúšťa-Mútnik, Barbora gallery, 1st mining level, sample Ba-9/95. Magnification 45x.



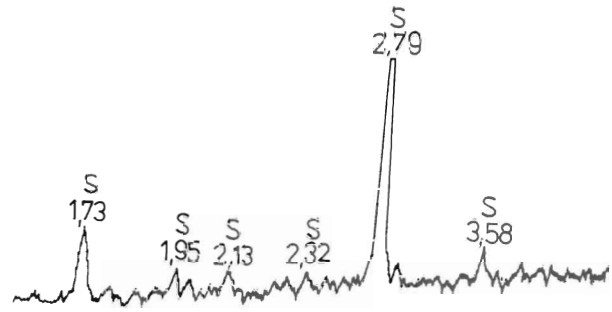
Obr. 12. Dolomit (svetlý) s laminami flogopitu so sideritom (tmavý). Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, štôlňa Barbora, 1. obzor, vzorka Ba-9/95. Zväčšenie 45x.

Fig. 12. Dolomite (light) with laminae of phlogopite with siderite (dark). Locality Hnúšťa-Mútnik, Barbora gallery, 1st mining level, sample Ba-9/95. Magnification 45x.

v tmavých laminovaných karbonátových horninách s hojným zastúpením flogopitu, príp. biotitu (obr. 12). Je pravdepodobné, že tieto horniny boli pôvodne bohaté na organickú zložku, ktorá vytvorila mierne redukčné prostredie vhodné na vznik siderítu.

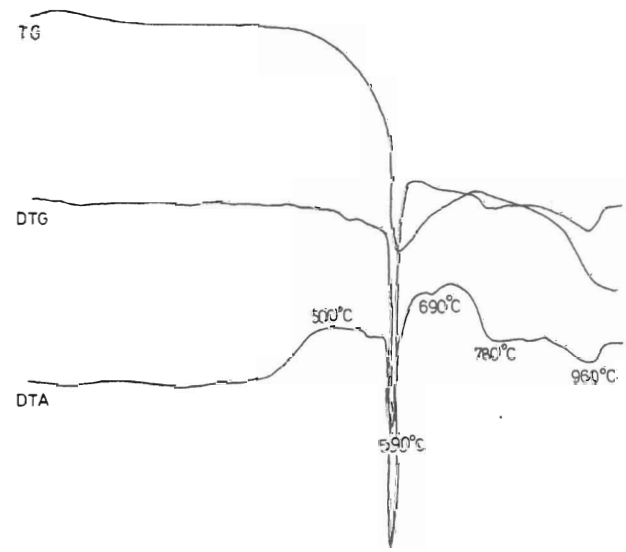
Siderit sa identifikoval opticky na zrnách separovaných v metylénjodide. Zrná minerálu v metylénjodide klesali na dno, čo znamená, že ich hustota je vyššia ako 3,3 a index lomu vyšší ako 1,740.

Na röntgenogramoch sa výrazne prejavili difrakčné línie 3,57 A, 2,776 A, 2,13 A a 1,728 A (obr. 13), ktoré svedčia o výskyte siderítu. O prítomnosti siderítu sa možno presvedčiť aj na derivatograme analyzovanej vzorky (obr. 14). Uplatnila sa na ňom výrazná prudká endotermická reakcia s teplotným maximom pri 580 °C - zodpovedajúca úniku CO_2 a s výrazným úbytkom hmotnosti pozorovanom na TG krivke - a potom endoterma prechádzajúca do



Obr. 13. Röntgenogram vzorky Ba-9/90 (S = siderit). Podmienky stanovenia: DRON UM-1, lampa CuKα, Ni filter, 35 kV, 20 mA, T (časová konšt.) 4, 2400 imp.

Fig. 13. X-ray spectra of sample Ba-9/90 (S = siderite). Analytical conditions: DRON UM-1, CuKα, Ni filter, 35 kV, 20 mA, T (time constant) = 4, 2400 imp.



Obr. 14. Derivatogram vzorky s obohatením siderítu. Vzorka Ba-9/90. Podmienky stanovenia, derivatograf MOM Q-1500 D, navážka 220 mg, citlivosť TG 100 mg, citlivosť DTA 0,5 V, citlivosť DTG 2,5 V, teplota 20 - 1000 °C, rýchlosť ohrevu 10 °C/min, celková strata 26,36 %.

Fig. 14. Derivatogram of sample with enriched siderite. Sample Ba-9/90. Analytical conditions: MOM Q-1500 D apparatus, charge 220 mg, sensibility DTA 0.5 V, sensibility DTG 2.5 V, temperature 20 - 1000 °C, warming velocity 10 °C/min, whole loss 26.36 %.

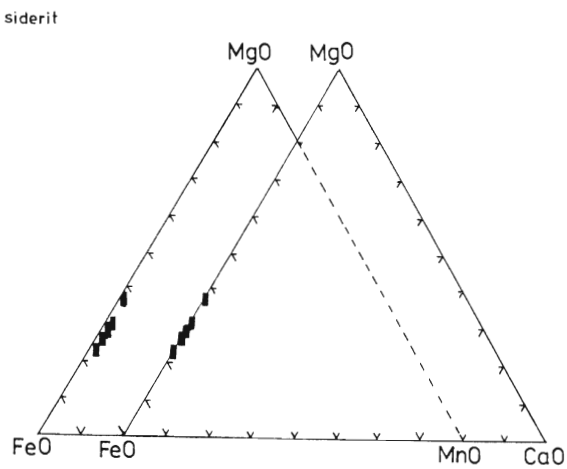
exotermickej reakcie v teplotnom rozmedzí do 780 °C. V analyzovanej nedokonale separovanej vzorke sa okrem uhličitanu vyskytuje pyrit, ktorý sa na derivatograme prejavil pretiahnutou exotermou s teplotným maximom pri 500 °C a minerál skupiny epidot - zoisit, ktorého rozklad sa prejavil endotermickou reakciou s vrcholom pri 960 °C.

Chemické zloženie Fe karbonátu vyskytujúceho sa spolu s diopsidom je v tab. 5, resp. na obr. 15. Podľa Meisnerovej klasifikácie (1953), t. j. vzájomného pomeru Fe a Mg ide najmä o pistomezit, v jednom prípade až mezitit, t. j. prechodné členy izomorfného radu siderit - magnezit. Relatívne nízky je aj obsah Mn (od 0,65 do 1,15 % MnO) a zanedbateľný obsah CaO, ktorý neprekročil 0,3 %.

Tab. 5
Chemické zloženie karbonátov
Chemical composition of carbonates

Zložka	1	2	3	4	5	6
FeO	34,54	43,69	41,49	39,81	38,54	41,49
MnO	0,65	1,04	1,05	1,15	0,98	0,90
MgO	20,49	13,28	14,90	16,00	17,12	14,93
CaO	0,22	0,06	0,14	0,27	0,25	0,23
CO_2*	44,10	41,94	42,43	42,77	43,10	42,45
Suma	100,00	100,01	100,01	100,00	99,99	100,00
Množstvo iónov v prepočte na 6 O						
Fe^{2+}	0,96	1,28	1,20	1,14	1,10	1,20
Mn^{2+}	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Mg^{2+}	1,01	0,69	0,77	0,82	0,87	0,77
Ca^{2+}	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
C 2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
O^{2-}	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

*Obsah CO_2 bol prepočítaný z analýz vykonaných disperzným mikroanalyzátorom Edax
*CO_2 content was calculated from analyses realized with dispersive microprobe Edax

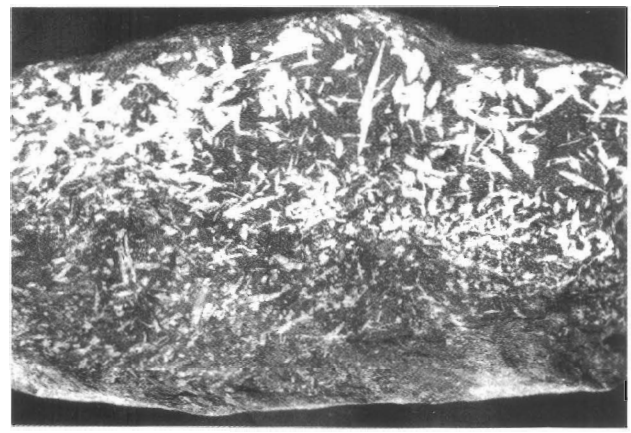


Obr. 15. Diagram zastúpenia FeO, MnO, CaO a MgO v siderite zo skarnov.
Fig. 15. Diagram of FeO, MnO, CaO and MgO abundance in siderite from skarns.

Epidot - klinozoisit

Minerály tejto skupiny sú veľmi rozšírené priamo v ložisku Mútnik, ale aj mimo neho v amfibolitoch. Tvoria samostatné vložky a viažu sa výlučne na premenené flogopitové polohy, ktoré sa v hojnej miere vyskytujú v dolomite karbonátového telesa. Zvlášť bohaté hniezda s prevahou klinozoisitu boli v nadložnom dolomite Nižnej štôlne na pracovisku M-5.

Zoisit tvorí svetlé tyčinkovité kryštály pretiahnuté podľa osi b s kopijovitým ukončením, ktorých veľkosť sa v metamorfitoch skúmanej oblasti najčastejšie pohybuje v desatinách a stotinách mm. Zrná klinozoisitu viazané na bridličnaté vložky flogopitu v dolomite ložiska Mútnik



Obr. 16. Zrná klinozoisitu (svetlé) vo flogopite. Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, Nižná štôlňa, makrovzorka, zmenšené na polovicu
Fig. 16. Clinozoisite grains (light) in phlogopite. Locality Hnúšťa-Mútnik, Lower gallery, hand sample, half of original dimensions.

Tab. 6
Chemické zloženie klinozoisitu
Chemical composition of clinozoisite

Zložka	1	2	3	4	5
SiO_2	38,31	38,31	38,26	39,77	38,31
Al_2O_3	33,00	33,00	33,48	34,65	33,00
FeO*	1,45	1,45	1,52	1,51	1,45
MnO	0,07	0,07	0,07	0,05	0,07
MgO	0,07	0,07	0,07	0,30	0,07
CaO	24,83	24,83	24,41	23,47	24,83
Cr_2O_3	0,12	0,12	0,12	0,08	0,12
TiO_2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Suma	97,89	97,89	97,97	99,87	97,89
Množstvo iónov v prepočte na 13 (O, OH)					
Si^{4+}	3,06	3,06	3,04	3,08	3,06
Al^{3+}	3,10	3,10	3,14	3,16	3,10
Fe^{2+}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Mg^{2+}	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
Ca^{2+}	2,12	2,12	2,08	1,95	2,12
Total	8,39	8,39	8,38	8,33	8,39
O^{2-}	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00

*Celkové Fe stanovené ako FeO
*Total Fe determined as FeO

bežne dosahujú dĺžku až 2 cm a šírku 2 mm (obr. 16), pričom orientácia zŕn v jemnozrnnej flogopitovej hmote je nepravidelná a často sa koncentruje aj do samostatných niekoľko cm mocných polôh svetlosivej až vodovej farby.

Epidot sa vyskytuje v asociácii s pyroxénmi, granátmi a sideritom, t. j. v prostredí so zvýšeným obsahom Fe, čoho dôkazom je aj prítomnosť sideritu.

V mikroskope klinozoisit rovnobežne zháša v smere predĺženia a má výrazne indigovomodré sfarbenie na ploche 100, čo podľa Gübelina a Weibela (1976) vyvoláva prítomnosť V, ktorú potvrdila kvalitatívna spektrochemická analýza. Je výborne, štiepateľný podľa plochy 001 a menej výrazne aj podľa plochy 100, pričom plochy štiepateľnosti zvierajú uhol 115°. Uhol 2 V vykazuje značný rozptyl, a to 28 - 44°. Charakter minerálu je pozitívny, zóny negatívny.

Hodnota indexov lomu na orientovaných rezoch bola takáto: Nγ = 1,704, Nα = 1,696, dvojlom = 0,008. Pyknometricky stanovená merná hmotnosť má hodnotu 3,22 - 3,25.

Chemické zloženie klinozoisitu uvádza tab. 6 a obr. 17. Priemerný vzorec klinozoisitu je $Ca_{2,19}Al_{3,12}Si_{3,06}O_{13}$. Okrem základných zložiek Ca, Al a Si skúmaný minerál obsahuje malé množstvo Fe a zanedbateľný obsah Mn, Mg, Ti a Cr.

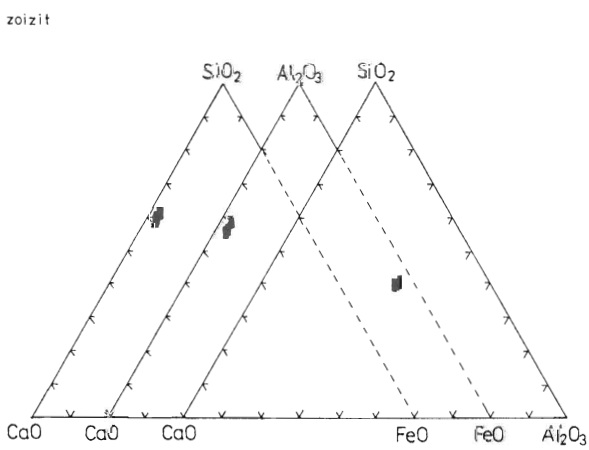
Klinozoisit sa najčastejšie vyskytuje v regionálne metamorfovaných vápnitých bridliciach, zriedkavejšie je produktom termálnej metamorfózy a vyskytuje sa v tepelne metamorfovanom slienitom vápenci podľa reakcie (Deer et al., 1965)

$3\ Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 4\ CaCO_3 =$ kaolinit

$= 2\ Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH) + 4\ CO_2 + 5\ H_2O$ zoisit

Diskusia o genéze

Robiť rozsiahlejšie závery o genéze skúmaných hornín v ložisku Mútnik nemožno, pretože chýba možnosť priestorového štúdia tejto mineralizácie. Skúmané horniny zachytené prieskumnými banskými dielami sa vyskytujú iba v rozpätí 2 - 3 m. Okrem toho sa priamy kontakt s magmatickým telesom nezistil. Navyše nie je jasná ani genéza viacerých minerálnych asociácií vyskytujúcich sa v ložisku. Týka sa to najmä rozsiahlej tremolitizácie, flogopitizácie a epidotizácie - zoisitizácie.

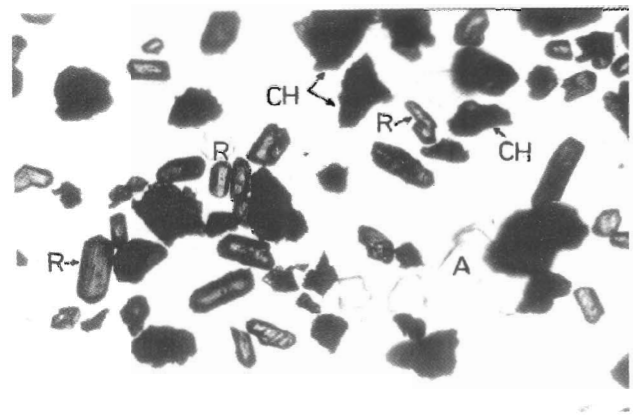


Obr. 17. Diagram zastúpenia CaO, FeO, Al_2O_3 a SiO_2 v klinozoisite.
Fig. 17. Diagram of CaO, FeO, Al_2O_3 and SiO_2 abundance in clinozoisite.

Tremolitizácia sa v ložisku Mútnik viaže najmä na tzv. nadložný dolomit, ktorý je pre svoje špecifické vlastnosti, najmä vysoký stupeň belosti predmetom občasnej ťažby.

Druhým procesom je rozsiahla flogopitizácia, ktorá postihla nielen pôvodné sedimentárno-vulkanické vložky priamo zastúpené v karbonátových telesách, ale sa významne uplatnila aj mimo ložiska. Vo väčšej vzdialenosti od ložiska sa pomerne dobre zachovali flogopitové polohy (napr. vo vrte M-1 a M-2).

Pôvodné flogopitové polohy v bezprostrednej blízkosti ložiska podľahli rozsiahlej a dôkladnej chloritizácii. Zriedkavejšie sú v chloritizovaných polohách zvyšky po pôvodných flogopitoch, ale prakticky vždy je v nich bohaté zastúpenie rutilu podobne ako vo flogopitových polohách (obr. 18), čo je dôkaz, že flogopitové polohy boli v rozhodujúcej miere postmagmatickými procesmi zmenené na chloritové. Bohatý výskyt rutilu ako vo flogopitoch, tak aj v chloritových polohách poukazuje na to, že východiskový materiál obsahoval produkty bázického vulkanizmu. Okrem rutilu sme lokálne zistili aj titanit (obr. 19).



Obr. 18. Zrná rutilu (R) s vysokým reliéfom spolu so zrnami chloritu (Ch) a ojedinelými zrnami apatitu (A). Lokalita: Hnúšťa-Mútnik, Nižná štôlňa, vzorka Mu-5/95. Zväčšenie 75x.
Fig. 18. Rutile grains (Ru) with high relief together with the chlorite grains (Ch) and rare apatite (A) grains. Locality Hnúšťa-Mútnik, Lower gallery, sample Mu-5/95, magnification 75x.

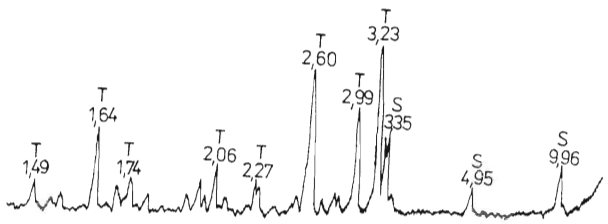
V podstatne menšej miere ako predchádzajúce dva procesy sa v ložisku uplatnila epidotizácia - zoisitizácia. Zoisity, príp. klinozoisity sa viažu výlučne na chloritizované flogopitové polohy. Sú to miesta, kde je okrem Si a Mg dostatok Al. Tieto prvky sú základnými zložkami tvorby zoisitu. Epidot potrebuje na svoj vznik vyšší obsah Fe. Takéto podmienky predpokladáme práve v skúmaných horninách, kde je epidot - na rozdiel od zoisitu, ktorý sme tu nezistili - bohato zastúpený. O zvýšenej koncentrácii Fe svedčí aj prítomnosť sideritu.

Tremolit, flogopit a epidot - zoisit sú typické metamorfné minerály, ale môžu vznikať pri regionálnej aj kontaktnej metamorfóze. V ložiskovej oblasti sú rozšírené regionálne, preto by ich bolo možno pokladať za produkt regionálnej metamorfózy.

Charakteristickými kontaktnometamorfnými minerálmi sú najmä pyroxény (diopsid), wollastonit, flogopit, vezuvián, epidot a granáty. Ide prakticky o typomorfné kontaktnometamorfné minerály.

Pôvodne opísaná pomerne chudobná skarnoidná mineralizácia viažuca sa na tenké vložky dolomitu v amfibolite neposkytla dostatok údajov na jej presnejšie zaradenie do istého typu (Vančová a Turan, 1981).

Podľa neúplnej skarnovej asociácie a podobnosti mineralizácie amfibolitov sme pôvodne skarnoidnú mineralizáciu považovali najskôr na metamorfity syngenetické s bridličnatou sériou granatických amfibolitov a svorov (Vančová a Turan, 1981). Priestorovo blízke kokavské



Obr. 19. Röntgenogram vzorky Mú-6/94 (T - titanit, S - sľuda). Podmienky stanovenia: DRON UM-1, lampa CuKα, Ni filter, 35 kV, 20 mA, clony 2 - 0,2 - 2, T (časová konšt.) = 4, 1000 imp.

Fig. 19. X-ray diffractogram of sample Mu-6/94 (T = titanite, S = mica). Analytical conditions: DROM UM-1, CuKα lamp, Ni filter, 35 kV, 20 mA, diaphragms 2-0.2-2, T (time constant) = 4, 1000 imp.

skarny sa pokladali za prejav regionálnej metamorfózy (Nemčok a Zoubek, 1951). Gubač (1957) zaradil kokavské skarny medzi kontaktnometasomatické, pričom ako prvé vyčlenil aj štádium regionálneho metamorfizmu. Korikovskij et al. (1989) podobné horniny - vysokoželezité metasedimenty z Kokavy nad Rimavicou predstavované magnetiticko-gruneriticko-granatickými bridlicami - pokladajú za metamorfovaný analóg chamositových rúd.

Bohatá minerálna asociácia v skarnoch zo západnej časti ložiska Mútnik, časť Barbora, nesie výrazné stopy kontaktnej metamorfózy, aj keď doteraz nie je jednoznačne známy magmatický zdroj, ktorý by bol kontaktnú metamorfózu vyvolal.

Podľa lokalizácie skúmaných hornín (staršie zistené výskyty sú priamo v amfibolitoch, novšie v ich bezprostrednej blízkosti) by jedným zo zdrojov kontaktného metamorfizmu mohli byť báziká, ktoré sa pod vplyvom regionálnej metamorfózy zmenili na amfibolity. Problém je však v tom, že amfibolity tvoria súčasť staropaleozoického metamorfného komplexu sineckej zóny (Bezák, 1988), kým skúmané produkty, teda amfiboly z Nižnej štôlne (Kráľ, ústna informácia), geochronologicky datované Ar^{40}/Ar^{39} analýzami - vznikali počas kriedovej orogenézy. Preto za ďalší kontaktnometamorfný zdroj možno pokladať neznáme magmatické teleso vo väčšej hĺbke, ktoré spôsobilo prehriatie v exokontakte a umožnilo vznik kontaktnometamorfných minerálov.

Podľa klasifikácie Šabynina (1984) možno opisovaný typ hornín najskôr zaradiť medzi Ca skarny difúznobimetasomatického charakteru s výrazným priestorovým obmedzením. Tvorbu takýchto skarnov najčastejšie obstarávajú magmatické produkty bázik (Šabynin et al., 1984).

Šabynin (1984) opísali rad ložísk z bývalého Sovietskeho zväzu (centrálna Ázia), v ktorých boli pôvodne dolomitové skarny postmagmatickými fluidami prepracované na Ca skarny s mineralizáciou typickou pre kontakt magmatických hornín s vápencom. Pravé vápencové skarny sa od apodolomitových rozlišujú ťažko. Na to je nevyhnutné študovať štruktúrno-textúrne znaky na kontaktoch a detailne poznať chemické zloženie mineralizácie.

Podľa zastúpenia silikátových a alumosilikátových minerálov (pyroxén, vezuvián, wollastonit, flogopit, granát) možno v zhode s Žarikovom (1968), Koržinským (1955) a Šabyninom (op. cit.) predpokladať, že ide o pomerne vysokotermálnu asociáciu skarnových minerálov. Na druhej strane treba konštatovať, že tieto minerály vystupujú v paragenéze s minerálmi, ktoré možno zaradiť skôr medzi nízkotermálne, napr. rudné minerály - sulfidy, pyrit, chalkopyrit, vo flogopitových polohách je tiež hojný pyrotín z nerudných minerálov je pomerne bohato zastúpený saponit (ale v tomto prípade ide o minerál vznikajúci v zóne hypergenézy).

Šabynin (l. c.) pokladajú saponit za typomorfný minerál, ale až v tzv. hysterogénnom štádiu. Toto štádium je späté s postmagmatickým acidným vylúhovaním. Hysterogénne štádium sa v ložisku, ale aj mimo neho uplatnilo dosť výrazne, čo sa prejavilo najmä rozsiahlou chloritizáciou. Za posledné štádium premeny možno považovať tvorbu smektitov (saponitu a montmorillonitu) a vermikulitu. Podľa Šabynina (l. c.), ale aj Káčera a Ivana (1992) je pre hysterogénne štádium charakteristická tvorba serpentínových minerálov, ktoré sa v ložisku Mútnik doteraz nenašli, hoci na neďalekej lokalite Ostrá hora sa bežne nachádza antigorit. V ložisku Mútnik sa vyskytuje iba minerál podobného zloženia a vzhľadu - sepiolit.

Záver

K dávnejšie známym skarnoidom z Nižnej štôlne v poslednom období pribudla bohatšia mineralizácia v západnej časti ložiska Hnúšťa-Mútnik, a to časť Barbora. Vo viacerých prípadoch obsahuje minerály uvádzané ako typomorfné pre kontaktnú metamorfózu, napr. wollastonit, pyroxén - diopsid, vezuvián, flogopit, granáty, ktoré sú sprevádzané rudnými minerálmi, ako je chalkopyrit, pyrit a siderit. Hlavným karbonátovým minerálom v skarnoch je kalcit a lokálne sa vyskytuje aj dolomit.

Z výpočtu minerálov vidieť, že skúmaná mineralizácia ložiska Mútnik má výrazné stopy kontaktnej metamorfózy.

Na základe minerálneho zloženia a klasifikácie Šabynina (op. cit.) možno opisované horniny zaradiť medzi Ca skarny, hoci nemožno vylúčiť, že v postmagmatickom štádiu boli pôvodné dolomitové skarny prepracované. Zvýšená prítomnosť Fe (Mn) v Ca skarnoch (Šabynin, l. c.) poukazuje na pôvodne dolomitové skarny. Tým by sa aspoň čiastočne dala vysvetliť zonálna stavba karbonátových telies v ložisku Mútnik, ktorá sa prejavuje tak, že smerom k periférii telesa ubúda Mg a naopak pribúda Ca. Takéto rozloženie uhličitanovej mineralizácie núti uvažovať o ich primárnej povahe, navyše keď ani v dolomite, ani vo vápenci nemožno pozorovať čo i len náznaky žilných foriem magnezitu. Pripúšťame však, že na zonalitu karbonátov mohli vplývať druhotné zmeny, najmä procesy vedúce k vzniku skarnovej mineralizácie.

Magnezitovo-mastencové ložisko Mútnik sa vyznačuje veľmi bohatou asociáciou rudných aj nerudných minerálov, aká nemá obdobu v nijakom inom podobnom ložisku. Je nepochybné, že takýto stav vyvolalo pôsobenie viacerých činiteľov. Príčinou tvorby bohatej mineralizácie v ložisku Hnúšťa-Mútnik boli zrejme špeciálne vulkanicko-sedimentárno-diagenetické procesy a viacstupňová regionálna a kontaktná metamorfóza, ako aj postmagmatické a hydrotermálne procesy.

Literatúra

Bezák, V., 1988: Tektonický vývoj juhozápadnej časti veporika. *Mineralia Slov., 20, 2, 131 - 142.*

Deer, W. A., Howie, R. A. & Zussman, J., 1965: Rock-forming minerals. *Preklad, izd. Mir, Moskva,, 370.*

Gubač, J., 1957: Paragenéza skarnového ložiska pri Kokave nad Rimavicou. *Geol. Práce, Spr., 11, 89 - 97.*

Káčer, Š. & Ivan, P., 1992: Vývoj minerálneho zloženia Mg-skarnov štiavnického ostrova. *In: Slavkovský, J. (Ed.): 8. banícka vedecko-technická konferencia, sekcia: geológia. BF TU Košice, 74 - 78.*

Korikovskij, S. P., Dupej, J. & Boronichin, V. A., 1989: Vysokoželezité metasedimenty z Kokavy nad Rimavicou (veporikum). *Mineralia Slov., 21, 251 - 258.*

Koržinskij, 1955: Očerk metasomatičeskich procesov. *In: Osnovnyje problemy v učenii o magmatogennych rudnych mestoroždenijach. Izd. AN SSSR, Moskva.*

Kostov, I., 1971: Mineralogija. *Izd. Mir, Moskva, 584.*

Meixner, 1953: Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnesit und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen. Radex-Rundschau, Wien, H. 7/8, 445 - 458.

Michejev, V. I., 1957: Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. *Gos. nauč. techn. izd. lit. po geologii i ochrane nedr, Moskva, 867.*

Morimoto, N., 1988: Nomenclature of Pyroxenes. *Mineralogy and Petrology, 39, 55 - 76.*

Nemčok, A. & Zoubek, V., 1951: Správa o magnetitovom ložisku pri Kokave nad Rimavicou. *Manuskript - GÚDŠ Bratislava.*

Šabynin, L. I., 1984: Voprosy obrazovanija rudonosnych skarnov dolomitovych kontaktov. *Izd. Nauka, Moskva, 104.*

Vančová, L. & Turan, J., 1981: Prejavy skarnoidnej mineralizácie v ložisku Mútnik. *Mineralia Slov., 1, 69 - 74.*

Žarikov, V. A., 1968: Skarnovyje mestoroždenija. In: Genezis endogennych rudnych mestoroždenij. *Izd. Nedra, Moskva, 220 - 302.*

Skarn mineralization in the talc deposit Hnúšťa - Mútnik in the Western Carpathians

Recent research in the Mútnik deposit brought new findings of rocks with varied association of skarn minerals. They are confined to schistose carbonaceous rocks whose schistosity planes are emphasised by rather intensively metamorphosed phlogopite. They form concordant bodies of lenticular shape and unknown length. Skarns and the deposit share the same strike (E - W) and dip (40° to N).

Banded rocks with typical Ca-Mg skarn mineralization are made of these minerals: the dark bands contain pyroxenes, vesuvianite and garnets, the light ones are rich in calcite, wollastonite and saponite.

The skarn bodies comprise also carbonaceous banded rocks with partially preserved phlogopite. The dark laminae of these rocks are composed of siderite, epidote and rarer clinozoisite and pyrite, the lighter ones contain tremolite and dolomite.

According to their mineral composition the studied rocks may be classified as Ca skarns (after Shabynin, 1984), although we do not exclude the possibility of postmagmatic alteration of the original dolomite skarns. It would at least partially explain the zonality of the carbonate bodies with increasing Ca and decreasing Mg content toward the peripheral parts. Such distribution of carbonate mineralization makes us to consider them as a primary feature, moreover, when magnesite veins are completely absent either in dolomites or in limestones. However, we do accept the idea that the zonality of carbonates could have been influenced in certain extent by later processes which lead to formation of skarn mineralization.

Although the described paragenesis is an unambiguous evidence of skarn mineralization of contact metamorphism, the magmatic source which would possibly initiate such metamorphic event is not yet known. The reason why this rich mineralization formed in the Mútnik deposit must be searched for probably the combination of volcano-sedimentary and diagenetic processes and several stages of regional and contact metamorphism as well as postmagmatic and hydrothermal activities which gave rise to unusually rich mineral association, incomparable within the scope of other deposits.

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 427 - 430

Au magnetitový skarn v severnej časti kremnického rudného poľa, neovulkanity stredného Slovenska

ĽUBOSLAV MAŤO[1] a JURAJ KNÉSL[2]

[1]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica
[2]AuREX TRADE s. r. o., Kukučínova 20, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 23. 5. 1997, revidovaná verzia doručená 15. 7. 1997)

Au-bearing magnetite skarn in the northern part of the Kremnica ore field, neovolcanites of the Central Slovakia

Au-bearing magnetite skarn was ascertained in the Kremnica ore field with epithermal precious ± base metal vein-type mineralization, in the drill hole KVŠ-21 at the depth of about 521 m. Kremnica magnetite skarn probably originated as result of the sarmathian gabbro-diorite intrusion into the environment of earlier pyroxene-amphibole diorite. Fe-skarn represents epidote-pyroxene carbonate-actinolite±garnet type with magnetite mineralization as principal one, locally high-grade hematite, pyrite and gold. The mineral assemblage is dominated by magnetite and hematite with which are associated pyrite and lesser amounts of chalcopyrite and bornite. Single gold of high fineness occurs in the quartz-calcite filling of the carbonate-epidote zone. Beside the magnetite and also pyrite, other minerals, including gold occur as micrometre size grains and aggregates. Ore-forming components (e. g., Au, Fe, Cu and much of the S) were most likely derived from the Miocene hypoabyssal intrusive system (diorite - gabbro-diorite) that subsequently mixed with meteoric water during later stages auriferous quartz vein formation.

Key words: Au-bearing magnetite skarn, epithermal precious ± base metal vein-type mineralization, Kremnica, neovolcanites, Central Slovakia

Úvod

Aj keď sa v 80. rokoch povrchová ťažba kremnických zlatonosných žíl 1. žilného systému nerealizovala, dnes možno konštatovať, že sa ich výskumom v posledných 15 rokoch suma poznatkov o mineralogických pomeroch v kremnickom rudnom poli značne rozšírila. Zistili sa hydrotermálne brekcie s vysokým obsahom Au v nadloží žily Schrämen v centrálnej časti rudného poľa a vysoká koncentrácia Au±Cu mineralizácie v okrajových častiach mierne sklonenej žily Kirchberg-Schindler v severnej časti rudného poľa. Najmä výskumom hlbších úrovní hydrotermálnych žíl v severnej časti rudného poľa (uskutočnil sa v rámci rozsiahleho vyhľadávacieho prieskumu drahokovovej mineralizácie vrtmi) sa zistil nový typ komplexného drahokovovo-polymetalického zrudnenia s Te mineralizáciou a identifikovali sa viaceré minerály (Maťo et al., 1987; Maťo a Háber, 1990; Maťo, 1992, 1994).

Revíziou skartačných vzoriek vrtov KV/KVŠ (v dôsledku komplexného zhodnotenia obsahu Te v žilách s drahokovovo-polymetalickým zrudnením v smernom rozsahu 1. žilného systému) sa vo vrte KVŠ-21 (v hĺbke cca 521 m) zistilo magnetitové zrudnenie skarnového typu s obsahom Au v hypoabysálnej dioritovo-gabrodioritovej intrúzii. Skarnová mineralizácia v severnej časti kremnického rudného poľa spolu s doposiaľ známymi typmi mineralizácie reprezentuje časť pravdepodobne pestrého spektra mineralizácií, ktoré sa v oblasti vyskytujú.

V 70. rokoch Böhmer a Šímová (1976), Šímová a Böhmer (1977) v súvislosti s výskytom miocénnej (sarmat) hypoabysálnej intrúzie pyroxenicko-amfibolického dioritu až gabrodioritu na kontakte s ílovitými pelitickými sekvenciami v štruktúrnom vrte KR-3 pri Kremnických Baniach zistili vysokoteplotnú kontaktnometasomatickú zónu skarnu (spodná zóna v hĺbke cca od 1737 do 1785 m) s akcesorickým obsahom Cu-Zn-Pb polymetalických sulfidov. Skarn v severnej časti kremnického rudného poľa (vo vrte KV-14 a KVŠ-2) neskôr našiel aj Bebej a Dubaj (1993).

V tomto príspevku informujeme o magnetitovom zrudnení skarnového typu s obsahom Au, ktoré sa identifikovalo vo vzorke z hypoabysálnej intrúzie pyroxenicko-amfibolického (±biotit) dioritu zo severnej časti kremnického rudného poľa.

Analytické metódy

Zloženie magnetitu, pyritu a chalkopyritu sa overilo semikvantitatívne, Au sa analyzovalo v stredisku elektrónovej mikroanalýzy Geologickej služby SR v Bratislave (LSEM GS SR) pomocou elektrónového mikroanalyzátora JEOL 733 Superprobe za podmienok: urýchľovacie napätie 20 kV, prúd 2-3.10^{-8} A, štandardy - rumelka (Hg), chalkopyrit (Cu) a rýdze kovy Sb, Ag, Bi, Au a Te; ďalej v stredisku elektrónovej mikroanalýzy Prírodovedeckej fakulty v Bratislave pomocou JEOL JXA-840 Superprobe s EMP za podmienok: urýchľovacie napätie 20 kV, prúd 15-20 nA a štandardy - rumelka (Hg), chalkopyrit (Cu) a rýdze kovy - Bi, Sb, Ag a Au. Analytická presnosť bola vyššia ako 0,2 %.

Skanová mikrofotodokumentácia vzťahu minerálnych fáz sa zhotovila pomocou SEM (JEOL 840 JSM v LSEM GS SR v Bratislave).

Charakteristika prostredia a zrudnenia

Vrt KVŠ-21 bol situovaný cca 400 m smerom na SV od Kremnických Baní a okolo 300 m smerom na JV od vrtu

KVŠ-20, v ktorom sa prvýkrát identifikovali teluridy (pozri schému priebehu žilných systémov s lokalizáciou vrtov in Maťo, 1992 a 1994).

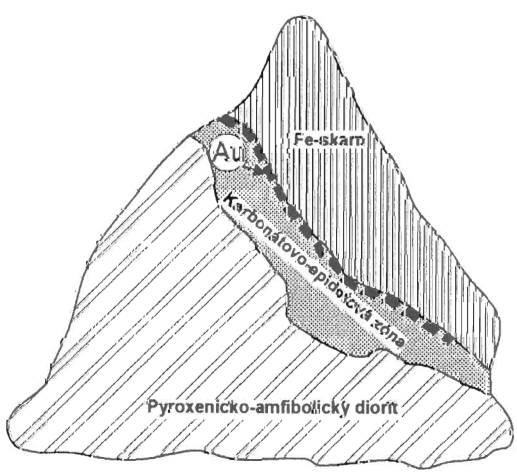
V súčasnosti nie je vrt KVŠ-21 na podrobný petrografický opis kompletný, a preto uvádzame excerpciu z pôvodnej dokumentácie tohto 650 m hlbokého vrtu (Malý in Knésl et al., 1990; obr. 1). Prítomnosť dioritovej intrúzie (presnejšie kremitý biotitovo±amfibolovo-pyroxenický diorit; ďalej KBAP diorit) sa v dokumentácii uvádza už z hĺbky od 300,2 m. Až do hĺbky 388 m intrúziu charakterizuje striedanie KBAP dioritu s niekoľko cm až dm hrubými telesami dioritového porfyritu. Z intervalu 388 - 440 m sa uvádza výskyt kvarcitovej zóny s aragonitom, chloritom, pyritom (zrejme je to analógiou vrchnej kontaktnometasomatickej zóny s naloženou asociáciou Pb-Zn-Cu polymetalických sulfidov, tetraedritu a Au, ktorú Böhmer a Šímová (1976) opísali už z vrtu KR-3). Pod touto zónou sa až do hĺbky 482,8 m v dokumentácii vrtu KVŠ-21 uvádza výskyt slabo epidotizovaného biotitovo-pyroxenického gabrového porfyritu (ďalej len BPG porfyrit) a z intervalu 482,8 až 552,8 m biotitovo-amfibolovo-pyroxenického gabro (ďalej len BAP gabro), resp. od 506 do 512 m propylitizovaný kremitý diorit.

V pôvodnej dokumentácii vrtu KVŠ-21 (Malý in Knésl et al., 1990) je z hĺbky 520,1 až 523,1 m v uralitizovanom BAP gabre uvedených iba niekoľko tenkých (mm-cm) kremeňovo-karbonátových žiliek a hlbšie v úseku 526,4 - 527 m pretína BAP gabro žilná štruktúra s hrubokryštalickým kremeňom a vtrúseným polymetalickým zrudnením. Prítomnosť magnetitovej mineralizácie, ale ani vplyv BAP gabra na staršiu hypoabysálnu intrúziu KBAP dioritu - kontaktnometasomatická zóna skarnu, resp. pelitícko-karbonátové sekvencie v tomto hĺbkovom intervale (ani hlbšie vo vrte) - nie sú v pôvodnej dokumentácii vrtu uvedené. Z intervalu od 552,8 až do 650 m sa uvádza len striedanie úsekov karbonatizovaného KBAP dioritu (s turmalínom) s epidotizovaným BAP gabrom až BPG porfyritom, resp. BAP dioritovým porfyritom, ktoré pretínajú iba niekoľko mm hrubé kremeňové žilky s impregnáciou pyritu-chalkopyritu.

Vo fragmente skartačnej vzorky z vrtu KVŠ-21 z hĺbky 521 m (s rozmermi cca 7x5x3 cm) možno okrem pyroxenicko-amfibolického dioritu makroskopicky rozoznať cca 1 cm hrubú „karbonátovo-epidotovú" zónu s asociáciou minerálov epidot - karbonát - živec - pyroxén a vtrúsené rudné minerály (hlavne pyrit a ojedinelý magnetit), ako aj relikt (rozmery 1,5 x 2,5 x 0,5 cm) masívnej magnetitovej mineralizácie s lokálnymi agregátmi pyritu (obr. 2). Úvahy o možnom rozsahu magnetitového zrudnenia, resp. kontaktnometasomatickej zóny skarnu z fragmentu vzorky sú pre uvedené fakty irelevantné.

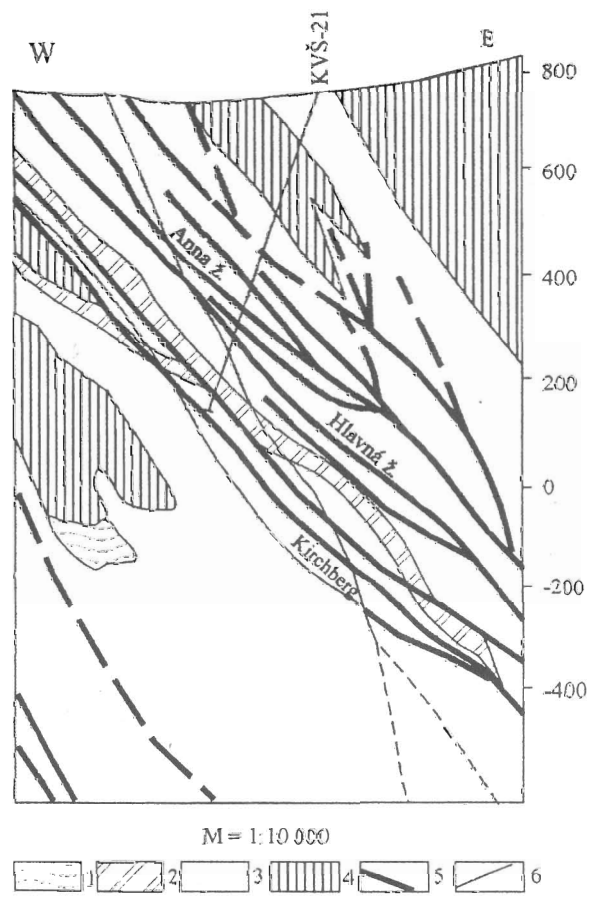
Mikroskopický opis segmentu vzorky z vrtu KVŠ-21

Horninovú časť zo segmentu vzorky z vrtu KVŠ-21 reprezentuje ekvivalent dioritovo-gabrodioritovej intrúzie, ktorej petrologické zloženie bližšie zodpovedá pyroxenicko-amfibolickému dioritu (ďalej PA diorit). Ten Böhmer a Šímová (1976) už z vrtu KR-3 opísali ako staršiu (miocén - spodný sarmat) hy-



Obr. 2. Náčrt fragmentu vzorky z vrtu KVŠ-21/521 s pyroxenicko-amfibolickým dioritom a cca 1 cm hrubou „karbonátovo-epidotovou" zónou s asociáciou minerálov epidot - karbonát - živec - pyroxén a vtrúsené rudné minerály (pyrit, ojedinelý magnetit) a reliktom (s rozmermi 1,5 x 2,5 x 0,5 cm) masívnej magnetitovej mineralizácie skarnového typu s lokálnymi agregátmi pyritu.

Fig. 2. Sketch of the sample fragment from the drill hole KVŠ-21/521 with pyroxene-amphibole diorite, and "carbonate-epidote" zone of approximately 1 cm thickness with assemblage: epidote-carbonate-K-feldspar-pyroxene and disseminated ore minerals (pyrite and rare magnetite), and relic of massive magnetite skarn mineralization (with dimensions 1.5x2.5x0.5 cm), and local clusters of pyrite aggregates.



Obr. 1. Priečny geologický rez 3-3' severnou časťou 1. žilného systému v kremnickom rudnom poli (časť rezu upravená podľa Knésla et al., 1990). 1 - mezozoikum, 2 - ryolit, 3 - pyroxenicko-amfibolický andezit (formácia Zlatej studne), 4 - pyroxenický andezit (formácia Kremnického štítu), 5 - žily, 6 - zlomy.

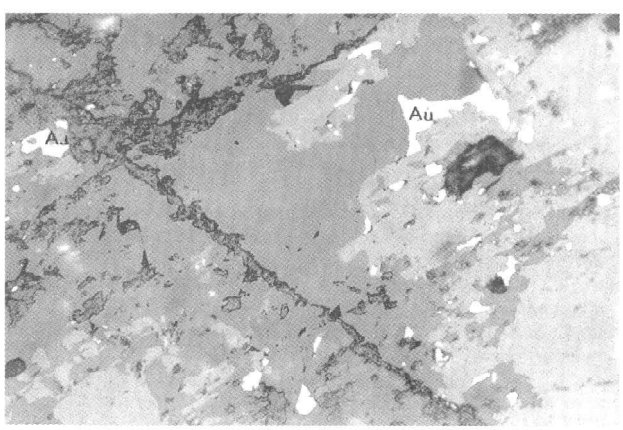
Fig. 1. Geological section 3-3' of the northern part of the vein system No. 1 in the Kremnica ore field (part of the section modified after Knésl et al., 1990). 1 - Mesozoic, 2 - rhyolite, 3 - pyroxene-amphibole andesite (Zlatá studňa Formation), pyroxenic andesite (Kremnický štít Formation), 5 - veins, 5 - faults.

poabysálnu intrúziu. Masívny a relatívne čerstvý PA diorit zo segmentu vzorky z vrtu KVŠ-21 má tmavosivozelenú farbu a porfyrickú štruktúru s hypidomorfne zrnitou základnou hmotou, ktorú tvoria alotriomorfné zrniečka amfibolu, pyroxénu, živcov (plagioklas a v menšej miere ortoklas), kremeňa a pyritu. Alotriomorfné až idiomorfné porfyrické výrastlice živcov, pyroxénu a amfibolu sú veľké maximálne do 4 mm a relatívne čerstvé. Stĺpčekovité pyroxény (augit a v menšej miere hyperstén) a čadičový amfibol sú čiastočne chloritizované, plagioklas (andezín až labradorit) a zriedkavejší ortoklas takmer čerstvé. Epidot, kalcit, apatit, turmalín, magnetit, hematit, pyrit a chalkopyrit sa vyskytujú v akcesorickom obsahu.

V cca 1 cm hrubej „karbonátovo-epidotovej" zóne, ktorá v segmente vzorky reprezentuje úzku aureolu kontaktnometasomatickej premeny v PA diorite, je pestrá asociácia minerálov. Výrazne v nej dominuje epidot, ktorý vytvára zhluky agregátov alotriomorfných zŕn a vo vyššom podiele je kalcit. Ďalej je prítomný stĺpčekovitý diopsid a ihličkovitý aktinolit. Lokálne sú vo vyššom podiele zastúpené radiálne ihličkovité agregáty wollastonitu a idiomorfný granát (grossulárovo-andraditového radu). V nižšom podiele sa vyskytuje kremeň a zriedkavejšie alotriomorfný ortoklas. Rudné minerály (podľa obsahu v poradí pyrit - magnetit - hematit - chalkopyrit) v nízkom obsahu sú vtrúsené vo forme mikroskopických agregátov a zhlukov zŕn.

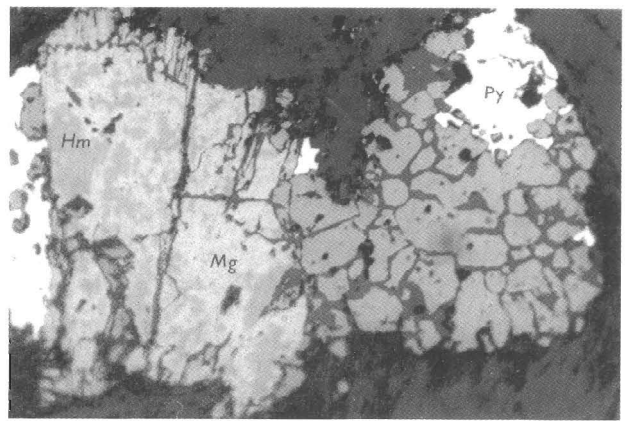
Bezprostredne na kontakte s masívnym magnetitovým zrudnením je v „karbonátovo-epidotovej" zóne niekoľko zhlukov cca 10 až 15 samostatných zlatiniek, ktorých veľkosť je v intervale 3 - 30 µm (v priemere 15 µm). Sýtožlté zlatinky rôzneho tvaru - oválne a laločnaté (obr. 3) s vysokou rýdzosťou (tab. 1) - sú v zhlukoch vtrúsené v kalcitovej (± kremeň) mase a nie sú v asociácii s pyritom, chalkopyritom, magnetitom a hematitom. Tie sú v „karbonátovo-epidotovej" zóne zastúpené v akcesorickom obsahu. Iba v jednom prípade sa v časti s magnetitovým zrudnením skarnového typu spozorovala zlatinka aj v interstíciách zŕn magnetitu v agregátoch.

V časti s masívnym magnetitovým zrudnením skarnového typu absolútne dominuje magnetit vytvárajúci makroskopicky veľké agregáty xenomorfných zŕn, ktoré sú v agregátoch pomerne intenzívne kataklázované (obr. 4). Prevažnú časť nerovnako veľkých zŕn magnetitu v agregátoch intenzívne metasomaticky zatláča hematit, lokálne aj pyrit ± chalkopyrit - bornit (obr. 5). Pyrit miestami vo vysokom podiele vypĺňa interstície zŕn magnetitu v agregátoch alebo tvorí až makroskopické agregáty, v ktorých je v akcesorickom obsahu aj chalkopyrit a bornit. Chalkopyrit býva zriedka aj vo forme samostatných xenomorfných zŕn v kremeňovo-karbonátovej mase, pričom bornit v agregátoch zvyčajne zatláča chalkopyrit.



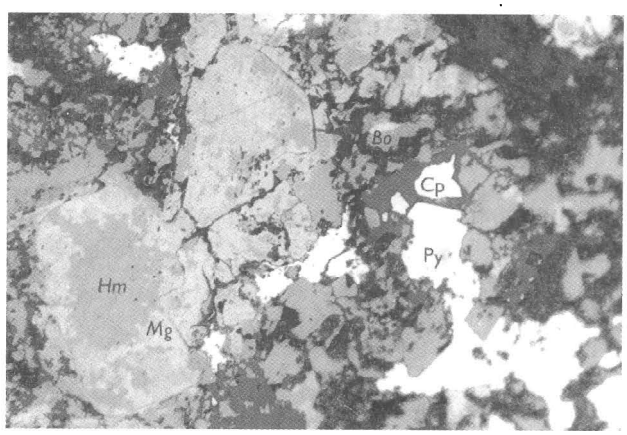
Obr. 3. Zhluk samostatných oválnych a laločnatých zlatiniek s vyššou rýdzosťou (veľkých 3 - 30 µm) v kremeňovo-kalcitovej mase „karbonátovo-epidotovej" zóny na kontakte s masívnym magnetitovým zrudnením skarnového typu, vrt KVŠ-21/521, kremnické rudné pole.

Fig. 3. Photomicrograph of cluster of single longitudinal and lobate gold leaves of higher fineness (interval of size is 3 - 30 µm) in quartz-carbonate filling of the "carbonate-epidote" zone on the contact with massive magnetite skarn mineralization, drill hole KVŠ-21/521, Kremnica ore field.



Obr. 4. Dominantný magnetit (Mg) v zóne masívneho Fe skarnu vytvára makroskopicky veľké agregáty xenomorfných zŕn, ktoré sú intenzívne kataklázované, zatláčané hematitom (Hm) a pyritom (Py), vrt KVŠ-21/521 m, kremnické rudné pole, zväčšenie 24x.

Fig. 4. Photomicrograph of dominant magnetite (Mg) from the zone of the massive Fe-skarn creating a great clusters of the aggregates of anhedral intensive cataclastic deformed grains, replacement by hematite (Hm) and pyrite (Py), drill hole KVŠ-21/521 m, Kremnica ore field, magn. 24x.



Obr. 5. Magnetit (Mg) v agregátoch je intenzívne metasomaticky zatláčaný hematitom (Hm), resp. lokálne aj pyritom (Py) ± chalkopyritom (Cp) - bornitom (Bo) a pyrit miestami vo vysokom podiele vypĺňa interstície zŕn magnetitu v agregátoch alebo tvorí makroskopické masívne akumulácie, v ktorých je v akcesorickom obsahu aj chalkopyrit a bornit, vrt KVŠ-21/521 m, kremnické rudné pole, zväčšenie 24x.

Fig. 5. Photomicrograph of the intensively replaced magnetite (Mg) aggregates by hematite (Hm) and locally also pyrite (Py) ± chalcopyrite (Cp) - bornite (Bo), respectively, locally great amounts of pyrite formed interstitial filling of the magnetite grains in clusters of the aggregates or macroscopic massive accumulations of the magnetite aggregates with accessory chalcopyrite and bornite, drill hole KVŠ-21/521 m, Kremnica ore field, magn. 24x.

Tab. 1
Reprezentatívne mikrosondové analýzy Au s vyššou rýdzosťou, Au magnetitový skarn, vrt KVŠ-21/521, kremnické rudné pole
Representative microprobe analyses of gold of higher fineness, Au bearing magnetite skarn, drill hole KVŠ-21/521, Kremnica ore field

Au	Ag	Hg	Cu	Sb	Bi	Te	Suma
79,97	18,87	0,06	0,19	0,08	0,01	0,16	99,34
80,76	18,50	n.d.	0,28	0,10	0,09	0,09	99,82
80,85	18,67	0,08	0,19	0,09	0,05	0,07	99,98
81,41	18,05	n.d.	0,32	0,11	0,03	0,03	99,95
81,33	17,28	0,10	0,14	0,06	0,13	0,11	99,15
82,27	16,96	0,25	0,33	n.d.	n.d.	n.d.	99,81
83,11	15,73	n.d.	0,05	n.d.	0,19	0,05	99,13
83,52	15,13	n.d.	0,17	0,14	0,24	n.d.	99,20
84,07	14,47	n.d.	0,25	0,08	0,12	n.d.	98,99
84,12	14,13	n.d.	0,30	0,17	0,29	n.d.	99,01

Diskusia

Kremnický skarn s Fe zrudnením a Au má okrem obsahu Au veľmi podobné charakteristiky ako najväčšie ložisko Fe skarnov v stredoslovenských neovulkanitoch Vyhne-Klokoč. Zložením aj kremnický skarn reprezentuje epidotovo-pyroxénovo-karbonatovo-chloritovo-aktinolitový±granátový skarn s prevahou magnetitového zrudnenia, lokálne s vyšším zastúpením hematitu, pyritu ± chalkopyritu (Koděra et al., 1990). Mineralogické a paragenetické pomery vrátane genézy a vývoja mineralizácie tohto ložiska komplexne zhodnotil Koděra a Chovan (1994).

Mineralogické poznatky (okrem petrogenetických údajov) o kremnickom Fe skarne s Au sú nateraz iba informatívne. Ak sa odhliadne od ďalších faktov (ako je napr. neznámy rozsah zrudnenia a z toho vyplývajúci len mineralogický význam, ďalej priestorový vzťah intrúzie a chýbanie poznatkov o výskyte peliticko-karbonátových sekvencií), zistené paragenetické asociácie kremnického Fe skarnu vo veľkej miere korešpondujú s identifikovanou paragenézou jednotlivých štádií vývoja mineralizácie skarnového ložiska Vyhne-Klokoč, ktoré charakterizoval Koděra a Chovan (l. c.). Tie reálne indikujú podobné podmienky vzniku.

Jednoznačne nemožno hodnotiť ani vzťah skarnizácie a formovania akcesorickej polymetalickej mineralizácie, aj keď sa zdá (spolu s Au), že je mladšia a naložená. Böhmer a Šímová (1976) z vrchnej kontaktnometasomatickej zóny PA dioritu vrtu KR-3 opísali mineralizovanú zónu s pestrou asociáciou minerálov vrátane tetraedritu, Au, Ag a drahokovovo-sulfidickú paragenézu považovali za mladšiu - naloženú.

„Samostatný" výskyt rýdzeho Au v kremeňovo-karbonátovej mase „karbonátovo-epidotovej" zóny skarnu indikuje vzťah skôr so Au vyššej rýdzosti, ktoré sa vyskytuje (v hlbšej úrovni kremnických karbonátovo-kremeňových žíl s drahokovovo-polymetalickým zrudnením v severnej časti 1. žilného systému) v pestrej asociácii teluridov, Te-tennantitu - tetraedritu, Pb-Zn-Cu polymetalických sulfidov a Ag-minerálov (Maťo, 1992, 1994). Reálnosť tohto predpokladu podporuje aj postupnosť v distribúcii minerálnej asociácie vo vzťahu k priestorovej pozícii dioritovej in-trúzie (Maťo, 1994; Bebej, 1993; Bebej a Dubaj, 1993), ktorá sa zároveň pokladá za pravdepodobný zdroj mineralizujúcich fluid.

Záver

Vo fragmente skartačnej vzorky z vrtu KVŠ-21 (z hĺbky cca 521 m) v severnej časti 1. žilného systému v kremnickom rudnom poli sa zistilo magnetitové zrudnenie skarnového typu s obsahom Au v hypoabysálnej dioritovo-gabrodioritovej intrúzii. Okrem pyroxenicko-amfibolického dioritu sa identifikovala aj 1 cm hrubá „karbonátovo-epidotová" zóna a relikt masívnej magnetitovej mineralizácie s lokálnymi agregátmi pyritu.

Niekoľko zhlukov 10 až 15 samostatných zlatiniek veľkých 3 - 30 μm (v priemere 15 μm) je vtrúsených v kalcitovej (± kremeň) mase „karbonátovo-epidotovej" zóny, ktorá je na kontakte s masívnym magnetitovým zrudnením. Zlatinky s vyššou rýdzosťou nie sú v asociácii s chalkopyritom, pyritom, magnetitom a hematitom.

V časti s masívnym magnetitovým zrudnením skarnového typu absolútne dominuje magnetit. Vytvára makroskopicky veľké agregáty xenomorfných zŕn, ktoré intenzívne metasomaticky zatláča hematit, lokálne aj pyrit ± chalkopyrit - bornit.

Napriek dávnejšie známemu „lokálnemu" výskytu skarnu v severnej časti kremnického rudného poľa (Böhmer a Šímová, 1976; resp. Bebej, 1993) a zatiaľ len mineralogickému významu zisteného magnetitového zrudnenia skarnového typu s obsahom Au je reálne predpokladať, že aj tento typ mineralizácie (popri komplexnom drahokovovo-polymetalickom zrudnení s Te mineralizáciou) môže mať väčší rozsah, a to v hlbšej úrovni 1. žilného systému.

Poďakovanie. Táto práca vznikla aj vďaka čiastočnej finančnej podpory grantu GA 1083. Autori ďakujú všetkým, ktorí akoukoľvek formou pomohli pri výskume. Za konštruktívne pripomienky ďakujeme recenzentom.

Literatúra

Bebej, J., 1993: Prchavé komponenty v hydrotermálnych systémoch a ich význam pri interpretácii genézy ložísk. Časť I. Prehľad problematiky. *Mineralia Slov., 25, 4, 292 - 300.*

Bebej, J. & Dubaj, D., 1993: Prchavé komponenty v hydrotermálnych systémoch. Časť 2. Praktická interpretácia na príklade ložiska Kremnica. *Mineralia Slov., 25, 4, 301 - 312.*

Böhmer, M. & Šímová, M., 1976: Kontaktne metasomatická aureola miocénnych intruzív v Kremnických horách. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geogr., 30, 119 - 137.*

Knésl, J., Malý, J., Veľký, J., Knéslová, A. & Maťová, V., 1990: Záverečná správa z úlohy Kremnica-VP, Au-Ag rudy. Stav k 30. 6. 1990. *Manuskript - archív SG SR Spišská Nová Ves, 214.*

Koděra, M. et al., 1990: Topografická mineralógia Slovenska III. *Bratislava, Veda, SAV, 1592.*

Koděra, P. & Chovan, M., 1994: Mineralogickoparagenetické pomery skarnového ložiska Vyhne-Klokoč. *Mineralia Slov., 26, 1, 38 - 49.*

Maťo, Ľ., Háber, M. & Knésl, J., 1987: Výskyt Te-mineralizácie v kremnickom rudnom rajóne. *Mineralia Slov., 19, 5, 457 - 467.*

Maťo, Ľ. & Háber, M., 1990: Nová minerálna asociácia v kremnickom rudnom poli. *Mineralia Slov., 22, 4, 383 - 384.*

Maťo, Ľ., 1992: Ag-Bi a Se-galenity v epitermálnych Au-Ag žilách v severnej časti kremnického rudného poľa. *Mineralia Slov., 24, 3 - 4, 285 - 292.*

Maťo, Ľ., 1994: Minerály tetraedritovo-tennantitovo-goldfielditového radu z Kremnice. *Mineralia Slov., 26, 6, 433 - 445.*

Šímová, M. & Böhmer, M., 1977: Výskyt turmalínu a topásu v kontakte metasomatickej aureole miocénnych intruzív v Kremnickom pohorí. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geogr., 32, 127 - 135.*

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 431 - 438

The change of soil microbiota under the influence of mining activities

ALEXANDRA ŠIMONOVIČOVÁ, JOZEF FORGÁČ[1], VLADIMÍR STREŠKO[2], MARIANA VÝBOHOVÁ

Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Department of Pedology, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[1]Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Department of Geochemistry, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[2]Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Institut of Geology, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Received April 9, 1997; accepted in revised form June 3, 1997)

Abstract

In the region of Štiavnické vrchy Mts. rocks with rock minerals and toxic elements were transported on the surface during mining activities. Toxic elements were spread in surrouding area by outflow, in the form of shreds, as suspensions, ions and consequently they have contaminated soil. In the regions of Banská Štiavnica (Fig. 1), the negative influence of toxic elements was observed (Fig. 2/1 - 2/6) as follows: very low abundance of bacteria (Ba) compared to microscopic fungi (Mf) and consequently the change of rate between two groups of organisms. In the environment where the amount of microorganisms is limited, also the microbial biomass is low, the production of CO_2 basal (B) as well as the production of CO_2 potential (G) and cellulolytic activity Ac that characterizes decomposition processes have minimal values (Tab. 3). The genera *Aspergillus, Penicillium, Trichoderma* (DEUTEROMYCOTINA) are the microscopic fungi resistant to heavy metals that were isolated in all samples (100 %). The genus *Mucor* (ZYGOMYCOTINA) and the genus *Chaetomium* (ASCOMYCOTINA) were isolated 7 times what represents 77.8 % (Tab. 4).

Key words: Banská Štiavnica region, mine acitivity, toxic elements (metals), microbial acitivity, soil micromycetes

The region of Štiavnické vrchy Mts. has been well known by its mining activities for more centuries. Million cubic meters of rocks with various content of sulphides esp. pyrite, chalcopyrite, galenite and sphalerite were transported on the surface. The water percolation in mechanically grinded rocks accelerated geochemical processes resulting in sulphur-acidic weathering, formation of sulphuric acid, degradation of sulphides and release of toxic metals.

The sulphur-acidic weathering from the volcanic complex in Vtáčnik Mts. was described by Čurlík and Forgáč (1983) who pointed out its impact. The influence of acidic descending solutions in the region of Štiavnické vrchy Mts. was studied by Čurlík and Forgáč (1991). These acidic solutions (sulphuric acid) caused the argillization of volcanic rocks and the formation of geochemic and mineralogical zonality. Increased and high contents of toxic elements in soil and floor deposits of superficial flows have been presented by Forgáč et al. (1995). The soil acidification may negatively influence flora resulting in considerable reduction of plant species (Holub et al., 1991).

During the weathering the minerals esp. sulphides, are affected by both chemical processes and biochemical processes determined by the activity of bacteria. The presence of *Thiobacillus ferrooxidans* and *Thiobacillus thiooxidans* in spring water coming from the pile of Šobov quartzite was shown by Križáni et al. (1994).

The product of ore minerals weathering (sulphides) has not only been migrated to surroudings but also to long distances in the form of shreds, suspensions and ions as well. Heavy metals have consenquently penetrated into soil and they have contaminated it. So far, the information on distribution and accumulation of toxic metals in soil in the region of Banská Štiavnica and their influence on soil microorganisms have been unsatisfactory. Due to this, in our paper we deal with the influence of a long-term soil contamination by toxic elements on soil microbiota in the mentioned region.

Objectives and methods

The research in the region of Banská Štiavnica was aimed at three localities differing by the character of rocks underlying soil. The first locality lies southerly from the pile of Šobov quartzites, northeasterly from Banská Štiavnica. The soil (Cambisols) is underlain by loamy sandy rock containing fragments of quartzite and andesite from Šobov. The samples were taken from the soil below the pile as well as from the plant cover. The water-logging of acidic water from the spring below the pile, where the pH

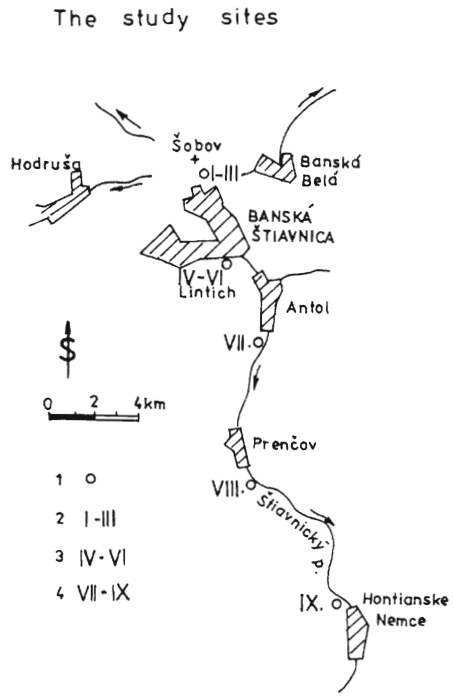


Fig. 1. The study sites. 1 - point of soil sampling, 2 - region of Šobov (I-III), 3 - region of Lintich (IV-VI), 4 - region of Štiavnica creek (VII-IX).

H_2O = 2.11 and pH KCl = 2.0, was perfomed. The locality is 120 m long and contains three sites of soil extraction (the 1st site: pH H_2O = 3.39, pH KCl = 3.03, $\%C_{ox}$ = 1.72, $\%N_{tot}$ = 0.12, C/N = 14.33, the 2nd site: pH H_2O = 3.91, pH KCl = 3.35, $\%C_{ox}$ = 3.16, $\%N_{tot}$ = 0.27, C/N = 11.7, the 3rd site: pH H_2O = 4.84, pH KCl = 4.03, $\%C_{ox}$ = 5.32, $\%N_{tot}$ = 0.54, C/N = 9.85) in mantle rock consisting of loamy-sandy and sandy-loamy soils. The samples were taken from sites with different meadow stands. The sample 1 was taken from degradated meadow stand with starting clearings (0 - 2 plant species). The sample 2 was from poor and damaged meadow stand with necrotic *Agrostis tennuis* (3 - 5 plant species). The sample 3 was taken from fully covered and reach meadow stand (up to 21 plant species).

Second locality lies in the south suburb of Banská Štiavnica at the Lintich where the soil type is the Cambisols on hydrothermally alterred andesites with sulphides. Smelting works producing lead were conducted at this locality for almost 200 years. The samples were taken at three sites in the profile from the smelting works away (the 4th site: pH H_2O = 4.58, pH KCl = 4.35, $\%C_{ox}$ = 0.82, $\%N_{tot}$ = 0.02, C/N = 41.33, the 5th site: pH H_2O = 4.78, pH KCl = 4.15, $\%C_{ox}$ = 2.59, $\%N_{tot}$ = 0.23, C/N = 11.26, the 6th site: pH H_2O = 4.73, pH KCl = 4.12, $\%C_{ox}$ = 3.26, $\%N_{tot}$ = 0.29, C/N = 11.24). The sample 4 is located at degradated meadow stand (1 - 2 plant species).

Tab. 1
Values of soil reaction in soil samples

Samples	pH H_2O	pH KCl
1	3.39	3.03
2	3.91	3.35
3	4.84	4.03
4	4.58	4.35
5	4.78	4.15
6	4.73	4.12
7	3.65	3.30
8	4.43	3.63
9	4.77	3.76

Samples: 1 - 3 - region of Šobov, 4 - 6 - region of Lintich, 7 - 9 - region of Štiavnica creek

Tab. 2
Distribution of heavy metals in ppm in soil samples

Samples	Pb	Cd	Cu	Zn	As	Hg
1	98.9	0.09	42.3	249	34	0.11
2	114	0.18	41.5	204	19.11	0.11
3	181	1.76	42.5	255	28.5	0.13
4	770	1.22	288	441	20	0.32
5	670	3.71	166	454	36.8	0.44
6	213	0.97	37.7	247	12.8	0.14
7	1700	3.4	741	602	67.0	0.42
8	1700	7.0	570	1034	46.1	0.40
9	2445	18.4	278	2445	23.3	0.5
A	85	0.8	36	140	29	0.3
B	150	5	100	500	30	2
C	600	20	500	3000	50	10

Samples: 1 - 3 - region of Šobov, 4 - 6 - region of Lintich, 7 - 9 - region of Štiavnica creek; A - reference value when the soil is not contaminated, B - indication value when the contamination was analytically found, C - indication value for decontamination

Tab. 3
Abundance and biological activity of soil microorganisms

Samples	Ba	Mf	biomass	CO_2-B	CO_2-G	B/G	Ac
1	3.8	2.4	2.3	9.5	336.8	35.4	1.7
2	43.8	21.1	21.5	50.8	620.4	12.2	5.7
3	72.9	12.5	41.6	214.1	1863.2	8.7	2.7
4	41.5	12.1	18.1	18.1	213.2	11.8	1.9
5	34.2	9.3	38.0	122.2	1468.1	12.0	4.6
6	40.6	18.4	19.4	51.8	865.3	16.7	3.5
7	6.2	12.7	42.7	4.4	171.6	39.0	1.1
8	7.4	11.7	45.9	250.8	651.2	2.6	2.9
9	28.2	21.7	51.9	369.6	717.2	1.9	5.0

Samples: 1 - 3 - region of Šobov, 4 - 6 - region of Lintich, 7 - 9 - region of Štiavnica creek; Ba - abundance of bacteria in 1.10^3 CFU, Mf - abundance of microscopic fungi in 1.10^3 CFU, biomass - biomass of microorganisms in mg C/100 g dry soil, CO_2-B - basal productivity of CO_2 in mg/kg dry soil/24 h., CO_2-G - potential productivity of CO_2 in mg/kg dry soil/24 h., A_c - cellulolytic activity, B/G - ratio of basal and potential biological activity

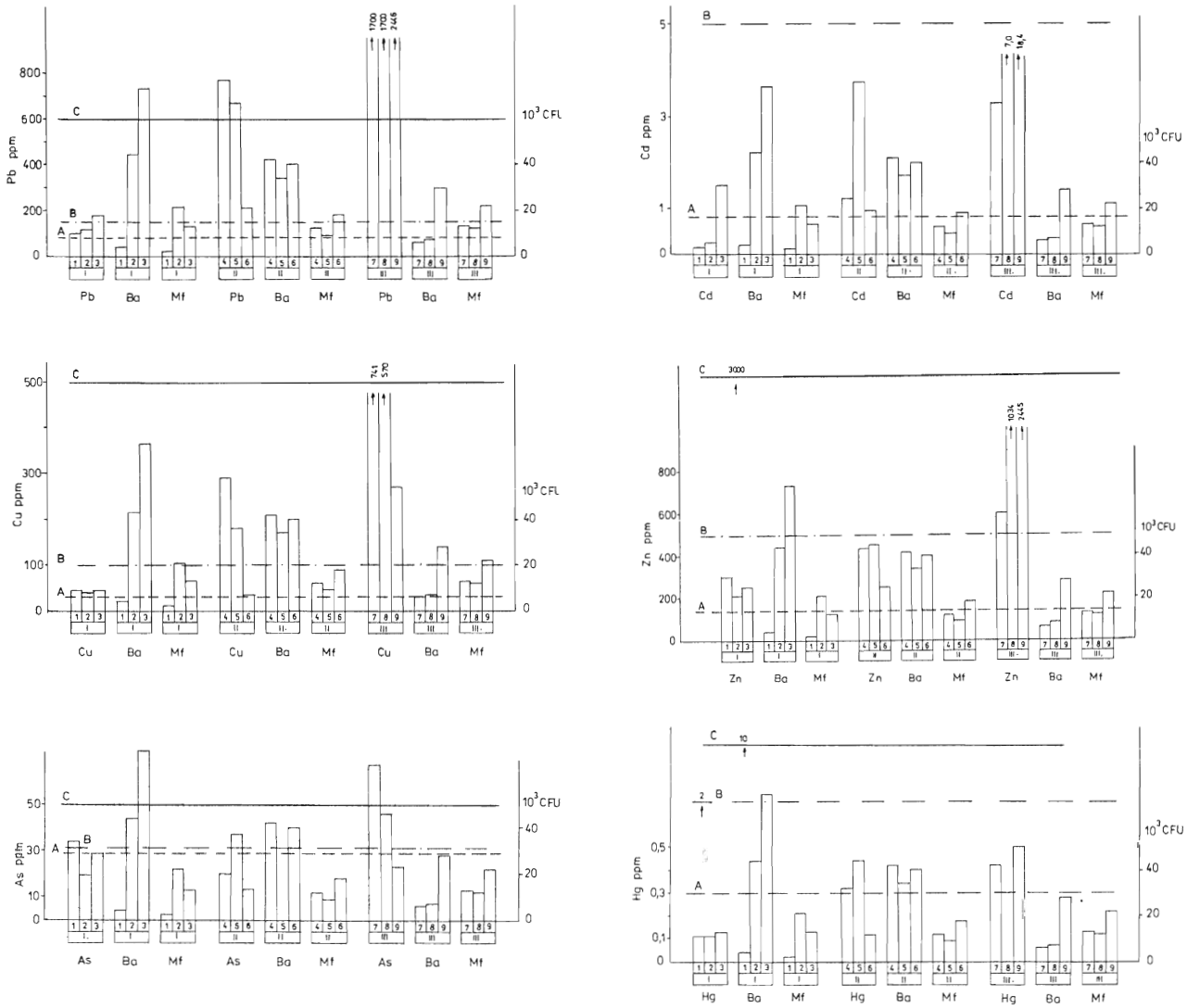


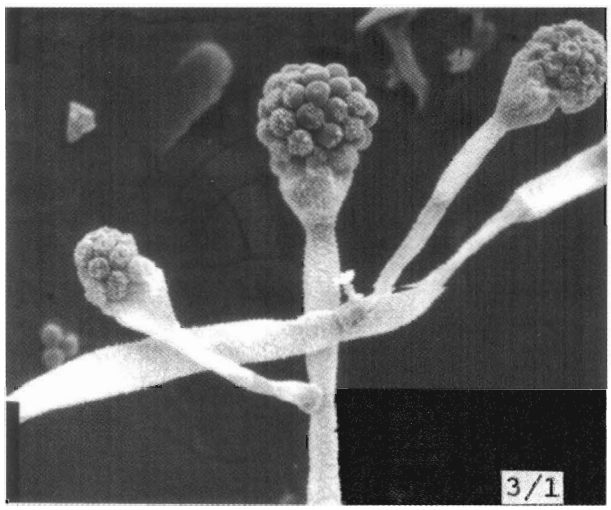
Fig. 2/1-2/6. Distribution of Pb, Zn, Cu, Cd, As a Hg in soil samples; Ba - abundance of bacteria in 1.10^3 CFU; Mf - abundance of microscopic fungi in 1.10^3 CFU.

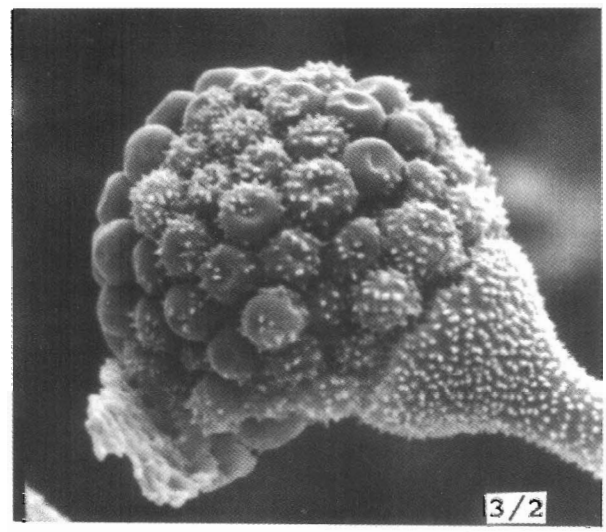
The sample 5 represents poor but unimpaired meadow stand (4 - 6 plant species). The sample 6 is located at reach meadow stand (up to 21 plant species).

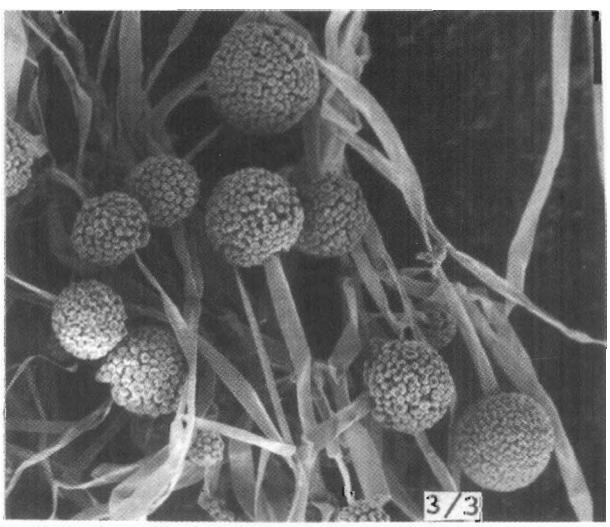
The third locality is represented by the 20 km long stretch of the Štiavnica creek valley. At the locality there are fluviosols overlying alluvial deposits of Štiavnica creek. The samples were taken south from Antol - (7), south from Prenčov - (8) and north from Hontianske Nemce - (9) from reach meadow stand (up to 25 plant species).

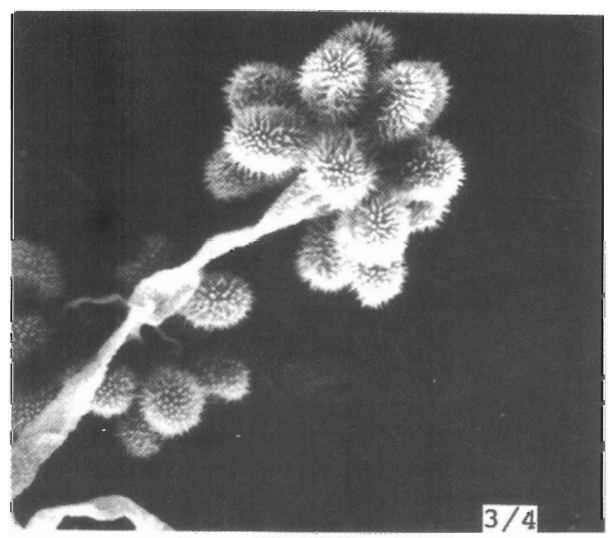
The mentioned localities and the sampling sites are shown in Fig. 1. The numbers of samples in individual localities are identical with the numbers in Tables 1 to 4. The samples were taken from subhorizon A_0 from the depth of 0 - 10 cm in amount apr. 2 - 3 kg. Then the samples were divided into two parts. The first part was dried under the room temperature conditions and then it was sieved. The fraction under 0.125 mm was used for determination of soil pH and toxic elements. The analyses of elements Pb, Cd, Cu, Zn, As and Hg were carried out. The percentage of C_{ox} was determined from the fraction below 2 mm by the Walkley-Black wet way method modified by Novák and Pelíšek (Klika et al., 1954), the percentage of N_{tot} according to Jodlbauer (Kopčanová et al., 1990) and Al^{3+} (mg/kg) according to Sokolov (Hraško et al., 1962). The values of pH H_2O and pH KCl are in the Table 1 and the concentrations of toxic elements are in the Table 2. The Figs. 2/1 - 2/6 show concentrations of toxic elements, abundance of bacteria (Ba) and microscopic fungi (Mf), too.

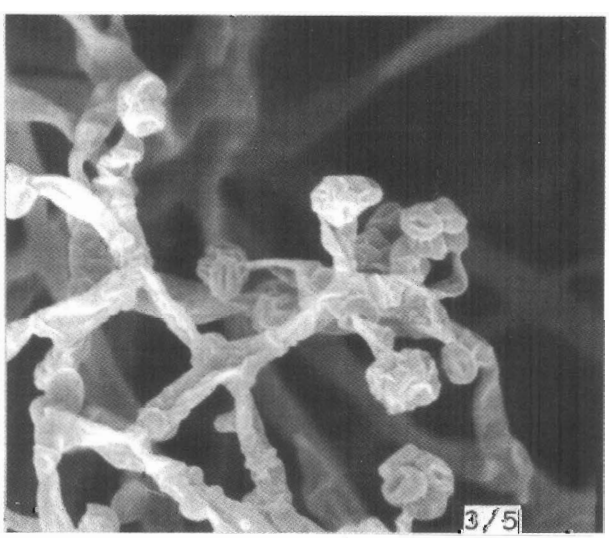
The second part of the sample was immediately sieved on a sieve with 2 mm mesh and consequently there were determined the abundance of bacteria (on Nutrient Agar w 1 % Peptone), microscopic fungi (on Czapek-Dox Agar and on Chloramphenicol Yeast Glucose Agar) in 1.10^3











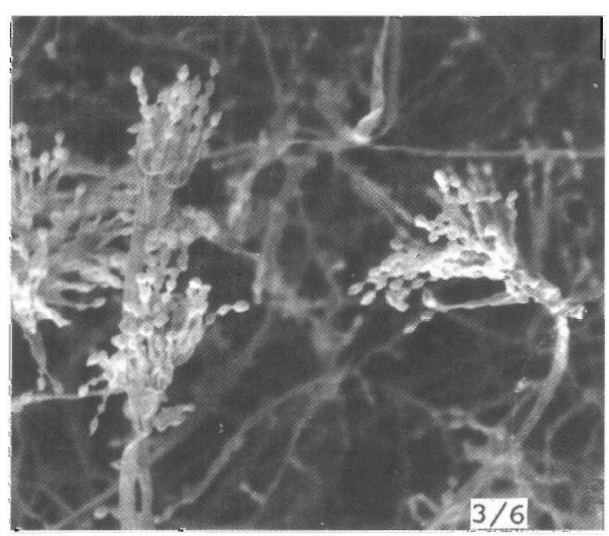
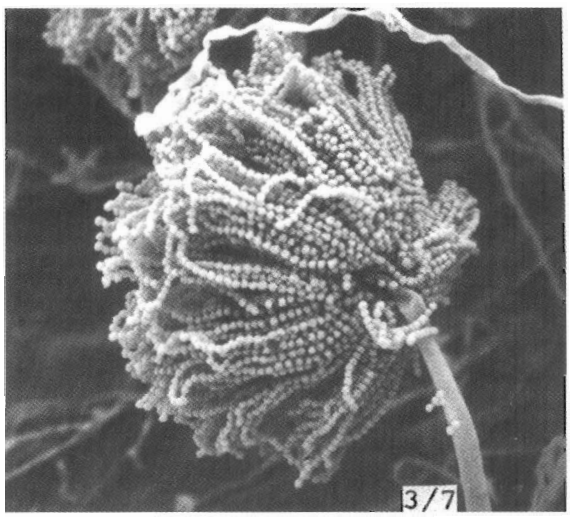
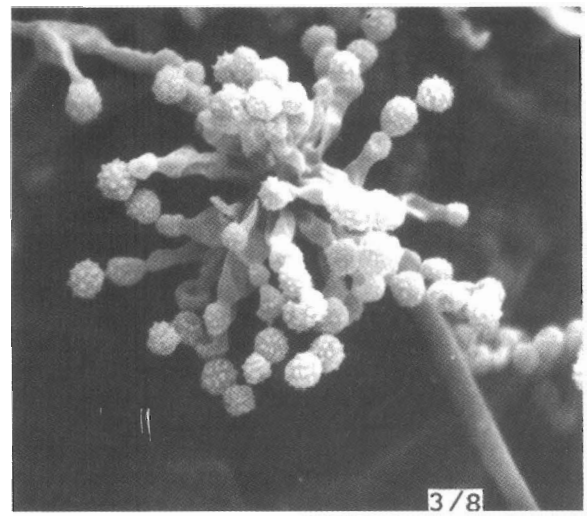
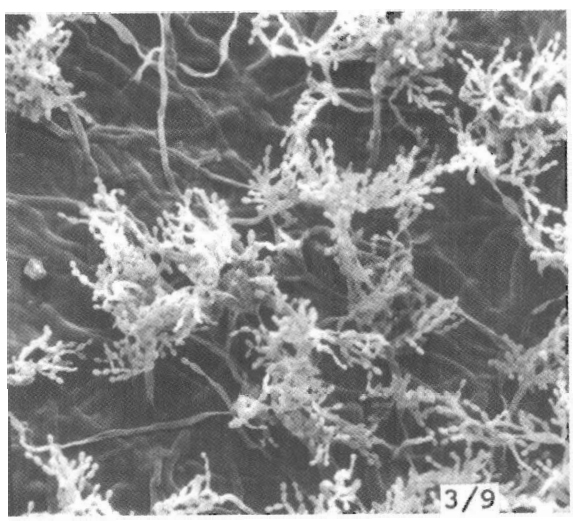
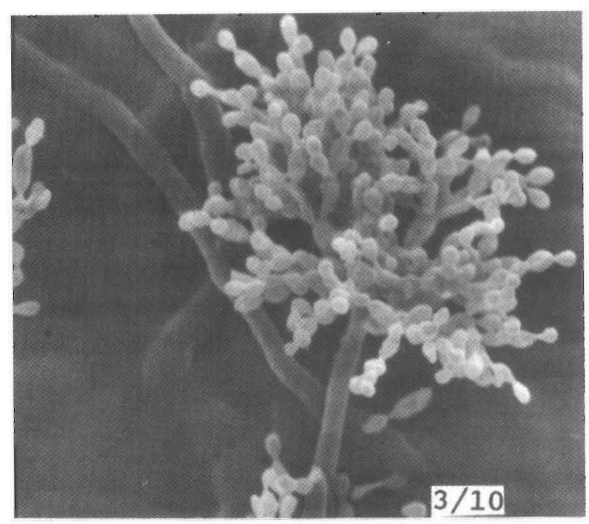


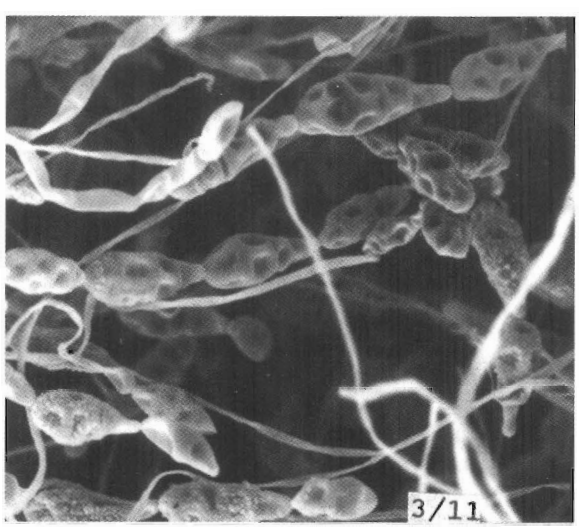
Fig.3/1-3/12 were taken on Scanning Electron Microscopy (SEM) model Tesla BS 301 by Mrs. j. Blahutiaková (Institute of Experimental Phytopathology and Entomology, Slovak Academy of sciences, Ivanka pri Dunaji).











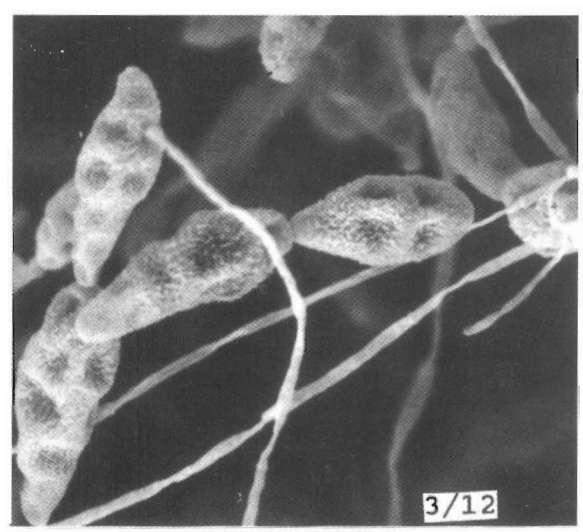


Fig. 3/1. Absidia sp., (ZYGOMYCOTINA), 1600 x., 3/2. Absidia sp., (ZYGOMYCOTINA), detail of sporangium, with sporangiospores, 3900 x, 3/3. Zygorhynchus sp., (ZYGOMYCOTINA), 260 x, 3/4. Cunninghamella sp., (ZYGOMYCOTINA), 1900 x, 3/5. Trichoderma sp., (DEUTEROMYCOTINA), 2750 x, 3/6. Paecilomyces sp., (DEUTEROMYCOTINA), 1000 x, 3/7. Aspergillus niger (DEUTEROMYCOTINA), 580 x, 3/8. Aspergillus ochraceus (DEUTEROMYCOTINA), 2100 x, 3/9. Cladosporium sp., (DEUTEROMYCOTINA), 400 x, 3/10. Cladosporium sp., (DEUTEROMYCOPTINA), detail of conidiophore with conidia, 1100 x, 3/11. Alternaria sp., (DEUTEROMYCOTINA), 1060 x, 3/12. Alternaria sp., (DEUTEROMYCOTINA), detail of conidia, 1750 x.

Tab. 4
Genera of microscopic fungi in soil samples

Samples	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ZYGOMYCOTINA									
Mucorales									
Absidia Tiegh.	+	+	+		+	+			
Cunninghamella Matr.			+			+	+	+	+
Mucor P. Micheli ex St. - Amans		+	+	+	+	+		+	+
Rhizopus Ehrenb.	+	+	+			+	+	+	
Zygorhynchus Vuill.			+		+	+	+	+	
Mortierella Coem.						+			
DEUTEROMYCOTINA									
Moniliales - Moniliaceae									
Acremonium Link ex Fr.		+			+	+			+
Aspergillus P. Micheli ex Fr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gliocladium Corda			+	+					+
Paecilomyces Bainier			+	+					
Penicillium Link ex Fr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Scopulariopsis Bainier	+			+					+
Trichoderma Pers. ex Fr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Verticillium Nees ex Link			+		+	+		+	
Moniliales - Tuberculariaceae									
Fusarium Link ex Fr.					+	+		+	+
Moniliales - Dematiaceae									
Cladosporium Link ex Fr.					+	+	+	+	+
Alternaria Nees ex Fr.							+	+	+
Curvularia Boedijn		+	+						
Stachybotrys Corda		+	+						
ASCOMYCOTINA									
Chaetomiales									
Chaetomium Kunze ex Fr.	+	+		+	+	+		+	+

Samples: 1 - 3 - region of Šobov, 4 - 6 - region of Lintich, 7 - 9 - region of Štiavnica creek

CFU (Kopčanová et al., 1990), genera composition of microscopic fungi (Domsch et al., 1980), biomass of microorganisms in mg of biomass C by the method SIR (Schinner et al., 1993), respiration of microorganisms i. e. the CO_2 production basal (B) and potential (G) according Bernát and Seifert (Kopčanová et al., 1990) and cellulose decomposition expressed by cellulolytic activity Ac (Grunda, 1967).

Results and discussion

The terrestric ecosystem of observed regions (Fig. 1) has acidic or highly acidic reactions of soil environment that is significant in the region of Šobov and in the alluvium of Štiavnica creek (Tab. 1). The acidification was associated with the mobilization of active Al^{3+} (1 = 540, 2 = 585, 3 = 76.5, 4 = 697.5, 5 = 166.5, 6 = 162 mg/kg) and many toxic elements that were migrated for long distances. There is a significant concentration of heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn, As and Hg) in the observed region and in more cases the indication values of B and C (Tab. 2) are exceeded what is confirmed by samples taken from alluvium of Štiavnica creek. The unfavourable anthropic and geogenic-anthropogenic factors during many decades have influenced terrestric ecosystems and during all that period the primary ecological factors have been negatively changed (pH, amount of C, N, humus). The abundance of soil microorganisms and their biological acitivity is directly affected by primary ecological factors as well as long-term burden of risk elements mentioned above. The low abundance of bacteria that are very sensitive to acidic environment even affected by heavy metalls (Kozdrój, 1955; Wood, 1995) is significant in samples from the region of Šobov and from the alluvium of Štiavnica creek. In comparison to microscopic fungi that are considerable tolerant (Baath, 1989), the change of the rate of the two basic groups of soil microorganisms is due to low bacteria abundance (Tab. 3).

The biomass of microorganisms or C microbial biomass is considered as a very sensitive indicator of biological soil state (Baath, 1989; Valsecch, 1995), what is shown by the lowest values recorded at the sites 1, 4, 7 - the sites that are always the closest to the resources of contamination. In the environment where small amount of microorganisms occur, their biomass is also very low as well as respiration - the basal production of CO_2 - B. However, added glucose is very important resource of nutrients and energy influence in the environment is significant. The respiration of microorganisms in the glucose environment, i. e. the potential production of CO_2 - G is very sensitive indicator of their activity. The influence of glucose was observed mainly in samples from Šobov (1 - 3) and in alluvium of Štiavnica creek (7 - 9) what ex-

presses the rate of basal and potential biological activities (Tab. 3).

Cellulolytic activity Ac that expresses the course of cellulose decomposition is unambiguously low or very low at all sampling sites with minimal values and always at the sampling sites that are the closest to the source of contamination (Tab. 3).

Microscopic fungi represent the group of organisms with high adaptability, so they are able to survive under unfavourable conditions as low pH of soil, minimal soil moisture or negative influence of anthropogenic factors. The influence of heavy metals on microscopic fungi is also due to the reduction of air mycelium (Turnau, 1988), supression of sporulation (Azab, 1986a) and the formation of deformed conidiophores (Azab, 1986b). There are not considerable changes in the species composition. There are more important changes in genera composition of particular classes or in subdivisions. Together 20 genera of soil microscopic fungi (Tab. 4) from subdivisions ZYGOMYCOTINA (6 = 30 %), DEUTEROMYCOTINA (13 = 65 %) and ASCOMYCOTINA (1 = 5 %) were isolated and identified. The subdivision ZYGOMYCOTINA is represented by the order *Mucorales* (Figs. 3/1 - 3/4). The species of mentioned order require sufficient amount of easily attainable organic substances. The most often occured is the genus *Mucor* (7x) that is considered as Cu - tolerant. The genus *Mortierella* that was isolated only from one soil sample from Lintich, is due to increased content of Cu (41 - 65 ppm) very sensitive (Arnebrandt et al., 1987). The sample contained the lowest amount of Cu (Tab. 2). The subdivision DEUTEROMYCOTINA (Fig. 3/5 - 3/12) and the order *Moniliales* are represented by 13 genera of microscopic fungi, i. e. 65 % of the total number. The most often (9x) occurring isolates are genera *Aspergillus, Penicillium* and *Trichoderma* that are considered as Cu - tolerant (Baath, 1989; Yamamoto, 1985), Zn, Cu and Ni - tolerant (Gaad, 1993) and resistent to anthropogenic influences as chemical pollution of soils by artificial fertilizers in agriculture, heavy metals, reaction activities etc. (Marfenina, Mirčink, 1988). Only one genus *Chaetomium* (5 %) represents the subdivision ASCOMYCOTINA. The genus is very often observed in soils contaminated by heavy metals. In cellular membranes they contain melanines and other pigments that enable them to survive under stress conditions. Also, they produce phenolic and cytotoxic metabolits - the substances with antifungal and antibacterial characters. Because of wide scale of various metabolits the species of the genus *Chaetomium* are observed not only in acidic but in alkaline soils as well (Domsch, et al., 1980).

Conclusion

The long - term distribution and accumulation of heavy metals in the region of Banská Štiavnice (city) were considerable reflected in soil microorganisms abundance and in their activity. The amounts of heavy metals in soils exceed the indication value B (Pb, Cu, Zn and As) and even in some samples the indication value C (Pb, Cu and As) in the sense of Directives of Ministry of Agriculture of SR Nr. 531/1994-540.

The long - term contamination by heavy metals forms unfavourable environmental conditions that have the influence on negative changes in soil microbiota composition. Bacteria are considerable suppressed and microscopic fungi dominate. The low abundance of soil microorganisms in environment is resulted in low biomass, respiration and even low cellulolytic activity.

References

Arnebrant, K., Baath, E. & Nordgren, A., 1987: Copper tolerance of microfungi isolated from polluted and unpolluted forest soil. *Mycologia, 79, 6, 890 - 895.*

Azab, M. S., Peterson, P. J. & Young, T. W., 1986a: Effects of cadmium and zinc on the growth of *Aspergillus terreus* Thom. *Microbios Letters, 31, 39 - 49.*

Azab, M. S., Peterson, P. J. & Young, T. W., 1986b: Scanning electron microscopy of *Aspergillus terreus* grown in the presence of zinc and cadmium compounds. *Trans. Brit. mycol. Soc., 86, 3, 469 - 474.*

Baath, E., 1989: Effect of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review). *Wat. Air and Soil Pollut., 47, 335 - 379.*

Čurlík, J. & Forgáč, J., 1983: Prejavy sírnokyslého zvetrávania a jeho hĺbkové zmeny vo vulkanických horninách pohoria Vtáčnik. *Geol. Práce, Spr., 79, 197 - 217.*

Čurlík, J. & Forgáč, J., 1991: Argilitizácia vplyvu kyslých descendenčných roztokov v Dekýši (Štiavnické vrchy). *Mineralia Slov., 23, 145 - 154.*

Domsch, K. H., Gams, W. & Anderson, T. H., 1980: Compendium of soil fungi. *Academic Press, London, 859.*

Forgáč, J., Streško, V. & Škvarka, L., 1995: Výskyt toxických prvkov v oblasti Banskej Štiavnice. *Mineralia Slov., 27, 45 - 56.*

Gaad, G. M., 1993: Interactions of fungi with toxic metals. *The New Phytologist, 124, 25 - 60.*

Grunda, B., 1967: Metoda hodnocení rozkladu celulózy v lesních půdách. *Lesnický časopis, 9, 807 - 813.*

Holub, Z., Banásová, V. & Križáni, J., 1991: Vplyv acidifikácie pôdy na rastlinstvo v oblasti ťažby hydrokvarcitu (Šobov). Geológia a životné prostredie. *Zbor. prednášok GÚ SAV a STV Banská Bystrica, 114 - 121.*

Hraško, J. et al., 1962: Rozbory pôd. *SVPL Bratislava, 342.*

Kopčanová, L., Rehoľková, V. & Bumbala, L., 1990: Návody na cvičenia z mikrobiológie pre fytotechnikov. *Príroda, Bratislava, 128.*

Kozdrój, J., 1995: Microbial responses to single or successive soil contamination with Cd or Cu. *Soil Biol. Biochem., 27, 11, 1459 - 1465.*

Križáni, J., Kušnierová, M., Andráš, P. & Jeleň, S., 1994: Šobovská halda - spontánny geobioreaktor. *Biohydrometalurgia III. Košice 4. - 5. 10. 1994, 50 - 55.*

Marfenina, O. E. & Mirčink, T. G., 1988: Mikroskopičeskije griby pri antropogennom vozdejstvii na počvu. *Počvovedenie, 9, 107 - 112.*

Schinner, F., Ohlinger, R., Kandeler, E. & Margesin, R., 1993: Bodenbiologische Arbeitsmethoden. *Springer-Verlag Berlin, 389.*

Turnau, K., 1988: The influence of industrial dust on the mycoflora of Pino-Quercetum forest near Cracow. 1. Effect of cadmium dust on mycelial length and biomass of fungi in soil, humus and litter layer. *Forestry, 18, 226, 124 - 129.*

Valsecchi, G., Gigliotti, C. & Farini, A., 1995: Microbial biomass, activity, and organic matter accumulation in soils contaminated with heavy metals. *Biol Fertil Soils 20, 253 - 259.*

Wood, M., 1995: A mechanism of aluminium toxicity to soil bacteria and possible ecological implications. *In: R. A. Date et al. (Eds.): Plant and Soil Interaction s at Low pH, Kluwer Academic Publishers., 173 - 179.*

Zmena charakteru pôdnej mikrobioty pod vplyvom banskej činnosti

Oblasť Štiavnických vrchov je známa baníckou činnosťou, pri ktorej sa na povrch dopravili horniny s rozličným obsahom minerálov, a tým aj toxických kovov. Tento materiál sa rozplavoval do okolia vo forme úlomkov, suspenzií a iónov. Toxické kovy sa potom dostávali do pôdy a kontaminovali ju.

Výskum sme zamerali do troch oblastí v regióne Banskej Štiavnice (obr. 1), odlišných podľa charakteru hornín a zeminy v podloží pôdy. Prvá oblasť sa nachádza na J od haldy šobovských kremencov. Lokalitou je profil s troma miestami odberu (1 - 3), v ktorého podloží je hlinitopiesočnatá až piesočnatohlinitá zemina. Druhá oblasť je na južnom okraji Banskej Štiavnice, kde sú v podloží pôdy hydrotermálne premenené andezity s obsahom sírnikov. Na profile v smere od imisného zdroja sme odoberali vzorky pôdy na troch odberových miestach (4 - 6). Treťou oblasťou je alúvium Štiavnického potoka, kde sú v podloží pôdy aluviálne sedimenty potoka. Vzorky sme odoberali v oblasti Antola (7), Prenčova a Hontianskych Nemiec (9; obr. 1). Silnú acidifikáciu terestrického ekosystému sprevádza mobilizácia aktívneho Al^{3+} (1 - 3: 76.5 - 585 a 4 - 6: 162 - 697.5) a mnohých toxických prvkov, ktoré vo viacerých prípadoch prekračujú indikačnú hodnotu B a C (tab. 2). Abundanciu baktérií, ktoré sú veľmi citlivé na kyslé a toxickými kovmi ovplyvnené prostredie, je v porovnaní s mikroskopickými hubami nízka a má za následok zmenu pomeru týchto dvoch základných skupín pôdnych mikroorganizmov. V prostredí, kde je mikroorganizmov málo, je nízka aj ich biomasa, dýchanie, t. j. produkcia CO_2 (bazálna B a potenciálna G), ako aj celulolytická aktivita Ac, ktorá chakakterituje dekompozičné procesy.

Zo vzoriek sme izolovali a identifikovali 20 rodov pôdnych mikroskopických húb (tab. 4) z pododdelenia ZYGOMYCOTINA (6 = 30 %), DEUTEROMYCOTINA (13 = 65 %) a ASCOMYCOTINA (1 = 5 %). Z mikroskopických húb za najodolnejšie voči dlhodobej záťaži toxických prvkov považujeme rody *Aspergillus, Penicillium* a *Trichoderma* (DEUTEROMYCOTINA), izolované zo všetkých pôdnych vzoriek (100 %), rod *Mucor* (ZYGOMYCOTINA) a rod *Chaetomium* (ASCOMYCOTINA), obidva izolované 7x, čo predstavuje 77,8 %.

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 439 - 442

Physico-chemical Properties of Bentonite "Stará Kremnička - Jelšový potok" I. Particle size distribution

KAROL JESENÁK[1], ĽUBOMÍR KUCHTA[1], LADISLAV GULLER[2] and JANA FÚSKOVÁ[3]

[1]Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Mlynská dolina CH-2, 842 15 Bratislava
[2]Department of Anathomy, Faculty of Medicin, Comenius University, Sasinkova 2, 813 72 Bratislava
[3]HIROCEM a. s., 906 38 Rohožník

(Received April 14, 1997; accepted in revised form June 10, 1997)

Abstract

The particle size analysis of dilluted water suspensions of Slovak bentonites from locality Stará Kremnička - Jelšový potok (Kremnica Mts.) was carried out. The sedimentation and sieve methods, laser diffraction analysis and image analysis of bentonite suspensions on microscopic slides were used. If no dispersive methods are used the particles with diameter above 10 μm form the main mass part of the sample though from the view point of frequency small particles below 2 μm form at least 77 %. Two main fractions 10 - 50 μm and 80 - 200 μm form 63 % (wt.). The main volume part of the sample (35 %) is formed by the particles with the size from 70 to 150 μm. The laser particle size analysis is according to authors the most effective among the methods mentioned in the paper.

Key words: bentonite, particle size distribution

Introduction

The bentonite deposit "Jelšový potok" belongs, from the economical point of view, to the most important in Slovakia. Though many results are still published on the research of montmorillonite, which is the main component of the bentonite, the basic information effecting the practical use of this bentonite was published in sixties and seventies (Gregor and Mocik, 1968; Slávik et al., 1971; Očenáš and Zuberec, 1972; Kraus et al., 1976, 1979; Fajnor 1982). This article wants to add some useful information to fill up this gap.

The first part of this article deals with particle size distribution of this bentonite and in the second part some properties of different size fractions important for practical applications are discussed.

The particle size distribution of powder materials industrially used belongs to the most important characteristics and many physico-chemical properties (surface area, reactivity, solubility, reological properties and many others) depend on it. The bentonite belongs to those raw materials which particle size composition is influenced in a water suspension by interaction of montmorillonite with electrolyte. Despite of this, the basic particle size distribution of bentonite is an important information influencing utilization of this material.

Water suspensions of bentonite contain montmorillonite and other clay mineral crystallites and their aggregates, crystalline and amorphous admixtures (as biotite, cristobalite and others). From the view point of particle size distribution, such suspensions belong to the typically heterodispersed systems with particle size ranging in several orders. The problem to determine the particle size and its distribution by an optical or electron microscopy through such a broad order range is in gaining statistically valid data in reasonable time. Fortunately, in recent time a great progress was made in measuring techniques, enabling to obtain a distribution of particle size directly in water suspension of bentonite.

The aim of this paper is to provide reliable particle size analysis of the water suspension of chemically unmodified bentonite from the deposit "Stará Kremnička - Jelšový potok" without the use of any dispersive methods (mechanical and chemical). The analysis was done by conventional methods (sedimentation and wet sieving), then by analysis of microscopic images of bentonite suspension and by measurements on the laser particle size analyzer. The laser particle size analyzer was used also for measurements of other four Slovak bentonites.

Experimental

Bentonite samples from the deposit "Stará Kremnička - Jelšový potok" were obtained from the 10 kg batches of the four main colour varieties of this bentonite. Sampling was done in the year 1994 in a central part of the deposit. The batches were dried at 105 °C and then carefully homogenized. Small samples of other four Slovak

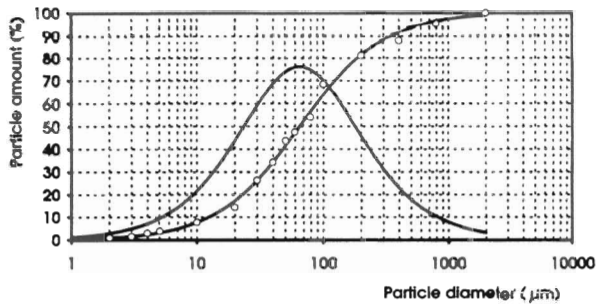


Fig. 1. The cummulative distribution curve (mass vs. particle size) and its derivative curve of the bentonite particles in water suspension obtained by sedimentation and wet sieving methods, without usage of dispersive methods (locality Stará Kremnička - Jelšový potok). For fitting of the distribution curve the equation for sigmoidal curve was used ($y = 100/(1+10^{(a(b - \log x))})$, a = 1.324, b = 1.813).

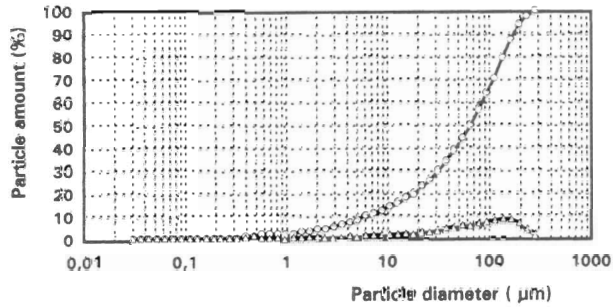


Fig. 2. The particle size distribution (volume vs. particle size) of bentonite fraction below 0.5 mm in water suspension obtained without usage of dispersive methods, estimated by laser diffraction, analysis in size range 0.01 - 280 µm (locality Stará Kremnička - Jelšový potok).

bentonites from deposits Poša, Višňové, Lastovce and Kuzmice (30 grams each) were used for comparison.

The mass content of each separate fraction was established by weighing of the dried part obtained by the sedimentation separation from the 2 per cent water suspension of bentonite. The separation of each fraction was carried out by draining off of the upper part of the suspension. To ensure the quantitative yield of each fraction (at least 99.9 % of its total content) the draining off was repeated several times. After each draining off, the distilled water was added to make up the initial volume. In this way the fractions were separated, started with the finest ones to the coarsest ones. The time of sedimentation was derived from the chosen particle size (1, 2, 5, ... µm). This size was calculated according Stokes equation modified by Andreasen and Lundberg (1930) giving the length of cube edge (denoted *a*) derived from diameter *d* obtained from unmodified Stokes equation ($d = 1.241\ a$). To simplify the calculation we assumed that samples were homogeneous concerning to density. The residue after sedimentation separation (fraction over 80 µm) was futher separated by wet sieving on normalized sieves (mesh 100, 200, ... µm). The cumulative curve (Fig. 1) was fitted by the least-square method with sigmoidal curve ($y = 100/(1+10^{(a\ (b\ -\ \log x))})$, a = 1.324, b = 1.813).

Laser diffraction particle size analyses were carried out on four samples of bentonite from the deposit "Stará Kremnička - Jelšový potok" with 3 fractions from each sample: below 2 µm, below 10 µm and below 100 µm. Fractions below 2 µm and below 10 µm were obtained by sedimentation and fraction below 100 µm was separated on the sieve. From other Slovak bentonites three fractions were analyzed - below 2 µm, below 10 µm and below 100 µm. They were obtained in the same way as was described above. Measurements were carried out on the Laser Diffraction Type Particle Size Analyzer (LPSA) SALD-2001 (SHIMADZU Corp. Kyoto, Japan) with the help of measurement software V1.6. This instrument evaluates the distribution of volume ratio of particles including some other characteristic parameters of distribution (median, mode) in the range from 0.01 µm to 280 µm.

The particle size analysis of bentonite (fraction below 200 µm) was carried out also by the image analysis of 0.1 per cent suspension of bentonite on the microscope slide. The preparation was scanned by CCD camera SONY mounted on the microscope Olympus IMT-2. The images were electronically processed and analyzed with the help of CUE-2 software (Image analyzer - Galai Production Ltd). Twenty six images were taken with 16,000 observed objects with magnification 37.5 x and 150.0 x. The images containing particles with different size were analyzed separately. Diameter of each object was given as an average from its 32 Feret's diameters.

Results

Cumulative particle size-distribution curve (Fig. 1) obtained from mass ratio of separated fractions shows that

Tab. 1
Mass content of fractions in the water bentonite suspension (locality Stará Kremnička - Jelšový potok) obtained by sedimentation and wet sieving methods without usage of dispersive methods

Diameter (µm)	Weight (%)
<2	0.82
2 - 3	0.63
3 - 4	1.51
4 - 5	0.83
5 - 10	3.91
10 - 20	6.61
20 - 30	11.95
30 - 40	8.00
40 - 50	9.38
50 - 60	3.79
60 - 80	6.64
80 - 100	14.27
100 - 200	12.86
200 - 400	6.67
400 - 800	7.25
800 - 2000	4.86

Tab. 2
Volume content of fractions in the water bentonite suspension (locality Stará Kremnička - Jelšový potok, fraction below 0.5 mm)

Diameter below (μm)	Volume (%)	Diameter below (μm)	Volume (%)	Diameter below (μm)	Volume (%)
280.00	100.00	26.00	25.93	2.41	4.54
233.21	98.29	21.65	22.69	2.01	3.79
194.25	94.29	18.04	19.90	1.67	3.17
161.79	87.76	15.02	17.57	1.39	2.72
134.76	79.70	12.51	15.65	1.16	2.37
112.24	71.47	10.42	13.99	0.97	2.04
93.49	63.83	8.68	12.45	0.81	1.77
77.87	56.83	7.23	10.98	0.67	1.60
64.86	50.37	6.02	9.64	0.56	1.52
54.02	44.36	5.02	8.41	0.47	1.47
44.99	38.83	4.18	7.29	0.39	0.28
37.48	33.91	3.48	6.27	0.32	0.00
31.21	29.64	2.90	5.36	0.27	0.00

Tab. 3
The particle size characteristic of four independent bentonite samples (locality Stará Kremnička - Jelšový potok) obtained without usage of dispersive methods, estimated by laser diffraction analysis

Fractions	Median				Median	Standart
	1	2	3	4	average	deviation
A	2.94	2.91	2.97	3.01	2.96	0.04
B	6.33	5.48	8.38	6.51	6.67	1.22
C	34.13	20.50	51.43	43.03	37.27	13.23
Fractions	Mode				Mode	Standart
	1	2	3	4	average	deviation
A	3.18	3.18	3.18	3.81	3.34	0.32
B	9.51	6.60	11.42	9.51	9.26	1.99
C	59.19	41.06	85.32	59.19	61.19	18.22

A, B - fractions separated by sedimentation method with *a* value below 2 μmand 10 μm respectively, C - fraction below 100 μm separated by sieve method

Tab. 4
The particle size characteristic of bentonite samples

Fractions	Median				Median	Standart
	1	2	3	4	average	deviation
A	2.97	2.92	2.88	2.57	2.84	0.18
B	6.36	7.73	5.84	4.44	6.09	1.36
C	48.42	54.33	22.10	9.45	33.58	21.33
Fractions	Mode				Mode	Standart
	1	2	3	4	average	deviation
A	3.81	3.81	3.18	2.65	3.36	0.56
B	6.60	9.51	6.60	4.58	6.82	2.03
C	59.19	85.32	49.30	4.58	49.60	33.64

Locality: Poša - 1, Višňové - 2, Lastovce - 3 and Kuzmice - 4) obtained without usage of dispersive methods, estimated by laser diffraction analysis (A, B - fraction separated by sedimentation method with *a* value below 2 μm and 10 μm respectively, C - fraction below 100 μm separated by sieve method).

main part of the bentonite sample (about 20 %) is composed of particles with ascribed diameter *a* from 40 μm to 80 μm (these values of diameter *a* equals to Stokes diameters from 49.64 μm to 99.28 μm) but according to the Tab. 1 there are two main fractions of this bentonite. The first one, separated by the sedimentation with the diameter *a* 10 - 50 μm, makes 36 % (wt.) and the second one, separated by the wet sieving with particle size 80 - 200 μm, makes 27 % (wt.). The fraction with particles below 1 μm forms less than 1 % (wt), coarse non-clay fraction with particles above 200 μm forms about 20 % (wt.) from which grains with diameter larger than 2 mm forms 1 % (wt.). According to Čičel and Horváth (1974) particles below 100 μm make 93 % of the mass of sample. This value obtained by sieve analysis is higher than that obtained from the cumulative curve in Fig. 1. (60 - 70 %) probably because they used dispersive methods.

Results obtained by Particle Size Analyser (LPSA) are shown in Fig. 2 and Tab. 2. These results can be regarded as characteristic for the deposit Stará Kremnička - Jelšový potok bentonite in the measuring range 0.5 μm - 280 μm. It can be seen that main part of sample volume belongs to the fraction with particle size about 123 μm. The maximum on distribution curve is not very high so we can also consider the sample as quite heterogenous, from the view point of particle size. Particles with size from 70 μm to 150 μm represent 40 % of sample volume. The maximum on differential distribution curve in Fig. 2. is shifted to higher value (135 μm) in comparison with that on Fig. 1. In respect of the fact that in fractions of Stará Kremnička - Jelšový potok bentonite below 80 μm montmorillonite is the main part of the fractions and the density of other minerals accompaning montmorillonite is close to that of montmorillonite (biotite - 2.7 - - 3.3 $g.cm^{-3}$, SiO_2 (quartz) - 2.65 $g.cm^{-3}$) a similarity of mass and volume abundance could be expected. A difference in two curves might be due to differences in Stokes dimension and that determined by the use of LPSA method.

The data measured for three fractions of four bentonite samples SK-JP with particles below 2 μm, 10 μm and 100 μm respectively, are given in Tab. 3. A particle diameter of the fraction with the finest grain is larger than that calculated from Stokes law and has very low median deviation (2.91 - 3.01 μm, σ = 0.04). The other two fractions with median mean 6.67 μm and 37.27 μm respectively, have deviations of the value one order higher. The mode deviation is also higher for coarse-grain fractions. The median and mode values indicate that the samples differ mainly in content of coarse-grain fractions.

According to the higher contents of coarse-grain particles in fractions below 2 μm and 10 μm respectively, bentonite Jelšový potok, when compared with other Slovak bentonites (Poša, Višňové, Lastovce, Kuzmice), belongs somewhere in between Poša and Višňové bentonites (Tab. 4.). But this conclusion should not be overestimated because standart deviations in the group of

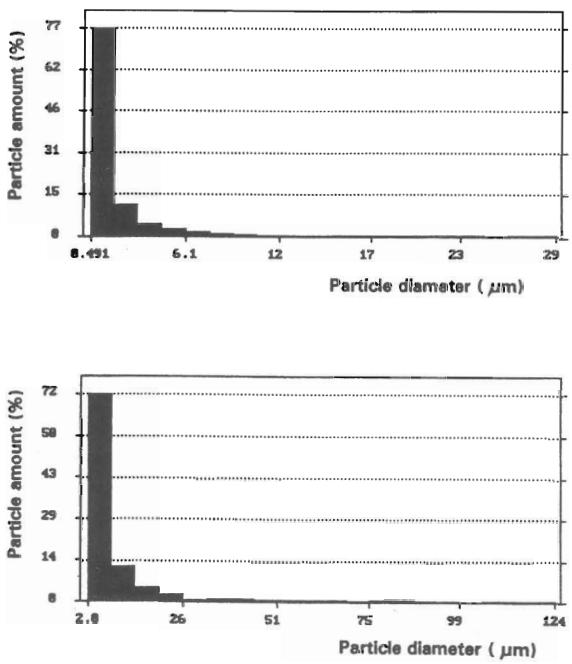


Fig. 3. The particle frequency vs. Feret's diameter in the analysed range 0.5 - 30.0 μm and 2.0 - 125.0 μm obtained by the image analysis of bentonite water suspension (locality Stará Kremnička - Jelšový potok) obtained without usage of dispersive methods.

samples of Stará Kremnička - Jelšový potok bentonite (σ = 1.22) and the group of other bentonites (σ = 1.36) in fraction below 10 μm are not very different. The lower content of coarse-grain particles in bentonites Lastovce and Kuzmice is evident mainly in the fraction below 100 μm.

Percentage occurrence of the grains obtained by image analysis of twenty image fields is in Fig. 3. We can see that the particles with diameter in the range 0.5 - 2.0 μm make 77 % of the number of particles below 30 μm and particles between 2 - 10 μm make 72 % of all analysed particles (2 - 124 μm). It can also be seen in both figures that the small particles are the most frequent ones.

Conclusions

The results of particle size analysis of Slovak bentonite Stará Kremnička - Jelšový potok give useful information for a good comercial exploitation of this raw material. The analysis by the methods described in this paper shows that particles with size below 2 μm form main part of bentonite (with regard to per cent occurrence of grains), though the main mass or volume fraction belongs to the grains with larger size. These grains are formed mainly from montmorillonite aggregates and the use of dispersive methods before the particle size analysis would cause higher content of small particles.

From the view point of time-saving and comfort (including the sample preparation) the laser diffraction type of particle size analysis can be prefered. This method can be recommended also for characterization of the clay fractions obtained by sedimentation separation of bentonite together with Stokes diameter of the largest particles which is used as characteristic of such fractions.

References

Andreasen, A. H. M. & Lundberg, J., 1930: Ein Apparat zur Feinheitsbestimmung nach der Pipettenmethode mit besonderm Hinblick auf Betriebsuntersuchungen. *Ber. Dtsch. keram. Gesell., 11, 5, 312 - 323.*

Čičel, B. & Horváth, I., 1974: Research of bentonite from Jelšový potok locality - Slovakia. *Internal report Inst. of Inorg. Chemistry, Slovak Academy of Sciences, Bratislava (in Slovak).*

Fajnor, V. Š., 1982: Decolourization ability of thermal decomposition products of montmorillonite. *Chem. Prům., 7, 358 - 359 (in Slovak).*

Gregor, M. & Mocik, S., 1968: The physical and physico-chemical properties of Czechoslovak bentonites. *Acta F. R. N. Univ. Comen., 12, Chimia VII, 139 - 153.*

Kraus, I. & Zuberec, J., 1976: Bentonites and kaolins at the SW margin of the Kremnické pohorie Mts, in the neovolcanic region of central Slovakia. *In: 7th Conference on Clay Mineralogy and Petrology, Karlovy Vary. Univ. Carol., Geol., 391 - 399.*

Kraus, I., Šamajová, E. & Zuberec, J., 1979: Mineral composition of altered products of rhyolite volcanism at the SW margin of the Kremnické pohorie Mts. In: 8th Conference on Clay Mineralogy and Petrology, Teplice. *Univ. Carol. Geol., 137 - 144.*

Očenáš, D. & Zuberec, J., 1972: Bentonite locality Jelšový potok in Žiarska kotlina. *Mineralia Slov., 15, 135 - 144 (in Slovak).*

Slávik, J., Hrušković, S., Očenáš, D. & Zuberec J., 1971: Bentonite localites in Slovakia. *Mineralia Slov., 12-13, 561 - 572 (in Slovak).*

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 443 - 446

Allanit - charakteristický minerál alpínskej asociácie predkarbónskeho kryštalinika južného veporika

DUŠAN HOVORKA

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 19. 6. 1997, revidovaná verzia doručená 1. 7. 1997)

Allanite - characteristic member of the Alpine mineral assemblage of the southern Veporic pre-Carboniferous complexes

Among products of the Alpine metamorphic recrystallization processes within pre-Carboniferous complexes of the southern Veporic unit, allanite is one of the most characteristic. It occurs in the form of columnar crystal to 10 mm in length in metatonalites and various type metamorphites.

For discussed mineral occurrences the following aspects are characteristic: a) allanite is present in rock-types with appropriate CaO contents, e. g. metatonalites, amphibolites, gneisses, hornblendites, i) it occur, together with phengitic light micas, margarites, chloritoids, grossularite-rich gamets, brownish-green biotites, albites, microclines, clinozoisites and others, which together represent Alpine mineral asemblage in pre-Alpine complexes, c) even local redistribution of the REE within discussed rock sequences is supposed to occurs, the original content of the REE in the pre-Alpine protolith is the source for the Alpine allanite blastesis, d) Alpine allanite neoblasts mostly owergrowth REE containig minerals of the pre-Alpine age (which are represented by metamict "cores" of the Alpine neoblasts).

Key words: southern Veporic crystalline complex, Alpine recrystallization, allanite

Podľa intenzity variskej metamorfnej rekryštalizácie zaujímajú predkarbónske komplexy južného veporika (= kohútskeho kryštalinika) prechodné postavenie medzi komplexmi severného veporika a tatrika (metamorfity amfibolitovej fácie) na jednej a staršieho paleozoika gemerika (prevažne metamorfity fácie zelených bridlíc) na druhej strane. Takéto zaradenie sa v minulosti akceptovalo všeobecne, a to bez ohľadu na to, či sa komplexy tatroveporika zaraďovali do staršieho paleozoika (Zoubek, 1936), alebo do mladšieho proterozoika (Máška a Zoubek, 1960; Kamenický, 1968). Podobne ako prakticky vo všetkých komplexoch predkarbónskeho kryštalinika centrálnej zóny Západných Karpát sa aj procesom alpínskeho cyklu v komplexoch južného veporika pripisovala povaha diaftorézy a mylonitizácie.

Nový pohľad na metamorfózu predtriasových komplexov Západných Karpát priniesol Vrána (1964, 1980), ktorý opísal (l. c.) prejavy výrazných alpínskych rekryštalizačných procesov a zistil, že alpínska metamorfná rekryštalizácia dosiahla granátovú (kyanitovú) izográdu. Regionálne uplatnenie sa alpínskych rekryštalizačných procesov a nový názor na problematiku potom potvrdilo viac autorov (Hovorka et al., 1987; Méres a Hovorka, 1991; Vozárová, 1993; Hovorka a Méres, 1996; Kováčik, 1996), ktorí v závislosti od typu alpínskeho protolitu uviedli pestrú asociáciu alpínskych neoblastov, ale allanitu osobitnú pozornosť nevenovali a jeho vekové zaradenie neriešili.

Allanit v predkarbónskych komplexoch Západných Karpát prakticky prvý raz zistil (a zobrazil) Hovorka (1960) a tomuto minerálu z oblasti Cisárskej hole (kóta 852,3 m n. m.), 8,5 km na ZSZ od Klenovca, venoval aj samostatnú prácu (Hovorka, 1971). V tejto oblasti sa našli (l. c.) kryštály allanitu dlhé do 10 mm. Publikovala sa (l. c.) aj jeho analýza.

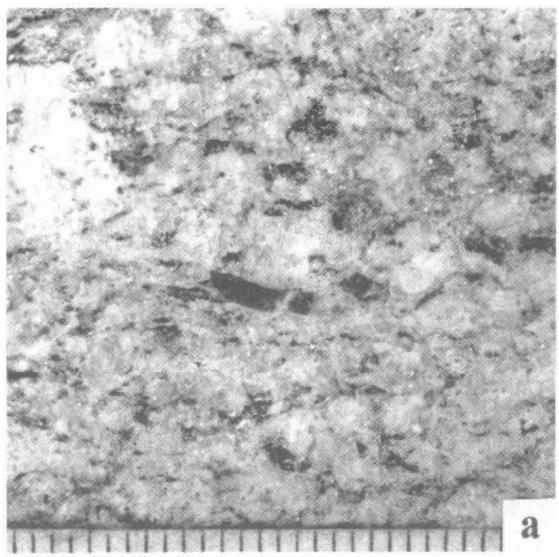
Allanit sme osobne zisťovali pri opakovanom príležitostnom terénnom štúdiu veporického kryštalinika v rozličných horninových typoch metamagmatitov a metamorfitov.

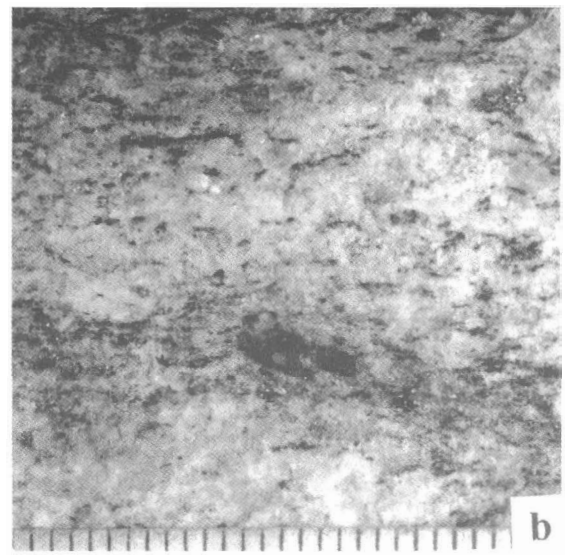
Ako príklady výskytu allanitu makroskopickej veľkosti v sledovanej geologickej jednotke uvádzame:

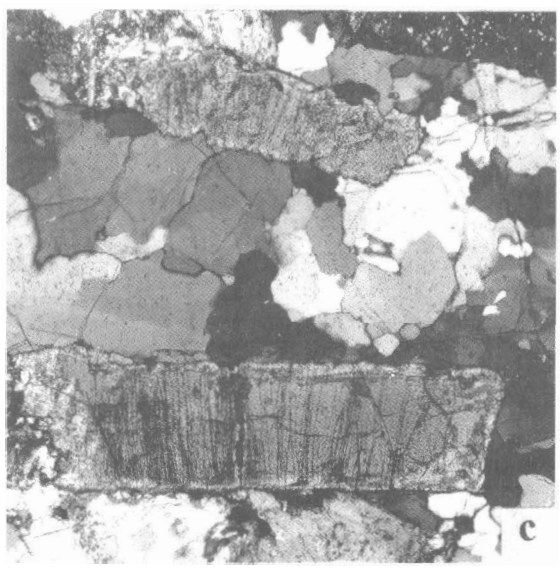
a) Allanit vystupuje na južných a jv. svahoch Cisárskej hole (kóta 852,3 m n. m.), 8,5 km na ZSZ od Klenovca (Hovorka, 1971), v metatonalitoch (prevažne usmernenej stavby), ale súčasne aj v migmatitoch (ortorulách) a xenolitoch pararuly. Býva veľký až 10 mm (najčastejšie 3 - 4 mm) a tvorí tabuľky až stĺpiky. Je hnedočervený, s charakteristickými aureolami v hostiteľskom živci.

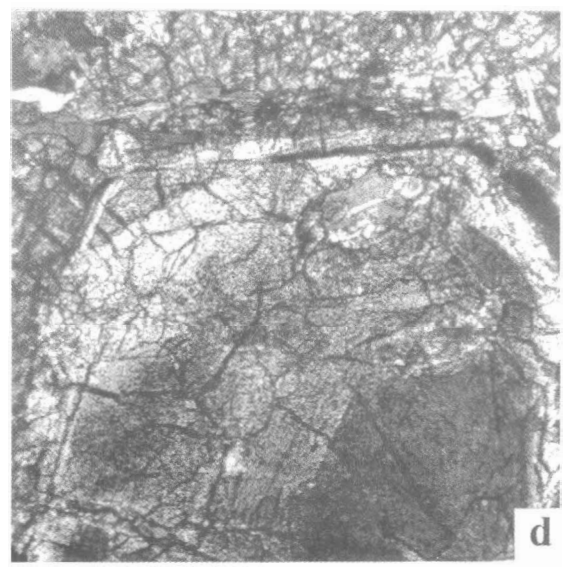
b) V oblasti Korimova pri Tisovci je v hybridných granitoidoch niekoľko telies masívnych hrubozrnných (až 2 cm) amfibolovcov. V plagioklasoch týchto hornín (patriacich do skupiny vedľajšie až akcesoricky zastúpených minerálov) sa vyskytujú nápadné tabuľkovité kryštály hnedočerveného allanitu veľkého do 5 mm.

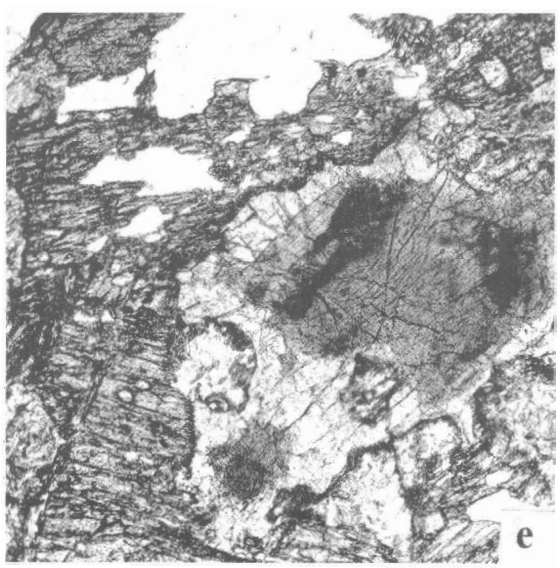
c) V masíve Sinca pri Hnúšti sa v rozličných typoch metamagmatitov (metagranitoidov) na niekoľkých miestach našli kryštáliky allanitu (do 2 mm). Bez toho, aby sa im venovala osobitná pozornosť, podľa zistenia v teréne možno konštatovať, že allanit vystupuje iba v bázickejších typoch (metatonality, metatrondhjemity) magmatitov.

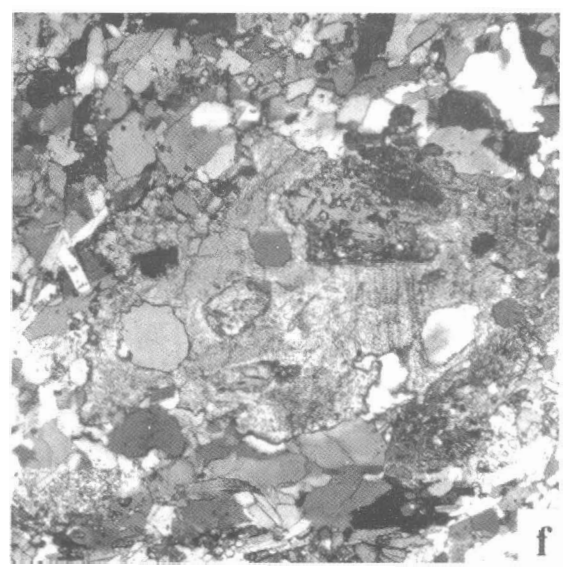

a


b


c


d


e


f

d) V komplexe muránskych rúl (Hovorka et al., 1987) sa allanit vyskytuje vo všetkých základných litotypoch: v albitovo-mikroklínových ortorulách, v amfibolitoch aj pararulách (posledný typ najmä v oblasti Muránskej Lehoty). Makroskopicky zistiteľné (do 2 mm) kryštáliky allanitu sú najmä v ružovej biotiticko-granatickej rule kompexu.

Okrem uvedených príkladov sa allanit zisťuje vo výbrusoch väčšiny základných litotypov v celom kohútskom kryštaliniku. Pri riešení genézy, a najmä časového zaradenia allanitu, treba vziať do úvahy najmä nasledujúce zistenia:

- Allanit patrí medzi regionálne rozšírené silikátové minerály juhoveporického (kohútskeho) kryštalinika.
- Allanit sa vyskytuje v horninových typoch vzniknutých v dlhšom časovom diapazóne (metamorfity: granitoidy).
- Výskyty allanitu sa viažu na metamorfity a metaeruptíva vhodného chemického zloženia, t. j. na typy s podstatným zastúpením CaO.
- Allanit sa vyskytuje v rozličných typoch hornín, pre ktoré je spoločný jeden, ale rozhodujúci genetický znak, a to alpínska metamorfná rekryštalizácia regionálneho rozsahu, ktorá postihla horninové sekvencie predtriasového kryštalinika južného veporika (kohútskeho kryštalinika).
- Výskyt allanitu v alpínskych neoblastoch živca (v albite aj mikroklíne) indikuje zhodnú geochemickú históriu alkálií a vzácnych zemín počas alpínskej metamorfnej rekryštalizácie. Aj napriek všeobecne akceptovanému immobilnému správaniu sa REE v metamorfných procesoch (čo sa využíva na určovanie protolitu najmä metamorfovaných bázických hornín) pri vzniku allanitu v alpínskej metablastéze treba v rámci uvedených horninových komplexov počítať s mobilizáciou REE. O prípadnom prínose alkálií a vzácnych zemín zo zdrojov mimo daných horninových komplexov, v ktorých vystupuje allanit, nie sú evidentné doklady.

Podľa uvedeného pokladáme allanit kohútskeho kryštalinika, ktorý patrí medzi typomorfné akcesorické minerály (často makroskopických rozmerov), za člena alpínskej minerálnej asociácie.

Po váhavom, ba i odmietavom postoji našich geológov k alpínskej metamorfnej rekryštalizácii v komplexoch juhoveporického kryštalinika v minulosti je dnes dosť dôkazov, že sa tento proces uplatnil. Alpínske novotvary sľudy, živca, grossulárových granátov, resp. takéhoto lemu okolo starších granátov, kremeňa, titanitu, chloritu, klinozoisitu, ale aj chloritoidu, kyanitu, aktinolitu, margaritu a i., sa po zverejnení uvedených prác (l. c.) už všeobecne akceptujú. Allanit v doterajších schémach minerálnych asociácií variského vs. alpínskeho veku chýbal.

Bohatý výskyt allanitu (napr. v oblasti Cisárskej hole pri Klenovci) nastoľuje otázku o možnom výskyte minerálov vzácnych zemín (allanit, monazit, xenotím, minerály kolumbitovo-tantalitovej skupiny) v nadštandardnom množstve v predalpínsky metamorfovanom protolite. Alpínske metamorfné a rekryštalizačne mobilizačné procesy spôsobili lokálnu redistribúciu prvkov skupiny vzácnych zemín spolu s mobilitou najmä alkalických kovov. Alpínske novotvary allanitu ako kryštalizačné centrá využili „jadrá" allanitu I a ďalšie minerály vzácnych zemín (monazit, xenotím). Premenu monazitu na allanit v amfibolitovej fácii v Malej Fatre a Suchom uvádza Broska (1996), ale v tomto prípade ide o predalpínsky proces. Podobnú interpretáciu genézy allanitu má aj Broska et al. (v príprave).

Práca je čiastkovým výsledkom riešenia grantového projektu (VEGA, No -1/1805/94).

Literatúra

Broska, I., 1996: Geochemický a mineralogický výskum monazitu. *Mineralia Slov. - Geovestník, 28, 3, 10.*

Broska, I., Siman, P. & Finger, F. (v príprave): Breakdown of the monazite in the hybrid-gneissic unit from the Veporicum crystalline basement.

Hovorka, D. 1960: Príspevok k petrografii veporidných granitoidov. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 4, 40 - 44.*

Hovorka, D. 1971: Ortit (allanit) z kohútskeho kryštalinika. *Geol. Práce, Spr., 55, 147 - 153.*

Hovorka, D., Dávidová, Š., Fejdi, P., Gregorová, Z., Határ, J., Kátlovský, V., Pramuka, S. & Spišiak, J., 1987: The Muráň Gneisses - the Kohút Crystalline Complex, the Western Carpathians. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 42, 5 - 101.*

Hovorka, D. & Méres, Š., 1996: Dva genetické typy metabazitov z juhozápadnej časti veporika. *Mineralia Slov., 28, 4, 273 - 280.*

Kamenický, J., 1967: In: Maheľ et al., 1967: Regionální geologie ČSSR. *ČSAV (Praha), 2, 1, 496.*

Kováčik, M., 1996: Kyanite-magnesian chlorite schist and its petrogenetic significance (the Sinec Massif, Southern Veporic Unit, Western Carpathians). *Geol. Carpath., 47, 4, 245 - 255.*

Máška, V. & Zoubek, V., 1961: Západokarpatská soustava. *In: Buday, T. et al. (Eds.): Tektonický vývoj Československa. ČSAV (Praha), 157 - 249.*

Mazzoli, C., Sassi, F. P. & Vozárová, A., 1992: The pressure character of the alpine metamorphism in the Central and Inner Western Carpathians (Czecho-Slovakia). *Konfer., Sympóziá, Semináre, Spec. Vol. IGCP, Project 276, Geol. GÚDŠ Bratislava, 109 - 118.*

Méres, Š. & Hovorka, D., 1991: Alpine metamorphic recrystallization of the pre-Carboniferous metapelites of the Kohút crystalline complex (the Western Carpathians). *Mineralia Slov., 23, 435 - 442.*

Vrána, S., 1964: Chloritoid and kyanite zone of Alpine metamorphism at the boundary of the Gemerides and Veporides (Slovakia). *Krystalinikum (Praha), 2, 125 - 142.*

Vrána, S., 1980: Newly-formed Alpine garnets in metagranitoids of the Veporides in relation to the structure of the Central zone of the West Carpathians. *Čas. Mineral. Geol., 25, 41 - 54.*

Zoubek, V., 1936: Poznámky o krystaliniku Západních Karpát. *Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ., 12, 207 - 229.*

◀ Pl. I. a - Tabuľkovitý idioblast allanitu v usmernenom metagranite - Cisárska hoľa pri Klenovci, b - zhluk troch idioblastov allanitu v tmavej polohe alpínsky rekryštalizovaného migmatitu - Cisárska hoľa pri Klenovci, c - idioblast allanitu (hore) lemovaný klinozoisitom a idioblast klinozoisitu (dole) - Cisárska hoľa pri Klenovci; zväčš. 42x, X pol., d - idioblast allanitu dorastaný klinozoisitom, metamiktné jadro (lokalizované vpravo dole) reprezentuje predpokladaný magmatický (predalpínsky) allanit, metatonalit (sihliansky typ) - Drábsko, zväčš. 56x, X pol., e - xenoblast allanitu dorastaný klinozoisitom - amfibolitom - Korimovo pri Tisovci, zväčš. 42x, X pol., f - xenoblast allanitu v rule dorastaný xenoblastom klinozoisitu - Sinec pri Hnúšti, zväčš. 42x, X pol.

Allanite - characteristic member of the Alpine mineral assemblage of the southern Veporic pre-Carboniferous complexes

One of the most pronounced features of the southern Veporic pre-Carboniferous crystalline complex is its Alpine metamorphic recrystallization. It reaches chloritoid till kyanite isograde pT conditions. As the products of Alpine metamorphic recrystallization grossularite-rich garnets, clinozoisite, phengitic micas, chloritoids, kyanites, bluishgreen amphiboles, brownishgreen biotites along with albites, microclines, margarites and others, are reported.

In all previous papers allanite has been counted among accessory mineral assemblages, but no special attention to its stratigraphical ranking has been paid.

Within the southern Veporic crystalline complex allanite (mostly observable by naked eyes, reaching dimension of 10 mm) is known to occur in the following main lithologies:

i) in metagranitoids of tonalite and trondhjemite types, i) in migmatites, i) in biotite paragneisses, i) in amphibolites, i) in massive hornblendites, i) in the Muráň gneisses. In all mentioned rock types allanite is distributed irregularly, but its presence is constant.

Based on field as well as on thin section studies aspects of allanite occurrences should be formulate as follows:

i) allanite originated in rock types (protolith) with appropriate CaO content, which is the fundamental geochemical aspect of the allanite origin, i) allanite together with phengitic light micas, albites, microclines, biotites II grossularite-rich garnets, bluischgreen amphiboles and others occurs often in rocktypes with massive fabric, i) even local redistribution of the REE during Alpine metamorphic recrystallization is supposed to occur, generally the content of the REE in pre-Alpine protoliths is responsible for the Alpine-age allanite origin.

i) Alpine allanite neoblasts mostly overgrow pre existing REE-bearing silicates (allanite I, monazite, xenotime) among which metamictized allanite I (of the Variscan age) is dominant.

Based on its constant presence, occurrences together with the other, for the Alpine-age characteristic minerals listed above, allanite should be considered as one of the typical Alpine-age neoblasts within the pre-Carboniferous Veporic unit complexes.

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 447 - 450

Morfologické štúdium kryštálov fullerénov C-60 a C-70

PAVEL FEJDI

katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 4. 4. 1997, revidovaná verzia doručená 22. 4. 1997)

Morphological studies of C-60 and C-70 fullerenes

On the basis of SEM and goniometrical studies can be concluded that C-60 forms spinel-law twinned cubic crystals on which octahedron {111} and cube {100} are typical crystal forms. C-70 forms multiply twinned crystals which simulate hexagonal symmetry.

Key words: fullerenes, SEM, goniometry, crystal morphology

Úvod

Do roku 1967 boli známe dve prírodné polymorfné modifikácie C - grafit a diamant. Roku 1967 bola objavená tretia - hexagonálna obdoba diamantu - lonsdaleit (Frondel a Marvin, 1967). Kryštálové štruktúry všetkých modifikácií sú na obr. 1.

Pri štúdiu spektier veľkých uhlíkových hviezd a ich medzihviezdnych plynných oblakov Kroto et al. (1985) zistili ďalšiu, na Zemi dovtedy neznámu modifikáciu C. Pri syntézach vykonaných odparovaním grafitu účinkom laserového lúča v héliovej atmosfére (Curl a Smalley, 1988) sa získala sadza spektrálne podobná medzihviezdnemu materiálu. Na základe spektier v ultrafialovej oblasti sa predpokladalo, že atómy C sú usporiadané ako vysoko súmerná molekula skladajúca sa so šesťdesiatich atómov C usporiadaných vo vrcholoch Eulerovho telesa (týmto telesom možno aproximovať guľovú plochu rovinnými útvarmi; skladá sa z 12 päťuholníkov a 20 šesťuholníkov). Prvé kryštály C-60 mikrónových rozmerov vypestoval Krätschmer et al. (1991). Vyriešením kryštálovej štruktúry C-60 (Liu et al., 1991) sa potvrdil dovtedy len nepriamy predpoklad o usporiadaní uhlíkových atómov (molekula C-60 je na obr. 2) a zároveň sa zistilo, že molekuly C-60 tvoria kubickú štruktúru (priestorová grupa $Fm3m$, v materiálovom výskume označovaná ako fcc[1]) štruktúra). Podľa práce Deboera et al. (1994) môže C-60 vytvárať aj hexagonálnu (hcp[2]) štruktúru.

Na počesť amerického umeleckého architekta R. Buckminstra Fullera túto štruktúru objavitelia pomenovali buckminsterfullerén.

Spoločne s C-60 vzniká pri syntézach v menšom množstve aj vyšší fullerén C-70, ktorý by mal byť teoreticky hexagonálny (priestorová grupa $P6_3/mmc$ označovaná ako hcp[2]) štruktúra).

[1]) fcc - z anglického face centred cublic
[2]) hcp - z anglického hexagonal close packing

Za objav fullerénov roku 1996 udelili H. W. Krotovi, R. F. Curlovi a R. E. Smalleymu Nobelovu cenu za chémiu.

Morfologickému štúdiu kryštálov C-60 a C-70 sa venovala pozornosť len okrajovo. Výsledky SEM štúdia morfológie kryštálov C-60 s nie celkom korektnou interpretáciou publikoval napríklad Yoshida (1992).

Štúdium morfológie kryštálov môže poskytnúť závažné informácie o súmernosti látky (s možným rozšírením na súmernosť jej kryštálovej štruktúry), a preto nás kolegovia z Viedenskej univerzity požiadali o podrobné morfologické štúdium kryštálov C-60 a C-70, ktoré pripravili.

Experimentálna časť

Kryštály fullerénov C-60 a C-70 pripravil vedecký tím H. Kuzmanyho (Institut für Festkörperphysik, Universität Wien) z komerčne dostupného prášku sublimačno-kondenzačnou metódou v evakuovanej sklenej trubici umiestnenej v peci s dvojitým teplotným gradientom. Podrobnosti o syntéze sú v práci Halušku et al. (1993).

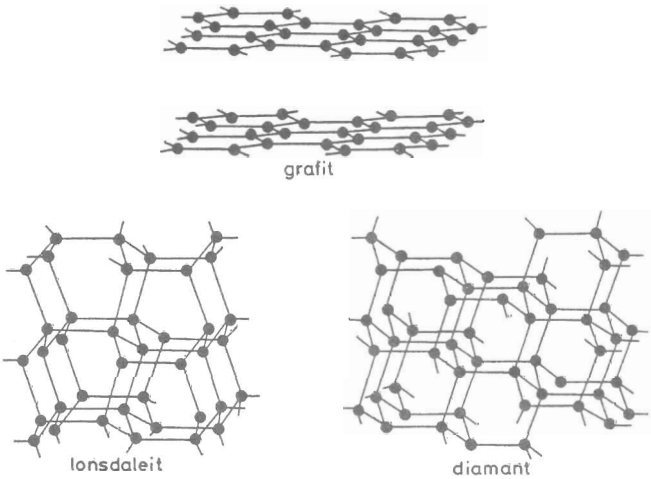
Morfológiu fullerénových kryštálov sme skúmali meraniami na dvojkruhovom odrazovom goniometri a morfologické detaily pomocou SEM (prístroj JSM-840, operátor J. Stankovič, štandardne pripravené pozlátené preparáty).

Výsledky štúdia a ich interpretácia

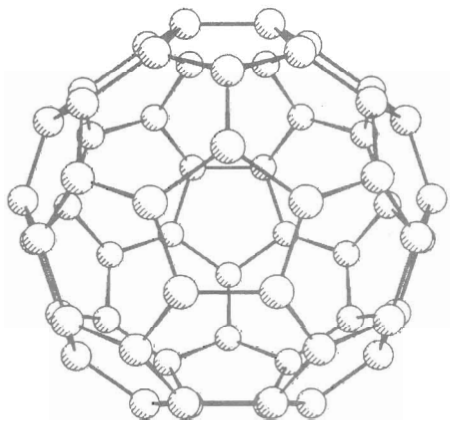
Fotografie kryštálov C-60 a C-70 získané pomocou SEM sú na obr. 3 a obr. 5.

C-60

Na obr. 3a je na prvý pohľad monokryštál C-60, ktorý by sa pri rutinnej interpretácii mohol pokladať za trigonálny so súmernosťou $6m2$ (podobné kryštály vytvára beni-



Obr. 1. Kryštálové štruktúry grafitu, diamantu a lonsdaleitu.
Fig. 1. Crystal structures of graphite, diamond and lonsdaleite.



Obr. 2. Molekula C-60.
Fig. 2. C-60 molecule.

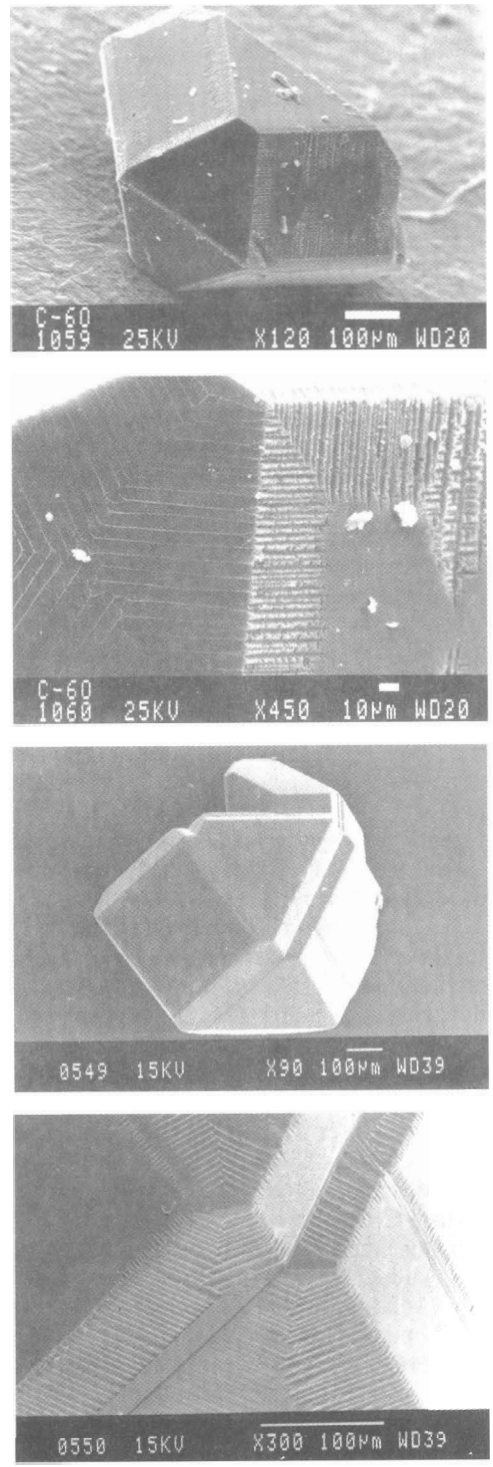
toit $BaTiSi_3O_9$). Druhá možnosť, ktorá prichádza do úvahy, je kubická súmernosť $m3m$. Tento problém jednoznačne vyriešili merania na odrazovom dvojkruhovom goniometri.

V kubickej sústave sú vďaka jednoduchej metrike uhly medzi plochami jednotlivých kryštálových tvarov konštantné a nezávisia od študovanej látky. Výsledky goniometrických meraní sú nasledujúce: uhly medzi kolmicami na susediace trojuholníkové plochy sú 109.48°, medzi kolmicami na susediace obdĺžnikové plochy 90° a napokon uhly medzi kolmicami na susediace trojuholníkové a obdĺžnikové plochy sú 125.38°.

Merania jednoznačne potvrdili, že

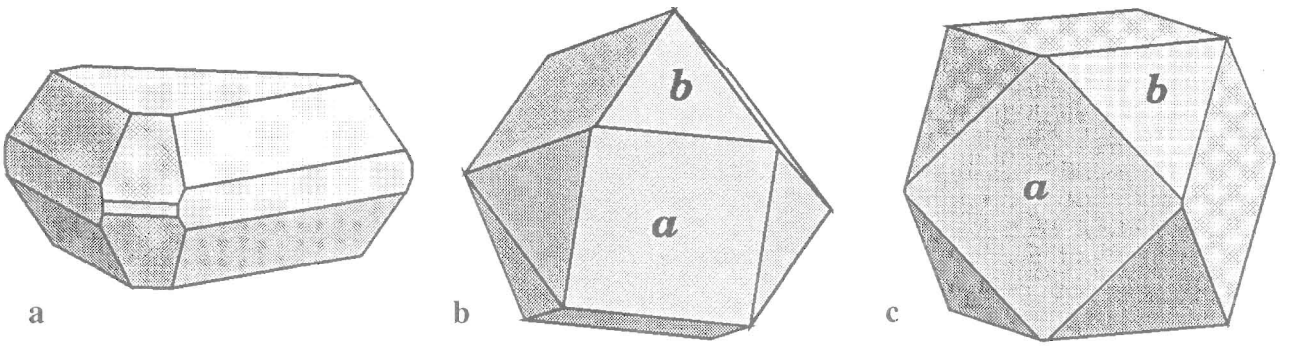
1. kryštály C-60 majú kubickú súmernosť $m3m$,
2. na obr. 3a je zrast dvoch kryštálov podľa plochy {111}, pričom tento typ zrastu je z mineralogickej literatúry známy ako spinelový zákon, a
3. trojuholníkové plochy zodpovedajúce oktaédru {111}, obdĺžnikové kocke {100}.

Schematická interpretácia morfológie kryštálov C-60 je na obr. 4.



Obr. 3. Kryštály C-60. a - dvojča podľa {111}, b - detailný záber plochy {111} a {100} s pozitívnymi leptovými obrazcami, ktoré zvierajú uhol 120, resp. 90°, c - komplikovaný zrast viacerých kryštálov C-60, d - detail z predchádzajúceho s ľahko indexovateľnými plochami.

Fig. 3. Crystals of C-60. a - {111} twinned crystals, b - detail of {111} and {100} faces with positive etch figures with angular relation 120° and 90° respectively, c - multiple twin of C-60, d - detail from fig. c - simple indexing of crystal faces is possible on the basis of positive etch figures.



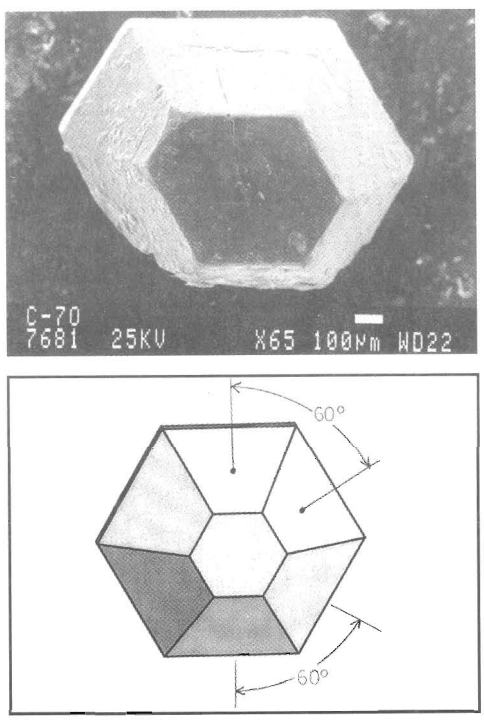
Obr. 4. Schematické znázornenie kryštálov C-60. a - kryštál benitoitu ako možný variant, b - dvojča C-60 zrastené podľa spinelového zákona, c - rekonštrukcia monokryštálu C-60. Kryštálové tvary: a - kocka {*100*}, b - oktaéder {*111*}.

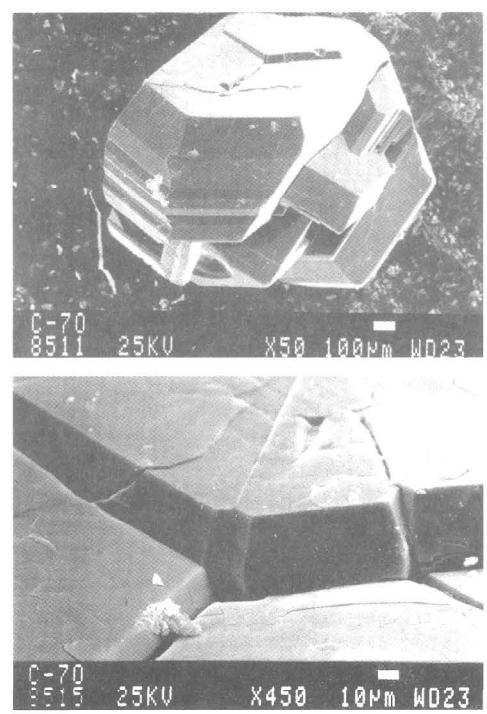
Fig. 4. Schematic drawings of C-60 crystals. a - crystal of benitoite as one of possibilities, b - spinel-law twinned crystal of C-60, c - reconstruction of single crystal of C-60. Crystal forms: a - cube {*100*}, b - octahedron {*111*}.

Na povrchu plôch uvedených kryštálových tvarov vznikajú odparovaním vo vákuu po skončení kryštalizácie pozitívne leptové obrazce, ktoré sú usporiadané v pásoch (ich detaily sú na obr. 3b a 3d). Súmernosť leptových obrazcov presne dodržiava súmernosť bodových rovinných grúp plôch uvedených kryštálových tvarov: plochy oktaédra {*111*} majú bodovú rovinnú grupu 3*m* a plochy kocky {*100*} súmernosť 4*mm*. Tento jav sa dá výhodne využiť pri indexovaní plôch komplikovane zrastených kryštálov C-60 (obr. 3d). Bez akýchkoľvek meraní možno určiť Millerove symboly danej plochy (tvaru), pretože pásy leptových obrazcov na plochách oktaédra zvierajú uhol 120°, kým pásy na plochách kocky sú na seba kolmé.

C-70

Na obr. 5a je kryštál C-70, ktorý sa zdá byť hexagonálny so súmernosťou 6/*mmm*, tvorený hexagonálnou prizmou a hexagonálnou dipyramídou, ale goniometrické merania to vyvrátili. Kolmice na „prizmatické" plochy síce zvierajú uhol 60° (to by zodpovedalo hexagonálnej súmernosti), ale rovnaký uhol zvierajú aj kolmice na „dipyramidálne" plochy, čo pri hexagonálnej súmernosti nie je možné (uhol medzi nimi musí byť menší ako 60°). Po-





Obr. 5. Kryštály C-70. a - šesťorča C-70 simulujúce hexagonálnu súmernosť 6/*mmm*, b - schematické znázornenie šesťorčaťa spolu s uhlami zovretými "prizmatickými" a "dipyramidálnymi" plochami, c - polysyntetický zrast kryštálov C-70, d - detail z predchádzajúceho so zreteľnou rovinou zrastu a dutým uhlom medzi "dipyramidálnymi" plochami.

Fig. 5. Crystals of C-70. a - multiple twin of C-70 simulating the hexagonal symmetry 6/*mmm*, b - schematic drawing of C-70 multiple twin; angles between "dipyramidal" and "prismatic" faces are indicated, c - polysynthetically twinned C-70 crystal, d - detail from fig. c - concave angle between "dipyramidal" faces and twin plane are evident.

tom je opodstatnená iba taká interpretácia morfológie tohto kryštálu, že ide o šestorča. Tvrdenie o zrastaní kryštálov C-70 je doložené na obr. 5d, kde na detailnom zábere vidieť rovinu zrastu a dutý uhol medzi „dipyramidálnami" plochami. Určiť kryštalografickú sústavu iba na základe morfologických štúdií v tomto prípade nemožno, pretože polysyntetický zrast C-70 na obr. 5c neumožňuje goniometrické merania.

Záver

Z výsledkov goniometrických meraní a SEM štúdia kryštálov C-60 a C-70 vyplýva, že

1. študované kryštály C-60 sú spojkou oktaédra {*111*} a kocky {*100*} a vytvárajú zrasty podľa spinelového zákona a
2. študované kryštály C-70 sú viacnásobne zrastené jedince simulujúce hexagonálnu súmernosť.

Literatúra

Curl, R. F. & Smalley, R. E., 1991: Probing C_{60}. *Science (Washington), 242, 1017 - 1022.*

Deboer, J. L., Vansmaalen, S., Petříček, V., Dušek, M., Verhijen, M. A. & Meijer, G., 1994: Hexagonal close-packed C-60. *Chem. Phys. Lett., 219, 469 - 472.*

Haluška, M., Kuzmany, H., Vybornov, M., Rogl, P. & Fejdi, P., 1993: A double-temperature-gradient technique for the growth of single crystal fullerites from the vapor phase. *Appl. Phys. A, 161 - 168.*

Krätschmer, W., Lamb, L. D., Fostiropoulos, K. & Huffman, D. R., 1990: Solid C_{60}: a new form of carbon. *Nature (London), 347, 354 - 357.*

Kroto, H. W., Heath, J. R., Brien, S. C. O., Curl, R. F. & Smalley, R. E., 1985: Buckminsterfullerene. *Nature (London), 318, 162 - 163.*

Liu, S., Lu, Y. J., Knappes, M. N. & Ibers, J. A., 1991: The structure of the C-60 molecule: X-ray crystal structure data. *Science (Washington), 254, 408 - 410.*

Yosida, Y., 1992: Morphology of C-60 single crystals. *Jap. J. Appl. Phys., 31, 1807 - 1809.*

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 427 - 430

Seizmotektonická mapa Slovenska

MIROSLAV HRAŠNA

katedra inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina,
842 15 Bratislava

(Doručené 28. 3. 1997)

Seismotectonic map of Slovakia

The seismic areas on the map are delimited, with taking into account the maximum observed macroseismic intensities and the main fault systems on the territory of Slovakia. They are described according to the origin and history of the seismic events.

Key words: seismic areas, faults, epicentres, subduction

Úvod

V rámci úlohy čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia Slovenskej republiky, zadanej Ministerstvom životného prostredia SR a koordinovanej Geologickou službou SR, sa katedra inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK od roku 1993 v spolupráci s Geofyzikálnym ústavom SAV a Výskumným ústavom geodézie a kartografie Bratislava zúčastňuje na riešení čiastkovej úlohy Tektonická a seizmická aktivita územia Slovenska.

Doteraz vykonaný výskum preukázal, že vertikálne pohyby povrchu územia aj seizmické otrasy dosahujú najvyššiu intenzitu v oblasti mladých tektonických štruktúr, resp. pozdĺž hlbokých seizmotektonicky aktívnych zlomov. Jedným z plánovaných výstupov je aj seizmotektonická mapa územia Slovenska, ktorej konečný variant bude zostavený roku 2003. Vzhľadom na termín predloženia novej STN 73 0036 Seizmické zaťaženie stavieb sa na požiadanie zostavovateľa normy (ÚSTARCH SAV, Bratislava) pripravil predbežný variant takejto mapy a je prílohou normy A.2. Mapa zobrazuje priebeh významnejších geofyzikálne a geologicky zdokumentovaných tektonických línií a seizmické oblasti s predpokladanou maximálnou intenzitou zemetrasenia 6, 7, 8 a 9 °MSK-64 (obr. 1).

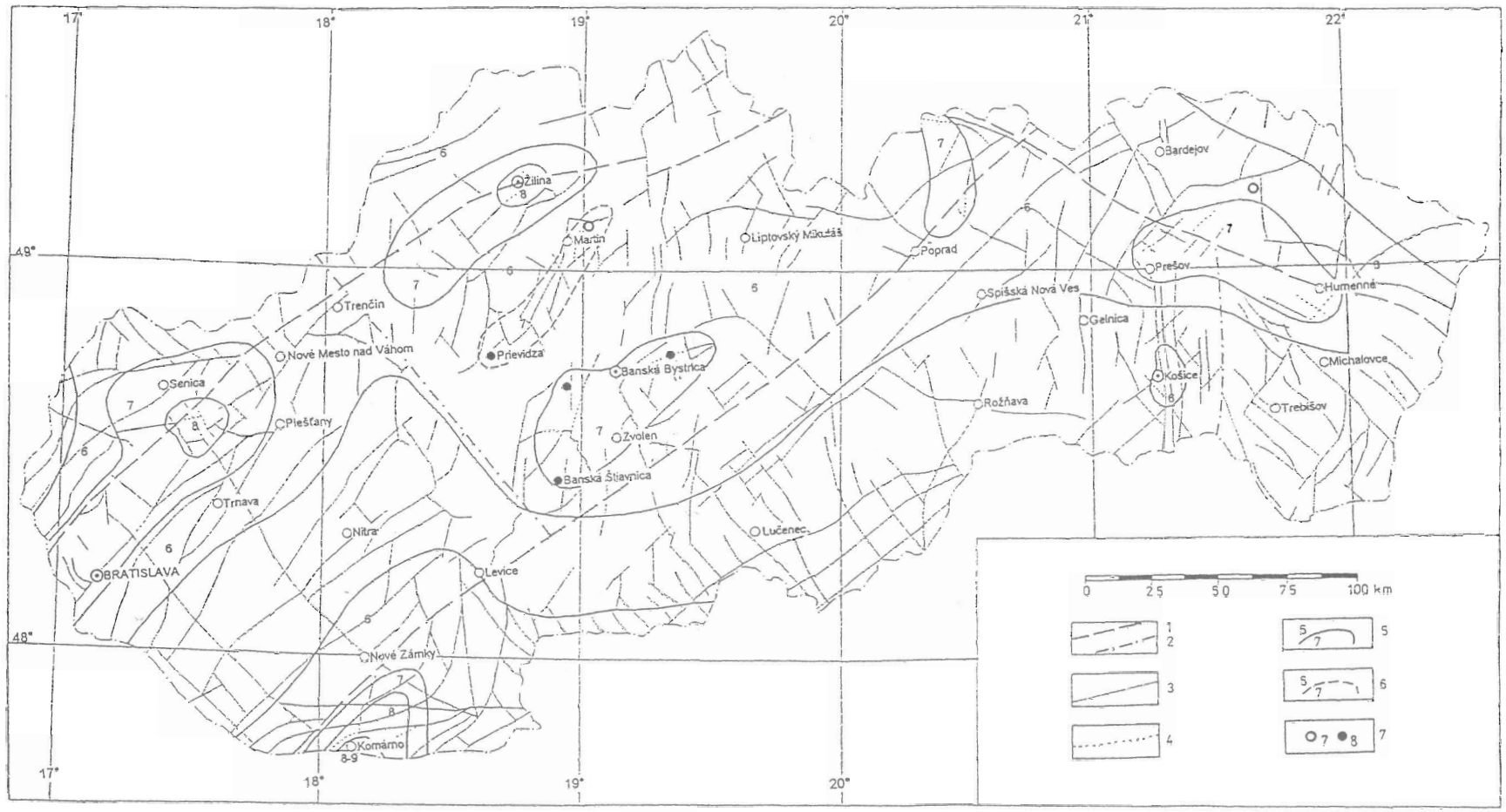
Vstupné údaje a metodika prác

Z tektonických línií sa do mapy prevzali hlbinné tektonické poruchy zasahujúce do spodnej časti zemskej kôry vymedzujúce základné tektonické bloky Západných Karpát (Ibrmajer, Plančár a Fusán, 1985). Pri povrchu sa prejavujú výskytom zlomov a prešmykov v zónach širokých miestami až niekoľko kilometrov. Ostatné tektonické línie zobrazené v mape predstavujú prevažne zlomové poruchy, pozdĺž ktorých došlo v neotektonickom období k pohybom (ich šírka zvyčajne dosahuje niekoľko desiatok, miestami až niekoľko stoviek metrov). Medzi najvýznamnejšie z nich patria zlomy oddeľujúce geologicko-tektonické jednotky s rozdielnou tendenciou, resp. s rozdielnou rýchlosťou pohybu v mladšom neogéne a kvartéri, spravidla obmedzujúce pohoria voči priľahlým nížinám a kotlinám. Zdrojom ich výberu bola Geologická mapa Slovenskej republiky v mierke 1:500 000 (Geologická služba SR, 1996), ale aj ďalšie mapové podklady rozličnej mierky, z ktorých sa v súčasnosti v rámci uvedenej úlohy na katedre inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK spracúva digitálna databáza zlomov. Vzhľadom na mierku nebolo možno do mapy prevziať všetky zlomy z mapy 1:500 000, ale iba seizmologicky významnejšie, t. j. neotektonicky aktívne zlomy väčšieho rozsahu (dĺžky), ktoré majú aj väčší seizmický potenciál ako zlomy menšieho rozsahu.

Údaje o spozorovaných účinkoch zemetrasení v rôznych sídlach na území Slovenska sú z katalógov a máp uvedených v literatúre a korigovali sa podľa najnovšej mapy epicentier zemetrasenia na Slovensku (Labák, 1996). Hranice seizmických oblastí v mape boli skonštruované ako obalové čiary všetkých doteraz zaznamenaných intenzitných bodov príslušnej intenzity (s výnimkou osamelých historických pozorovaní vyššej intenzity, ktoré neboli dostatočne zdokumentované) a prispôsobené geologicko-tektonickej stavbe územia, najmä priebehu hlbinných a neotektonických aktívnych zlomov a hrúbke slabo spevnených neogénnych sedimentov.

Charakteristika seizmických oblastí

Najvýznamnejšie seizmotektonické pásmo na území Slovenska sa tiahne pozdĺž hlbinného peripieninského lineamentu od Záhoria cez Trenčín, Žilinu a južné Poľsko až po Humenné a hranicu s Ukrajinou (sleduje prak-



Obr. 1. Seizmotektonická mapa Slovenska. 1 - overené hlbinné tektonické poruchy, 2 - predpokladané hlbinné tektonické poruchy, 3 - významnejšie zlomové poruchy, 4 - predpokladané seizmoaktívne časti zlomov, 5 - hranice seizmických oblastí [°MSK], 6 - rajón s predpokladanou zvýšenou seizmickou intenzitou [°MSK], 7 - osamelé pozorovania seizmických otrasov s intenzitou 7 °MSK a 8 °MSK.

Fig. 1. Seismotectonic map of Slovakia. 1 - deep faults proved, 2 - deep faults assumed, 3 - other significant faults, 4 - assumed seismoactive parts of faults, 5 - boundaries of seismic areas [°MSK], 6 - zone with higher assumed intensity [°MSK], 7 - isolated observations of seismic shocks with intensity 7 °MSK and 8 °MSK.

ticky priebeh bradlového pásma). V západnej časti tohto pásma sa vyskytujú zemetrasenia s epicentrálnou intenzitou do 8 °MSK (Dobrá Voda, Žilina) a vo východnej do 7 °MSK (Prešov - Humenné). Ich epicentrá bývajú najmä na križovaní sa peripieninského lineamentu s priečnymi zlomami.

Priebeh tohto pásma na západnom a východnom Slovensku obojstranne sleduje aj obalová čiara intenzity 6 °MSK, ale na strednom Slovensku sa jej priebeh odkláňa južným smerom, čo spôsobuje výskyt epicentier s intenzitou až 7 °MSK, spätou s neotektonickou aktivitou zlomov približne smeru S - J v stredoslovenskom zlomovom pásme. Na zlomoch rovnakého smeru je aj menšia epicentrálna oblasť pri Košiciach (hornádsky zlomový systém) a zrejme aj epicentrálna oblasť na SV od Popradu. Severné a sz. ohraničenie oblasti s intenzitou 6 °MSK ovplyvňujú zemetrasenia na Morave a v Poľsku, a preto obalová čiara 6 °MSK uvedené pásmo v týchto častiach nesleduje.

Priebeh južnej obalovej čiary, vymedzujúcej územie s maximálnou očakávanou intenzitou zemetrasenia 6 °MSK - od Malých Karpát cez stredoslovenské neovulkanity až po Prešov - približne súhlasí s líniou okraja subdukčne podsunutej severoeurópskej platformy pod karpatský blok (Grecula a Roth, 1978). Jedným zo zdrojov tektonickej a seizmickej aktivity v tomto priestore sú zrejme dôsledky subdukcie, resp. spätného pohybu kôrových segmentov v extenznom režime. Týka sa to najmä fatransko-tatranského bloku, vymedzeného tektonickými poruchami v úseku Trenčín - Banská Štiavnica a Levice - Poprad. V oblasti Malých Karpát je ďalším zdrojom seizmotektonickej aktivity subhorizontálna duktilná zóna, zistená geofyzikálnymi metódami v hĺbke 12 až 15 km (Šefara, 1987).

Vo východnej časti uvedeného seizmotektonického pásma sleduje seizmická oblasť 6 °MSK peripieninský lineament a epicentrálne oblasti Prešov a Humenné, s výskytom zemetrasení v intenzite do 7 °MSK, sú založené na križovaní sa tohto lineamentu s priečnymi zlomami. Medzi Popradom a Prešovom a na V od Humenného sa síce v historickom období zemetrasenia v intenzite 6 °MSK preukázateľne nezaznamenali, avšak vzhľadom na seizmotektonickú situáciu a dlhodobú opakovateľnosť zemetrasení aj tu možno takúto intenzitu predpokladať.

Osobitnou seizmotektonickou zónou je okolie Komárna, kam zasahuje okraj seizmotektonického pásma približne smeru S - J z Maďarska (Szeidovitz, 1986). Zemetrasenia v tomto pásme dosahujú intenzitu 6 až 9 °MSK a najsilnejšie sú práve v okolí Komárna, kde sa križujú zlomové systémy rozličného smeru. Seizmická aktivita v tomto pásme zrejme súvisí s významnými poklesmi v panónskej panve, ktoré sú dôsledkom tektonických procesov na styku karpatského a panónskeho bloku, ako aj kolapsu plášťového diapíru v panónskej oblasti.

Interpretácia mapy

Intenzita zemetrasenia vo vnútri seizmických oblastí sa predpokladá ako maximálna, príslušná pre málo vhodné základové pomery, v ktorých je v zmysle STN 73 1001 tabuľková výpočtová únosnosť pri šírke základu a hĺbke zakladania 1 m v rozmedzí 100 až 200 kPa. Je typická pre silne zvetrané alebo rozpadnuté horniny skalného podkladu, stredne uľahnutú piesčitú a štrkovitú zeminu a jemnozrnnú zeminu tuhej konzistencie.

V nezvetraných pevných horninách, v uľahnutej a stmelenej štrkovitej a piesčitej zemine a v pevnej až tvrdej jemnozrnnej zemine možno podľa zásad inžinierskogeologickej seizmickej mikrorajonizácie (Hrašna, 1996) hodnotu seizmickej intenzity príslušnej oblasti znížiť o 0,5 až 2,0 °MSK, kým naopak v nevhodných základových pomeroch (kyprý piesok a štrk, mäkká jemnozrnná zemina, organická zemina, navážky, haldy ap.) ju treba o 0,5 až 1,0 °MSK zvýšiť. Osobitne treba posudzovať zeminu náchylnú na stekutenie alebo presadanie.

Literatúra

Grecula, P. & Roth, Z., 1978: Kinematický model Západných Karpat v souborném řezu. *Sbor. geol. Věd, Geol., 32, 49 - 71.*

Hrašna, M., 1996: Rajonizácia seizmickej intenzity na území Bratislavy. *Mineralia Slov., 28, 219 - 224.*

Ibrmajer, J., Plančár, J., & Fusán, O., 1985: Základné prvky hĺbinnej stavby Západných Karpát, 1:500 000. *GÚDŠ Bratislava.*

Kárník, V., Michal, E. & Molnár, A., 1958: Erdbeben katalog der Tschechoslowakei (bis zum Jahre 1956). *Geofys. Sbor., 411 - 598.*

Kárník, V. & Procházková, D., 1981: Catalogue of Earthquakes for the Territory of Czechoslovakia for the Period 1957-1980. *Geofys. Sbor., 555, 155 - 186.*

Labák, P., 1996: Mapa epicentier zemetrasenia. (Príloha A-I STN 73 0036). *Geofys. Úst. SAV, Bratislava (v tlači).*

Labák, P. & Brouček, I., 1995: Katalóg makroseizmicky pozorovaných zemetrasení na území Slovenska od roku 1934. *Geofys. Úst. SAV, Bratislava, 32.*

Procházková, D., Brouček, I., Guterch, B. & Lewandowska-Marciniak, H., 1978: Map and List of the Maximum Observed Macroseismic Intensities in Czechoslovakia and Poland. *Int. Geophys. Pol. Acad. Sci. (Warszawa-Lodž), 75.*

Szeidovitz, G., 1987: Earthquakes in the Region of Komárno, Mór and Várpalota. *Geophys. Transactions, 32, 3.*

Šefara, I. et al., 1987: Štruktúrno-tektonická mapa vnútorných Západných Karpát pre účely prognózovania ložísk - geofyzikálne interpretácie. *Geocomplex, Bratislava, 267.*

Seismotectonic map of Slovakia

The seismotectonic map of Slovakia depicts seismic areas which boundaries confine all points with the maximum observed macroseismic intensities of the given level, and deep and other significant faults, especially those which were active in neotectonic period.

The most important seismotectonic belt on the territory of Slovakia spreads along the Peripienean lineament, from the Záhorská nížina lowland on the west to Trenčín and Žilina towns and through the south Poland as far as to Humenné and the state boundary with Ukraine, following practically the Klippen belt. The maximum epicentral seismic intensities reache there 8 °MSK on the west and NW parts of Slovakia and 7 °MSK on the north and NE parts of Slovakia (Labák, 1996). The south margin of the seismotectonic belt is com-

formable to the margin of the subduction zone of the contact of the North european platform with the Carpathian block (Grecula and Roth, 1978). Its corse is followed by the isoseismal line of 6 °MSK.

The second significant seismotectonic zone on the territory of Slovakia occurs in the vicinity of Komárno with the epicentral intensities to 9 °MSK. It represents the north margin of the seismotectonic belt of the N-S direction extending to Slovakia from the territory of Hungary (Szeidovitz, 1987).

The seismic intensities on the map are the maximum ones which are valid for the less suitable foundation soils. In the case of good or poor quality of foundation soils there is a possibility to decrease or increase their values according to the principles of seismic microzoning (Hrašna, 1996).

Mineralia Slovaca, 29 (1998), 455 - 456

Stratigrafické národné referenčné profily na Slovensku - - diskusný príspevok k článku J. Michalíka a kol.

MICHAL POTFAJ

Geologická služba SR, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Doručené 9. 9. 1997)

Je isto chvályhodným počinom zozbierať materiál na zostavenie stratigrafických alebo stratotypových referenčných profilov tak, ako sa o to pokúsil kolektív autorov pod vedením J. Michalíka (1997). Karpaty ako orogénna horská sústava, ktorá prešla búrlivým geologickým a tektonickým vývojom, majú iba obmedzený počet profilov naplno spĺňajúcich podmienky, aké sa na oporný profil kladú. Niekoľko vrásnivých procesov vykorenilo celé rozsiahle telesá príkrovov z ich domovských oblastí a roztrhalo súvislé vrstvové sledy na tektonické útržky alebo premiešalo mnohé súvrstvia z rozličných jednotiek, a to najmä v bradlovom pásme. Relatívna mladosť karpatského horstva a jeho mobilita (Baňacký et al., 1997) nie sú na zachovanie odkryvov, ktoré sa vytvorili veľmi priaznivými faktormi.

Za takýchto prirodzených podmienok treba konštatovať, že každý - hoci len parciálne odkrytý referenčný horninový súbor - je významný, a preto sa treba usilovať uchovať ho a čo najpodrobnejšie zhodnotiť. Súbor lokalít, ktoré zozbieral Michalík et al. (1997), je prvým krokom k zostaveniu zoznamu referenčných „profilov". Autori vybrali 22 lokalít z celého Slovenska, ktoré zahŕňajú obdobie od triasu po panón. K zoznamu mám niekoľko výhrad, ktoré sa dotýkajú výberu alebo charakteristiky lokality.

Nie všetky uvedené lokality sa v duchu požiadaviek uvedených autormi dajú označiť termínom „profil". Niektoré majú skôr charakter bodovej referenčnej lokality, dokonca bez možnosti overiť ich celkovú geologickú situáciu (lok. 13, 15, 16). Navyše treba uviesť, že samo určenie faunistického obsahu nie je dostatočným hodnotovým faktorom, ktorý by oprávňoval vyhlásiť danú lokalitu za referenčný profil. Každý takýto profil musí poskytovať možnosť stanoviť jeho jasnú geologickú (stratigrafickú) pozíciu alebo aspoň zaradiť ho do tektonickej stavby. Bez toho sa základný atribút „referencie" lokality, teda účel, na ktorý bola vybraná, stráca.

Ako nevhodnú na referenčný profil pokladám lokalitu Beňatina, ktorá sa uvádza ako hranica turónu a koňaku. Ide o predpokladané biostratigrafické rozhranie neidentifikovateľné bez výrazného označenia v celistvej mase slieňovcov. Tie sú prevrásnené a tvoria na povrchu slieňovcový pruh medzi Beňatinou a Podhoroďou. Na lokalite nemožno overiť kontinuitu vrstvového sledu. Lokalizácia (východný okraj Beňatiny) je mätúca, lebo aj keď sa v tomto vágne definovanom priestore sliene nachádzajú (prevládajú kampánske, Potfaj in Žec et al., 1997), nie sú dnes dobre odkryté (obrábaná poľnohospodárska pôda).

Problematickým je aj „profil" Polianka (lok. 16), lebo nie je dostatočne odkrytý. Obdobne je to aj s lokalitou Hradisko, kde je po niekoľkých rokoch profil značne zvetraný a zanesený sutinou. Na tejto lokalite (a nielen na nej) by sa isto oplatilo vybudovať nad vybranými očistenými úsekmi ochranný múrik.

Pre niektoré časti vrstvového sledu kysuckej jednotky v Kysuckej bráne (Rochovica a Brodno) by sa našli vhodnejšie paralelné úseky v zárezе hradskej do Lopušných Pažití, kde nie je bradlo tektonicky tak porušené ak v brodnianskom sektore (Maglay et al., 1996).

Nedostatočná lokalizácia profilu 3, 5 a 16 sa zrejme spresní v ďalšom kole výberu.

Autori príspevku síce v úvode uvádzajú, že umelé odkryvy, a najmä zárezy komunikácií nie sú z hľadiska stálosti odkrytia vhodné, no až deväť z uvedených lokalít je práve v zárezoch ciest. Túto nevýhodu by mohli vyvážiť pozitíva, ako je prístupnosť lokality a jej možná údržba.

Iniciatívu J. Michalíka a kolektívu spoluautorov pokladám za podnetnú. Výber a hodnotenie referenčných profilov by mali byť aj súčasťou programu národných komisií KBGA. Keďže ide o národné kultúrne a prírodné bohatstvo, financovanie takéhoto programu by sa nemalo odstaviť na slepú koľaj.

Literatúra

Baňacký, V., Halouzka, R., Janočko, J., Maglay, J. & Pristaš, J., 1997: Štruktúrna neotektonická mapa Slovenska (1:500 000). *Manuskript - Geologická služba SR Bratislava.*

Maglay, J., Potfaj, M., Šlepecký, T., Fejdiová, O., Köhler, E., Žecová, K., Kohút, M., Buček, S., Nagy, A., Januš, J., Prokša, P., Sandanus, M. & Vass, B., 1996: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 26 311 Kysucké Nové Mesto. *Manuskript - Geologická služba SR. Bratislava, Progeo Žilina, 25.*

Michalík, J., Baráth, I., Boorová, D., Halásová, E., Mišík, M., Ožvoldová, L., Rakús, M., Reháková, D., Salaj, J. & Soták, J., 1997: Stratigrafické národné referenčné profily na Slovensku. *Mineralia Slov., 29, 159 - 163.*

Žec, B., Kaličiak, M., Lexa, J., Konečný, V., Baňacký, V., Rakús, M., Potfaj, M., Karoli, S. & Zlinská, A., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Vihorlatu (1:50 000). *Geologická služba SR Bratislava (in press).*

Mineralia Slovaca, 29 (1997), 457 - 464

Geologické hazardy v Japonsku

RUDOLF ONDRÁŠIK a LIBOR JANSKÝ

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

(Doručené 1. 8. 1997)

Geological hazards in Japan

The authors had possibilities to study geological hazards in Japan during their lecture and research stays at the Saga and Shizuoka Universities. They found much similar features to the natural setting in Slovakia, however, the main factors of hazards are of different nature. Japan islands belong to the very active circum-Pacific subduction zone and zone of monsoons and typhoons, with heavy precipitation. This main features influence earthquakes and volcanic activity as well as the geological and geomorphologic structure. Extensive parts of Japan are mountainous and composed of young Neogene and Quaternary sedimentary and volcanic unconsolidated rocks. These differences in natural setting together with quite different history of geological investigation and economic development influenced also some differences in the approach to the hazard assessment and prevention.

Key words: Japan, geological hazard, earthquake, erosion, landslide, subsidence, volcanic activity

Úvod

Japonské ostrovy patria do aktívneho cirkumpacifického pásma s výraznou tektonickou aj vulkanickou aktivitou. Horský reliéf, rôznorodé geologické štruktúry a vlhká klíma s monzúnovými a tajfúnovými dažďami spôsobujú, že sa k zemetraseniam a vulkanickým erupciám pridružuje aj intenzívna erózia a zosuny.

K spomenutým prírodným hrozbám treba ešte prirátať geologické hrozby spôsobené civilizačnými zásahmi do prostredia. Patrí medzi ne aj intenzívna pobrežná abrázia v okolí ústí vodných tokov, v ktorých sa spomalila transportačná a akumulačná činnosť početnými vodnými nádržami, priehrádzkami a znížil sa prietok ako dôsledok intenzívneho závlahového hospodárstva. V urbanizovaných centrách, sústredených v údoliach a nížinách, ktoré v mnohých oblastiach vypĺňa štvrťohorný mäkký a citlivý íl, sú navyše problémy súvisiace s nadmerným sadaním a subsidenciou spôsobovanou priťažením od konštrukcií, priemyselnými a dopravnými otrasmi, ako aj znižovaním hladiny podzemnej vody jej nadmerným odčerpávaním.

Prírodné a hospodárske podmienky ovplyvňujúce gelogické hazardy

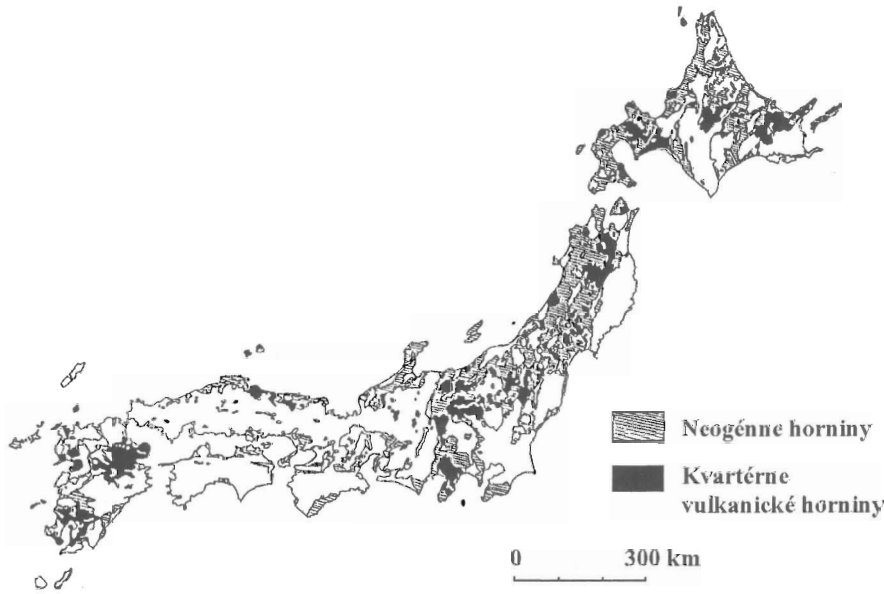
Povrch Japonska je prevažne hornatý a členitý. Z celkovej rozlohy predstavuje poľnohospodársky obrábaná pôda iba 15 %. Je na riečnych nivách, z malej časti aj v pahorkatinách a dosahuje 5,1 milióna ha (MAFF, 1993). Horské a pahorkatinné časti ostrovov sú prevažne zalesnené. Japonské stále zelené lesy sú viac-menej monokultúrne, a to „sugi" (Cryptomeria japonica) a „hinoki" (Chamaecyparis obtuse). Na mnohých miestach sa lesy menia na poľnohospodársky obrábanú pôdu ako kompenzácia za pôdu zaberanú pri urbanizácii a industrializácii.

Aj keď sú v Japonsku zastúpené horniny takmer všetkých útvarov od starších prvohôr, prevládajú mladé, neogénne a štvrťohorné vulkanity a sedimenty (obr. 1). V rovnakom období tam vznikali aj pohoria. V nevulkanických oblastiach je ich absolútna i relatívna výška prevažne niekoľko sto metrov. Sopečné kužele aktívnych a pokojných vulkanických centier sú oveľa vyššie. V centrálnej časti najväčšieho japonského ostrova Honšú, na ktorom sú najväčšie mestské aglomerácie v oblasti Tokia a Ósaky, je niekoľko horských masívov súborne označovaných ako Japonské Alpy, ktoré dosahujú výšku okolo 3300 m. V tomto regióne je aj stratovulkán Fudžisan, ktorý má dokonalý vulkanický kužeľ a výšku 3776 m (maximálna výška v Japonsku). Dojem mohutnosti sopky umocňuje aj to, že jej južné svahy vystupujú priamo z mora. Fudžisan bol naposledy aktívny roku 1707.

V Japonsku je iba jedna relatívne veľká nížina, a to Kantó v okolí Tokia, ktorá má dĺžku aj šírku niekoľko desiatok kilometrov. Ostatné obývané časti Japonska predstavujú malé príbrežné inundačné územia pri ústiach riek do mora, úzke riečne údolia a niekoľko kotlín v pohoriach izolovaných členitými pahorkami alebo neprie-chodnými pohoriami.

Obývané časti krajiny spája hustá sieť železníc a cestných komunikácií, z veľkej časti v zárezoch a tuneloch, kým v zalesnených oblastiach cestná sieť takmer nie je.

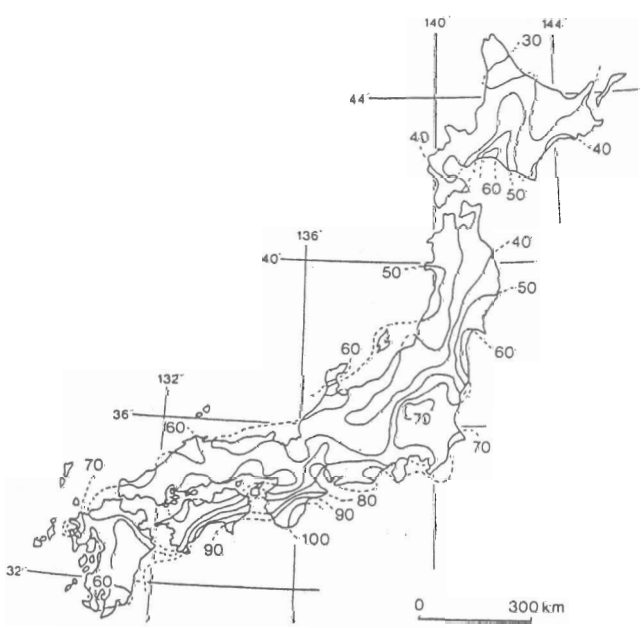
Keďže Japonské ostrovy ležia vo vzdialenosti niekoľko sto kilometrov od pevniny, prevláda na nich vlhká, oceánska klíma. Priemerný ročný úhrn zrážok je 1000 -



Obr. 1. Rozšírenie najmladších, slabo konsolidovaných a nekonsolidovaných geologických útvarov najviac postihnutých geologickými javmi a degradáciou. (Podľa Fumitakeho, 1991).

Fig. 1. Location of the youngest, slightly consolidated, geological suits suffered by geological hazards and soil degradation (according to Fumitake, 1991).

3000 mm, ale v južnej časti, ktorá patrí do subtropickej oblasti, často aj 4000 - 6000 mm. Počas roka sa dá odlíšiť niekoľko období zrážok: front „baiu" v máji - júni a prívalové zrážky pri tajfúnoch v septembri - októbri, ktoré dosahujú intenzitu od 30 do 100 mm, ba i viac za hodinu (obr. 2) a ich denný úhrn v extrémnych prípadoch aj viac ako 600 mm. Voda z topiaceho sa snehu v apríli - máji je charakteristická iba pre kontinentálnu stranu severnej časti japonských ostrovov. Neskorá jeseň a zima sú pomerne suché. Snehová pokrývka je v zime iba v severnej časti Japonska. Na J prevláda mierna subtropická klíma.



Obr. 2. Izolínie maximálnych zrážok v mm/hod v Japonsku za desaťročné obdobie (Podľa Iwaiho a Ishigura, 1970).

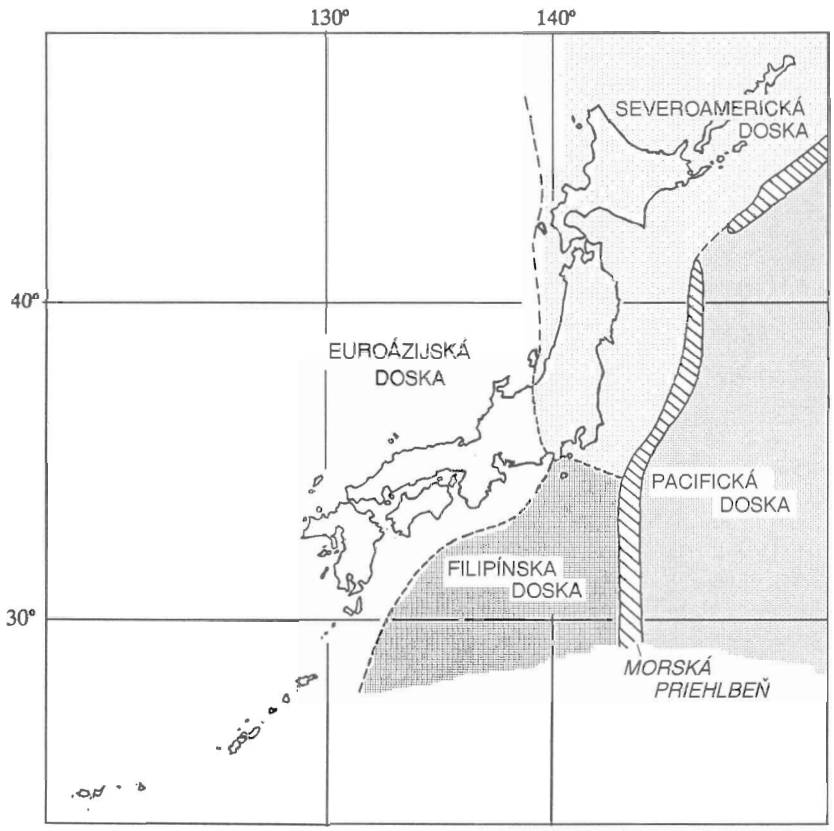
Fig. 2. Contour lines of precipitation (mm/hour) maximum values in Japan for decade year interval (according to Iwai and Ishiguro, 1970).

Veľké kontrasty sú na ostrove Honšú. V zime tam prevládajúci vietor zo Sibíri naberá značnú vlhkosť z Japonského mora, ktorá sa vyzráža vo forme snehu pri prechode cez náveternú stranu centrálneho horského chrbta. Výsledkom je, že sz. pobrežná časť ostrova máva až dvojmetrovú súvislú snehovú pokrývku kým na záveternej jv. časti prevláda slnečné počasie bez snehovej pokrývky. Do takýchto kontrastných poveternostných podmienok sa možno dostať po niekoľkých kilometroch cesty horskými tunelmi.

Japonci, ako s troškou irónie napísal Reischauer (1992), napriek ich úcte k prírode ju v ostatných desaťročiach znečisťujú viac ako iné národy. Je to nevyhnutná daň za najhustejšie zaľudnenie a najvyššiu výrobu na obyvateľný kilometer štvorcový. Za obeť priemyselným podnikom, obytným štvrtiam alebo rekultivácii príbrežných morských plytčín padli prekrásne zelené kopce. Mestská zástavba devastujúca prírodu sa rozprestiera na veľkej časti na poľnohospodárstvo vhodnej krajiny. Ale mimo mestských aglomerácií a hlavných dopravných trás si krajina zachovala prírodný pôvab a krásu.

Geologické a geomorfologické podmienky geologických hazardov

Geologická stavba Japonských ostrovov je veľmi zložitá, pretože leží v mobilnom pásme Zeme a v nadloží subdukčnej zóny oceánskych platní pod kontinentálnu



Obr. 3. Pozícia Japonských ostrovov vo vzťahu k litosférickým doskám.

Fig. 3. Location of the Japan islands in relation to the lithospheric plates.

(obr. 3). Štúdium geologickej stavby sťažuje fakt, že podložné horniny vystupujú na povrch iba v korytách riek a kde-tu aj na svahoch izolovaných skalných brál. Podložie takmer súvisle pokrýva reziduálna hlina a intenzívne zvetrané horniny. Svahová hlina a sutina pokrývajú časti okrajov kotlín a nížin, ako aj mierne časti úpätia svahov. Na okrajoch kotlín a nížin sa pozdĺž riečnych nív nachádzajú riečne terasy, ktoré tvorí piesčitý a hlinitý štrk.

Takai et al. (1963) na základe podrobného štúdia geologickej superpozície a faciálnych podmienok sedimentárnych sekvencií, magmatickej činnosti a pohybov zemskej kôry identifikovali päť základných jednotiek odlišujúcich sa zložením, fyzickým stavom, hydrogeologickými a inžinierskogeologickými charakteristikami, ako aj geomorfologickými črtami, ktoré sa odrážajú najmä v povahe súčasných geodynamických procesov a v geomorfologickom vývoji. Každá základná jednotka sa podľa inžinierskogeologických charakteristík, ako je stupeň konsolidácie, rozloženie otvorených diskontinuít a pod., rozdeľuje na podjednotky.

I. Morské klastické sedimenty, podmorské vulkanické horniny prvohorného až strednodruhohorného a paleogénneho veku.

Litofácie tohto vrstvového sledu sa skôr označovali ako „eugeosynklinálne fácie". Tvoria ich prevažne pelitické horniny, silikáty, ako sú rohovce, podmorské vulkanické horniny a s nimi súvisiace vyvreté metamorfované horniny, ako je metagabro a serpentinit. V obmedzenom rozsahu sa vyskytujú aj šošovkovité polohy vápenca. Dajú sa rozlíšiť vysoko metamorfované, slabometamomorfované, ako aj nemetamorfované pásma hornín. Pásma majú tendenciu smerovať paralelne s pozdĺžnou osou ostrovného oblúka a podľa veku sedimentárnych hornín a prejavov metamorfizmu sa rozdeľujú na tektonické provincie alebo územia. Hoci metamorfóza v zásade vykazuje postupné zmeny, každú provinciu ohraničujú tektonické plochy alebo úzke tektonické zóny. Horniny takejto jednotky vytvárajú horské regióny, ktoré geomorfologicky charakterizuje štruktúrny reliéf sledujúci vrcholovú úroveň. Z diskontinuít prevládajú textúrne prvky, pukliny, foliácia a bridličnatosť. Jednotka sa rozdeľuje na nasledujúce podjednotky:

1) prvohorno-strednodruhohorný sedimentárny vrstvový sled vo fácii kryštalických bridlíc,

2) prvohorno-strednodruhorný sedimentárny vrstvový sled v slabometamorfovanej alebo nemetamorfovanej fácii,

3) paleogénne serpentinity a zelené bridlice.

II. Neritické až nemorské klastické sedimenty, terestrické kyslé a intermediálne vulkanické horniny a granit vrchnomezozoického až paleogénneho veku

Klastické horniny ležia diskordantne na staršom podloží. Sedimentárne horniny sú prevažne hrubozrnné, a to typu molasovej fácie na kontinentálnej a flyšového typu, so striedaním ílovca a pieskovca, na oceánskej strane. Sú konsolidované a majú skalný charakter. Terestrické vulkanické horniny sú dobre vyvinuté na kontinentálnej strane jž. časti ostrovov. Staršie horniny sú

často oddelené v rozptýlených malých telesách. Horniny tvoria horské regióny so strmými svahmi alebo vrchoviny so zarovnaným povrchom a zaklesnutými meandrami. Otvorené diskontinuity v masíve sú na plochách vrstvovitosti a sekundárne vyvinuté puklinové systémy sledujú bridličnatosť. Jednotka sa rozdeľuje na tieto podjednotky:

4) vrchnomezozoicko-paleogénne flyšoidné horniny s turbiditnými fáciami,

5) treťohorné suchozemsko-neritické sedimenty,

6) vrchnomezozoické až paleogénne terestrické vulkanické horniny a podložné plytkomorské alebo nemorské sedimenty,

7) granit a rula.

III. Neogénno-kvartérny vrstvový sled morských klastických sedimentov a podmorských vulkanických hornín so súvisiacimi plutonickými horninami

Tieto horniny výrazne diskordantne prekrývajú staršie horniny vo vyšších častiach horských oblastí alebo budujú pahorkatiny obklopujúce pohoria so staršími horninami. Súvrstvia sú zvrásnené a celkovo majú mierny sklon. Vulkanické horniny sa vyskytujú pozdĺž centrálnej pozdĺžnej osi sv. Japonska a pobrežia na kontinentálnej strane v jz. Japonsku. Sedimenty sú sčasti konsolidované a s výnimkou podmorských vulkanických hornín, ktoré sú vyvinuté prevažne v spodnej časti vrstvového sledu a dostali názov „zelený tuf", kvalifikované ako poloskalné horniny. Celkove sú masívne, pevné a rozpukané. Geomorfologickou črtou územia podložných sedimentárnych hornín je v prvom rade kvesta. Jednotka sa podrozdeľuje na tieto skupiny:

8) miocénne podmorské vulkanické horniny,

9) miocénno-pliocénne morské klastické sedimenty,

10) miocénno-pliocénne terestrické vulkanické horniny.

IV. Štvrtohorné plytkomorské a suchozemské sedimenty, terestrické vulkanické horniny a pyroklastické sedimenty

Tieto sedimenty diskordantne prekrývajú staršie horniny a budujú pahorkatiny, vrchoviny, lávové plošiny a terasy. Sedimenty sú sčasti konsolidované, sčasti nekonsolidované. Väčšina klastických sedimentov je pochovaná pod aluviálnymi nivami a terasami a ich vrchné časti vystupujú na povrch na okraji štvrtohorných sedimentárnych kotlín. Základnými litofáciami terestrických vulkanických sedimentov sú láva, kompaktný tuf, pemzovité uloženiny a sedimenty vulkanických kamenitobahnitých prúdov. Sedimenty - okrem tých, ktoré sa nachádzajú pozdĺž zlomovej zóny štvrtohorného veku - nie sú postihnuté pohybmi zemskej kôry. Jednotka je rozdelená na tieto podjednotky:

11) štvrtohorné terestrické a neritické klastické sedimenty,

12) štvrtohorné pyroklastiká a sedimenty,

13) štvrtohorné vulkanické horniny a s nimi súvisiace uloženiny vulkanických kamenitobahnitých prúdov.

V. Vrchnopleistocénne a holocénne plytkomorské uloženiny, terestrické klastické sedimenty a vulkanické horniny vytvorené holocénnou vulkanickou aktivitou

14) Plytkomorské a terestrické uloženiny vypĺňajúce údolia z obdobia maximálneho oteplenia a nemorské klastické sedimenty vnútrohorských kotlín toho istého veku (v Japonsku sa všeobecne volajú „aluviálne").

Tvorí ich piesčitý štrk, piesok, prach, bahnité náplavy a mäkký íl. Ich povrch je rovinatý a na nich sa v ostatnom čase vybudovala podstatná časť miest, priemyslových štvrtí a vytvorila poľnohospodárska pôda.

Vulkanické horniny tejto jednotky sa vyskytujú spolu s podjednotkou 13 jednotky IV.

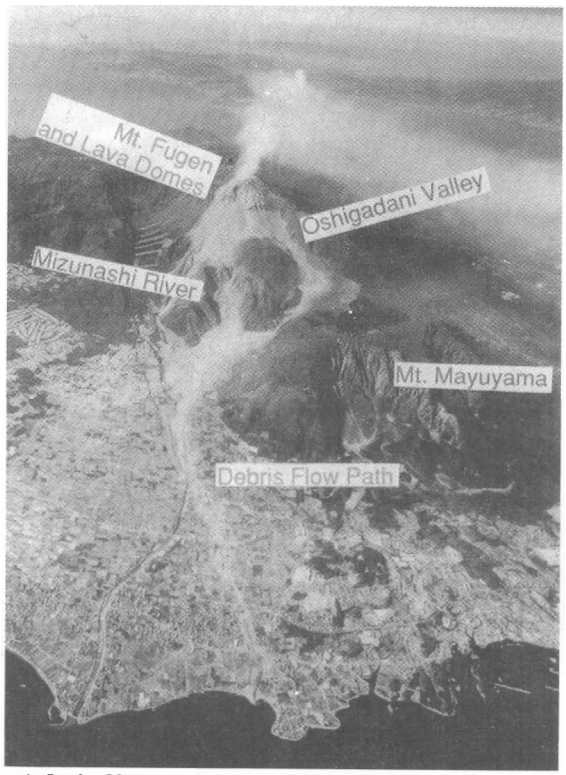
Na miernych svahoch horských území a pahorkatín sa často nachádzajú pozoruhodné uloženiny označované ako „fosílne" alebo „staré zosuny", ktoré japonské geologické mapy spravidla nezachytávajú. Geomorfologicky sa hodnotia ako kolúvium, detritus, uloženiny bahnitých prúdov a iné produkty obrovských svahových pohybov. Zdrojovú oblasť fosílnych zosunov ohraničujú dávno vzniknuté a dobre zachované hlavné a bočné zrázy podkovovitého tvaru. Pôvodné tvary fosílnych zosunov postupne deštruuje erózia. Premiestnené bloky hornín sú oslabené, dezintegrované zvetrávaním a postupne oderodúvané. V poslednom čase vyšli mapy znázorňujúce uvedené geomorfologické tvary a uloženiny z niektorých území. Fosílne zosuny sa zaraďujú do pleistocénu na základe určenia pomocou C^{14} a iných dôkazov. Ich vznik sa viazal na destabilizáciu podložia v období klimatických zmien medzi glaciálmi a interglaciálmi.

Vulkanické erupcie

Na Japonských ostrovoch sa eviduje 83 aktívnych vulkánov, čo je 10 % aktívnych sopiek sveta. Väčšina z nich je v súčasnosti pokojná, ale historické záznamy o ich aktivite sú. Ich činnosť sa obnovuje spravidla po niekoľkých storočiach. V dlhom období ich pokoja sa obyvatelia usádzajú na ich úpätí, kde po erupciách rýchlo vzniká úrodná pôda. Činnosť pokojných sopiek sa spravidla objavuje náhle, a preto sú pre tam usadené obyvateľstvo veľmi nebezpečné. Príkladom môže byť sopka Unzen (obr. 4) na ostrove Kjúšú nedaleko Nagasaki, ktorá po 198 rokoch pokoja obnovila svoju činnosť v novembri 1990 (Nakada, 1992). Po predchádzajúcich freatických erupciách sa vytvoril nový lávový dóm na vrchole hory Fugen v máji 1991. Ustavičný rast lávového dómu a rútenie sa lávových blokov z jeho okraja často viedli k vzniku pyroklastických prúdov. Vyvrhovanie pyroklastík sprevádzali seizmické otrasy. Niekoľko prúdov sa rútilo dolu východným svahom 3. júna 1991 popoludní a hlavný, ktorý sa dostal až do vzdialenosti 3,9 km od krátera, o 16,09 hod. zahubil 43 ľudí, medzi nimi aj francúzskych vulkanológov.

Uloženiny pyroklastických prúdov možno rozdeliť do týchto troch základných typov: 1) blokovo-popolové (najčastejšie), 2) rútiace sa oblaky popola, 3) zóna ohnivého žiaru.

V dosahu rútiacich sa oblakov popola boli pri spomenutom výbuchu všetky domy zborené a spálené, autá poprevracané alebo odvlečené v smere prúdu. Pyroklastické kamenitobahnité prúdy, v daždivom období sprevádzané laharmi, pokračovali až do septembra 1991 a v meste Šimabara až do vzdialenosti 5,5 km od krátera zničili 1399 domov (obr. 5). Sopečné bomby boli pri erupcii vyvrhované až do vzdialenosti štyroch km.



Obr. 4. Sopka Unzen na ostrove Kjúšú (podľa Nakadu, 1992). Na fotografii vidieť vytlačenú lávovú kupolu (Mt. Fugen and Lava Domes) a cestu kamenitobahnitého prúdu (Debris flow Path), ktorý zasiahol husto obývané predmestie mesta Šimabari. Vpravo vidieť odlučnú oblasť obrovského zosunu na svahu hory Majujama, ktorý vznikol pri predchádzajúcej erupcii roku 1792. Ostrovčeky pri pobreží vpravo dolu sú zvyškami akumulácie zosunu.

Fig. 4. The volcano Unzen in the Kjushu island (after Nakadu, 1992) It is seen expelled lava dome on the top of Mt. Fugen and debris flow path which destroyed a suburb part of Shimabara. On the right there is head scarp of a huge landslide on the slope of Mt. Mayuyama, collapsed during the previous eruption in 1792. Islands at the seaside belong to the rests of the toe of the landslide.



Obr. 5. Časť zvyškov kamenitobahnitého prúdu na predmestí Šimabari, ktorý zaplnil aj domy. V pozadí vrchol Fugenu, patriaceho k sopke Unzen. (Foto Ondrášik).

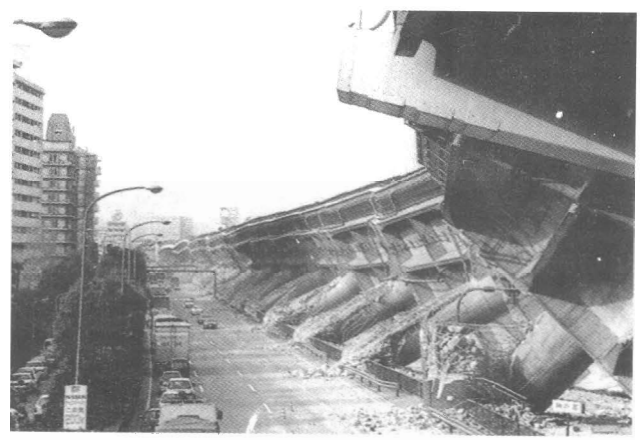
Fig. 5. A part of the rest of debris flow on the Shimabara suburb which filled residences. On the background it is a Mt. Fugen. (Photo R. Ondrášik).

Tektonické pohyby a zemetrasenia

Japonsko je všeobecne známe ako seizmická oblasť, ale silné zemetrasenia sa viažu na subdukčné zóny a zóny kontaktu tektonických dosiek (obr. 3). Najohrozenejšia je východná strana ostrova Honšú, najmä nížina Kantó s veľkomestskou aglomeráciou Tokio - Jokohama. Nebezpečenstvo zemetrasných katastrof v tomto území súvisí najmä s veľkou hustotou obyvateľstva, ale aj s tým, že ani moderné budovy nie sú z veľkej časti postavené podľa súčasných prísnych stavebných noriem.

Pobrežné osídlenie okrem seizmických otrasov ohrozujú aj vysoké morské vlny - tsunami, ktoré sa tvoria pri zemetraseniach s ohniskom pod oceánskym dnom. Tak napríklad na pobreží ostrova Okuširi, ležiaceho neďaleko ostrova Hokkaidó, pri zemetrasení v sile 7,8 M Richterovej stupnice 12. júla 1993 zahynulo viac ako 200 ľudí a 307 bolo zranených v dôsledku tsunami vysokej až 30 m. Skraty v elektrickom vedení ničivé účinky tsunami ešte zvýšili, pretože spôsobili rad požiarov drevených konštrukcií.

Najničivejšie zemetrasenie v povojnovom Japonsku bolo veľké v Kóbe 17. januára 1995, pri ktorom zahynulo viac ako 5300 ľudí, zranilo sa okolo 27 000 a bez prístrešia zostalo viac ako 300 000 obyvateľov (The Japan Times, Ltd, 1995). Sprevádzalo ho stovky menších zosunov a skalných zrútení na strmých svahoch a na úpätí svahov smerom k oceánu sa nahromadil piesčitý materiál. Vznikli rozsiahle požiare, zrútili sa železnice a cestné komunikácie na pilieroch nad mestskými dopravnými komunikáciami (obr. 6), narušilo sa plynové, elektrické, telefónne a vodovodné vedenie. Ohnisko zemetrasenia v sile 7,2 M Richterovej stupnice bolo vo vzdialenosti okolo 20 km pod severným okrajom ostrova Awaši a zaskočilo obyvateľov oblasti Kansai napriek tomu, že je na pohyby zeme zvyknuté. Podobný stav bol aj pri už spomenutom zemetrasení 12. júla 1993, keď kompetentné orgány na ostrove Hokkaidó pri koordinácii záchranných akcií zlyhali. Nedostatočné plánovanie a zastaraný informačný systém spôsobili otáľanie a zmätky pri zása-



Obr. 6. Časť vyvrátenej visutej komunikácie v centre Kóbe založenej na jednom rade pilierov. (Podľa The Japan Times, Ltd 1995).

Fig. 6. A part of the destroyed highway in the central Kobe, based on the row of column (according to the Japan Times, Ltd. 1995).

hu záchranných zborov. Po takýchto skúsenostiach sa varovné a informačné systémy v celej krajine zdokonaľujú a zvýšila sa aj úroveň školenia záchranného personálu a obyvateľstva.

Erózia

Okolo 70 % povrchu územia Japonska pokrýva les. Poľnohospodárska pôda na svahoch je väčšinou rozdelená na malé ohradené terásky, preto sa plošný splach pokladá za zanedbateľný a výskum zameraný týmto smerom je zriedkavý. Na druhej strane je častý rozsiahly pohyb zemnej masy pokryvných útvarov vo forme hlinitých a kamenitobahnitých prúdov a pôsobením prívalových dažďov intenzívna riečna erózia. Veľký význam pri stanovovaní intenzity erózie v japonských pohoriach, najmä v územiach s vulkanickými horninami, majú zosuny v podložných horninách.

Sedimenty v horských bystrinách a z veľkej časti aj v riekach obsahujú popri jemnozrnnom materiáli aj hrubozrnný štrk a balvany premiestnené veľkou kinetickou energiou rozvodnených bystrín a riek, ale pri ich ústiach, kde je séria vodných nádrží, sa prínos klastického materiálu znížil. Preto sa v ostatných 15 rokoch erózia na pobreží Tichého oceána zintenzívnila. Podľahlo jej okolo 4600 hektárov, čo výrazne prekonáva súčasnú akumuláciu 2200 hektárov. Erózia sa najvýraznejšie prejavuje pri ústiach vodných tokov na pobreží budovanom štrkom (The Daily Yomiuri, 1994).

Vlastný výskum erózie je zameraný viac-menej iba na overovanie faktorov univerzálnej rovnice straty pôdy (USLE) v miestnych podmienkach a sporadicky na hydrológiu povrchového odtoku a erózneho splachu. Pri týchto erozívnodegradačných javoch sa deštruujú aj prirodzene uložené povrchové horizonty lesnej aj poľnohospodárskej pôdy. Úsilie kvantifikovať takto erodovanú pôdu a jej substrát často poskytuje iba približné výsledky. Metódy určovania intenzity erózneho poškodenia (potenciálneho a skutočného) sa dajú porovnať s tými, ktoré u nás používa Midriak (1995, 1996).

Zosuny

Zosuny patria medzi rozšírené geologické nebezpečenstvá a hazardy a spôsobujú veľké straty na ľudských životoch, dopravných komunikáciách a majetku. Veľa zosunov každoročne vzniká v období dažďov a pri tajfúnových prívalových dažďoch a v severných častiach územia so snehovou pokrývkou aj na jar. Zosuny sú aj sprievodným javom pri zemetraseniach.

V Japonsku sa rozlišovali dva základné typy zosunov, a to plytké zosuny produktov zvetrávania a zosuny podložných hornín (Tsukamoto, 1973; Egawa et al., 1976), ale v ostatnom desaťročí sa začala používať Varnesova (1982) klasifikácia.

Hoci sú zosuny v podložných horninách zriedkavejšie ako v zvetraninách, majú väčší objem (Machida, 1966). Fumitake (1991) uvádza, že veľkých zosunov, medzi ktoré patria zosuny s odlučnou oblasťou širšou ako 1 km a s objemom väčším ako 10 miliárd m^3, je v Japonsku 1005 a väčšina z nich (88,4 %) je v neogénnych sedimentoch a neogénnych aj kvartérnych vulkanických masívoch, a to najmä na západnom pobreží severu Japonska.



Obr. 7. Rozsiahly zosun pri Ōtome (60 km na S od Nagasaki) v pyroklastikách prechádzajúci v okrajových častiach do kamenitobahnitých prúdov krátko po jeho vzniku. (Podľa prospektu Japan Conservation Engineers Co. Sasebo, 1993).

Fig. 7. Landslide area in pyroclastic and sedimentary rocks near Ōtome (60 km north of Nagasaki). Slump converts to debris flow on the marginal parts. Photo created several time after activation of landslide (after prospect of the Japan Conservation Engineers Co. Sasebo, 1993).



Obr. 8. Zosun na obr. 7 po sanácii. V jeho odlučnej časti je svah spevnený železobetónovou rámovou konštrukciou so sieťami a v spodnej časti stabilizovaný terénnymi úpravami, drenážnymi studňami a kotvenými stenami. (Podľa prospektu Japan Conservation Engineers Co. Sasebo, 1993).

Fig. 8. Landslide on the Fig. 7 after reclamation. Head scarp is stabilized by iron concrete construction and iron net. The toe part of the landslide is stabilized by earth works, drained wells and anchored retain walls (after prospect of the Japan Conservation Engineers Co. Sasebo, 1993).

Čelá zosunov, ktoré dosiahli dno údolia, dodávajú materiál na intenzívnu eróziu. Okrajové časti zosunov vo vyšších častiach svahov sa v období prívalových dažďov často menia na kamenitobahnité prúdy (obr. 7), a preto je sanácia zosunov v Japonsku veľmi dôkladná (pozri obr. 8).

Pri intenzívnych dažďoch často vznikajú plytké zosuny v zvetraninách. Podľa Oguchiho (1992) je kritická hodnota zrážok, pri ktorej nastávajú zosuny, okolo 50 $mm.h^{-1}$. Podľa meteorologických údajov Iwaiho a Išigura (1970) sa vypočítala maximálna intenzita zrážok pre rozličné časové obdobia. Najreprezentitatívnejšie odhadované maximum na 10-ročné obdobie pre väčšinu územia Japonska je 30 až 70 $mm.h^{-1}$ (obr. 2). Medzi priamymi príčinami aktivizácie zosunov Nozaki et al. (1994) uvádzajú aj tiaž snehovej pokrývky. Veľký význam má aj intenzívne zvetrávanie.

Na viacerých sanovaných zosunoch sú vybudované dobre vybavené zosuvné múzeá v prírode s detskými ihriskami.

Nadmerné deformácie podložia a subsidencia

Na veľkých plochách údolných nív a riečnych delt, ktorých povrchovú časť buduje mäkký íl mocný do 30 - 40 m, sa prejavuje nadmerné sadanie budov a celkové poklesávanie povrchu územia. Platí to aj o niektorých častiach Tokia, Ósaky, Sagy a ďalších miest. Subsidencia tu dosahuje až 2 m. Pri nerovnomernej subsidencii sa deformujú dopravné komunikácie a intenzívne dažde ich zaplavujú (Iwao a Khamehchiyan, 1994). Aby sa predišlo nadmerným deformáciám pod stavebnými konštrukciami, hrádzami a násypmi komunikácií, používa sa izostatický princíp ich zakladania, rozpínavý polystyrén a rýchlené vápno (Iwao et al., 1994).

Prevencie pred hrozbami, ich monitoring a zmierňovanie následkov

Predpovedať miesto a čas geologických katastrof, ako sú zemetrasenia, zosuny atď., je nesmierne ťažké, a to napriek tomu, že Japonsko na to vynakladá finančné a ľudské zdroje ako nijaká iná krajina na svete. Tektonické pohyby zemskej kôry sa sledujú nielen klasickými geodetickými metódami, ale napríklad aj prostredníctvom satelitov a fixovaných bodov aj na morskom dne v predpolí subdukčnej zóny v rámci spoločného francúzsko-japonského projektu Kaiko.

Mapovanie oblastí zosunov je na vysokej úrovni a je založené na leteckých snímkach a využívajú sa pritom geoinformačné systémy (GIS). Mnohé zosuny sa nákladne sanujú rozsiahlymi povrchovými aj podpovrchovými drenážnymi systémami a kotvami, vybudoval sa na nich aj automatický monitoring napojený na informačnú sieť ovládanú v strediskových organizáciách. Japonsko má na otázky erózie a zosunov dve vedecké spoločnosti s tisíckami členov (SABO - The Erosion Control Engineering Society a The Landslide Society of Japan), ktoré vyvíjajú aj bohatú osvetovú činnosť a sú napojené na ministerstvá a sanačné inžinierske spoločnosti.

V rámci prevencie sa v ostatných 15 rokoch budujú mohutné betónové a oceľové konštrukcie, ktoré sa väčšinou neumiestňujú v zdrojových oblastiach, ale až nad sídliskami a hlavnými komunikáciami, čím sa má aj zo psychologického hľadiska demonštrovať všeobecná „bezpečnosť". Lenže v takýchto polohách je už kinetická energia kamenitobahnitých prúdov taká veľká, že sa vyžaduje niekoľkonásobné predimenzovanie konštrukcií. V porovnaní s európskymi skúsenosťami sú predimenzované sanačné opatrenia aj na zaistenie stability zosunov v podložných horninách. Takmer všetky zárezy komunikácií sú zabezpečené torkrétovou omietkou, takže v ináč prekrásnej a stále zelenej prírode pôsobia dosť stiesňujúco. Na betónové kanály sa postupne menia aj horské toky.

Záver

Geologické hazardy v Japonsku vyplývajú zo súhrnu prírodných faktorov, z ktorých je rozhodujúci veľký rozsah mladých, slabo skonsolidovaných alebo neskonsolidovaných neogénnych a kvartérnych sedimentov a vulkanitov, veľmi dynamický tektonický režim na rozhraní tektonických platní - eurázijskej, severoamerickej, pacifickej a filipínskej - a úhrn zrážok od 1000 až viac ako 6000 mm ročne. Denné zrážky v extrémnych prípadoch dosahujú aj vyše 600 mm. Tieto prírodné faktory vytvárajú úplne špecifické podmienky na rozvoj geologických hazardov, ktoré sú také veľké a intenzívne, že ich s geologickými hazardmi v strednej Európe ani nemožno porovnávať.

Literatúra

Egawa, Y., Shoji, H., Hoshino, Y. & Hoshino, M., 1976: Landslide survey using air-photographs. *Geogr. Surv. Inst. Japan, 372. (In Japanese).*

Fumitake, Sh., 1991: Chaeacteristics of the large-scale landslides in the Japan Islands. *Proc. Japan-US Workshop on Snow Avalanche, Landslide, Debris Flow Prediction and Control, 239 - 248.*

Iwai, S. & Ishiguro, M., 1970: Applied statistics for hydrology. *Morikita Shuppan, Tokyo, 369. (In Japanese).*

Iwao, Y. & Khamenchiyan, M., 1994: Alternation of drainage ability on the subsided Quaternary lowland by pumping. 7th International IAEG Congress. *Balkema, Rotterdam, 2821 - 2826.*

Iwao, Y., Nishida, K. & Liew, Y. L., 1994: Isostatic foundation by Expanded Poly-Styrol and quick lime. 7th International IAEG Congress. *Balkema, Rotterdam, 3979 - 3986.*

Machida, H., 1966: Rapid erosional development of mountainous slopes and valleys caused by large landslides in Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metrop. Univ., 1, 72.*

MAFF (1993): Abstract of statistics on agriculture, foresty and fisheries. *Tokyo, Japan, 11.*

Midriak, R., 1995: Zosuvné a erózne ohrozenia územia východnej časti biosférickej rezervácie Východné Karpaty. *Acta Facultatis Ecologiae, II, 178 - 192.*

Midriak, R., 1996: Krajinnoekologická únosnosť vysokohorských oblastí na báze hodnotenia dynamiky povrchových procesov. *Acta Facultatis Ecologiae III., 155 - 173.*

Nakada, S., 1992: Volcanic Hazard at Unzen, Japan. *Landslide News, 6, 2 - 6.*

Nozaki, T., Miyazava, M., Uchida, M. & Okada, Y., 1994: Earthflow induced by snow load in Nagano Prefecture, Central Japan. 7th International IAEG Congress. *Balkema, Rotterdam, 1431 - 1439.*

Oguchi, T., 1992: Responses of drainage basins to the Pleistocene Holocene climatic change: Japan and other mid-latitude regions. *Bull. Dep. Geogr. Univ. Tokyo, 24, 51 - 73.*

Reischauer, E. O., 1992: The Japanese Today - Change and continuity. *Charles E. Tuttle Co., Tokyo, sixth printing, 426.*

Takai, F., Matsumoto, T. & Kobayashi, T., 1963: Geology of Japan. The University of Toky Press. *Toky, 2798.*

The Daily Yomiuri, 1994: Shoreline going twice as fast as coming. *Thursday, March 3, 2.*

The Japan Times, Ltd., 1995: The Great Hanshin Quake. *Tokyo, 47.*

Tsukamoto, Y., 1973: Study on the growth of stream channel (I) relationship between stream channel growth and landslides occuring during heavy storm. Shin Sabo, (J. Japan. Soc. Erosion Control Eng.) 87, 4 - 13. (In Japanese with English abstract).

Varnes, D. J., 1978: Slope Movement and Types and Procedures. *In: Landslides: Analysis and Control, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington, D. C., Special Report 176, Chapter 2.*

Mineralia Slovaca, 29 (1998), 465 - 474

Dimitrij Andrusov a podzemné vody Slovenska

ONDREJ FRANKO

Slovenská geologická spoločnosť, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Doručené . 1997)

Abstract

This contribution is written on the occasion of the 100th anniversy of birth of geologist Prof. Dimitrij Andrusov. The study bring the information about D. Andrusov's work as hydrogeologist in the period of years 1929 - 1953. He dealt with ground water in 20 manuscripts and 2 publications. His research focused on regional hydrogeology, communal water supply, hydrogeology of mineral raw materials deposits, mineral and thermal waters and hydrogeology of lakes, water dams, tunnels and railways.

Úvod

Predseda Slovenskej geologickej spoločnosti P. Reichwalder a jej vedecký tajomník M. Elečko ma pri 100. výročí narodenia D. Andrusova požiadali vypracovať štúdiu na tému Podzemné vody a D. Andrusov. Potešilo ma, že mám o tomto po Dionýzovi Štúrovi najvýznamnejšom slovenskom geológovi napísať požadovaný príspevok, ale na druhej strane som mal obavy, či úlohu ako nehistorik zvládnem. Určitú istotu som mal za skúsenosti získanej porovnávaním hydrogeologických poznatkov o minerálnych vodách zo 16. - 18. storočia s dnešnými poznatkami (Franko, 1988). Metodicky som mal dve možnosti, a to postupovať chronologicky alebo podľa problematiky, ktorej sa D. Andrusov venoval. Rozhodol som sa pre druhú možnosť, ale v rámci nej som postupoval chronologicky. Po preštudovaní rukopisných správ v archíve Geologického ústavu Dionýza Štúra a v Geofonde, ako aj publikovanej literatúry uvádzam, že som poznatky čerpal z 20 rukopisov, dvoch Andrusovových publikácií a z dvoch publikácií, kde sa jeho práce uvádzajú. Podotýkam, že som pravdepodobne nepreštudoval všetky jeho práce. Je dosť možné, že sa mnohé dotýkajú Čiech, Moravy a Sliezska, ale možno aj ďalších vodovodov, kúpeľov, priehrad a železníc na Slovensku.

D. Andrusov sa v rokoch 1929 - 1953 venoval týmto oblastiam:

I. Regionálna hydrogeológia
II. Zásobovanie miest pitnou vodou
III. Hydrogeológia nerastných surovín
IV. Minerálne a termálne vody
V. Hydrogeológia plies, priehrad, tunelov a železníc

I. Regionálna hydrogeológia

Regionálnej hydrogeológii je venovaná jedna rukopisná správa (Andrusov et al., 1930) o odtokových pomeroch v doline Váhu a jedna publikácia (Andrusov, 1943), v ktorej D. Andrusov hodnotí hydrogeologické pomery Slovenska.

1. Odtokové pomery

1.1 Flyšové oblasti

Skalný podklad flyšovej oblasti je prakticky nepriepustný, takže odtok povrchovej vody nevyrovnáva a povrchový sypký nános vyrovnáva iba nepatrne. Preto majú prítoky Váhu medzi Novým Mestom nad Váhom a Žilinou, teda Kysuca a Orava, nezvyčajne veľké rozpätie prietoku a na zrážkové prívaly reagujú rýchlo.

1.2 Bradlové pásmo

Do skalného podkladu v bradlách, a jeho obalu zrážky prakticky nevsakujú alebo vsakujú len nepatrne, takže odtok povrchovej vody nevyrovnáva.

1.3 Centrálne Karpaty

Kryštalinikum má obmedzenú puklinovú priepustnosť i pri veľkom tektonickom porušení, a tak odtok povrchovej vody aj pri vysokom položení vyrovnáva iba nepatrne. Kamenitopiesčitá sutina je dobre priepustná a má veľkú vodnú kapacitu. Horniny permu sú späté s kryštalinikom a správajú sa podobne. Verfénske bridlice spodného triasu sú úzko spojené s permom a správajú sa podobne ako horniny flyšového pásma a bradlového obalu. Tvoria nepriepustné podložie nadložnému vápencu.

Telesá strednotriasového a vrchnotriasového vápenca a dolomitu odtok povrchovej vody, okrem polohy keuperského slieňa v nich, značne vyrovnávajú. Telesá vápenca sú popretkávané vylúhovanými puklinami a kavernami a telesá dolomitu nezvyčajne hustou sieťou puklín.

V týchto horninách sú typické krasové javy, ako suché doliny, ponory, vývery, jaskyne ap. Keďže sú nasunuté na mladšie nepriepustné horniny, výdatnosť tokov, ktoré sú v nich zarezané, je veľmi nepravidelná. Geografické povodie sa často nekryje s geologickým. Sú povodia s malou rozlohou a s veľkým odtokom a naopak. Napr. časť vody Turskej doliny a Minčola prechádza do Višňovskej doliny. Povodie Váhu sa ako celok nekryje s geologickým povodím, napr. vysokotatranská séria sa odvodňuje do Dunajca. Karbonátové kryhy sú často dosť tenké, takže krasové vývery reagujú na zrážky citlivo.

Lias a titón podľa zastúpenia hornín alebo k bohatosti podzemnej vody susedných krasových komplexov prispievajú, alebo ju tesniacimi polohami rozdeľujú, trieštia a jej cirkuláciu obmedzujú.

Horniny neokómu sú prakticky nepriepustné a ich delúvium ťažko priepustné.

Horniny paleogénu sa správajú podobne ako horniny flyšovej oblasti.

V mladotreťohornej eruptívnej oblasti na južnom okraji Turčianskej kotliny sú zastúpené telesá andezitu. Na puklinovú vodu sú bohatšie ako doteraz opísané komplexy. Tuf je nepriepustný a priepustnejšia kamenitá sutina je dobrým regulátorom odtoku povrchovej vody.

Miocén vnútrokarpatských kotlín prevažne tvoria ťažké mastné ílovité horniny s výnimočnými piesčitými vrstvami.

Miocén Vážskej kotliny v oblasti Považská Bystrica - Nové Mesto nad Váhom tvoria málo až ťažko priepustné útvary zlepenca s vápnitým tunelom. Miocénny pieskovec s kaolinickým tmelom, rozšírený južnejšie, je už relatívne priepustnejší. Od Hlohovca na J sú najpriepustnejšie telesá pliocénneho pieskovca, ktoré tvoria podklad vážskeho alúvia a okraje vážskej roviny. Smerom na J pribúdajú vložky ílu a slieňa a potláčajú pieskovec. Miocénne a pliocénne sedimenty majú význam pri vyrovnávaní odtoku povrchovej vody až na J od Hlohovca.

Glaciálne a fluvioglaciálne náplavy majú značný význam pri vyrovnávaní odtoku povrchovej vody. Rozšírené sú na svahoch Vysokých a Nízkych Tatier, v Liptovskej kotline, na svahoch Babej hory a v Oravskej kotline.

Deluviálna spraš je nepriepustná a riečny terasový štrk je síce silne vodonosný, ale má malú rozlohu.

Aluviálne náplavy sú v povodí Váhu a jeho prítokov najväčším regulátorom odtoku povrchovej vody. Smerom nadol sa mocnosť štrku zväčšuje, a tak sa účinok veľkej vody zmierňuje. Hladina podzemnej vody v nich je v tesnej hydrologickej súvislosti s hladinou vody v otvorených povrchových tokoch.

2. Hydrogeologické pomery Slovenska

V citovanej publikácii je táto kapitola v porovnaní s odtokovými pomermi spracovaná veľmi stručne. Vo flyšovom pásme a v kryštaliniku sa podzemná voda viaže iba na pokryvné útvary a z nich vyvierajúce pramene majú kolísavú výdatnosť. Výdatným zdrojom podzemnej vody sú priepustné mocné riečne aluviálne a terasové náplavy. Mnohé mestá Slovenska z nich odoberajú vodu. Aj neogénny piesok a štrk sú často vodonosné. Vo väčšej hĺbke (dolné Považie, údolie Nitry, oblasť Prešova) sa vyskytuje artézska voda. V druhohorných oblastiach stredného Slovenska býva podzemná voda v telesách triasového gutensteinského a wetersteinského vápenca. Majú krasovú vodu, ktorá vyviera vo veľmi výdatných prameňoch a výveroch. V dolomite voda vypĺňa len drobné pukliny a charakterom je akýmsi stredom medzi plytkými podzemnými vodami a krasovými podzemnými vodnými tokmi.

Na Slovensku sa v istej hĺbke vyskytuje voda aj v iných horninách, a to najmä v puklinách, po ktorých vystupuje na povrch. Vo flyši je to slaná voda s nízkou teplotou. Vznikla súčasne s ropou, napr. jódovo-brómové pramene pri Polhore. Na východnom Slovensku je slaná voda pri soľnom ložisku v Solivare. Pramene na strednom a južnom Slovensku treba pokladať za prejav treťohornej postvulkanickej činnosti, najmä ak obsahujú množstvo kyseliny uhličitej (Piešťany a Trenčianske Teplice - sírne pramene s vysokou teplotou, Sliač - uhličito-železité termy). Látky v prameňoch pochádzajú z vrstiev, ktorými voda preniká z hĺbky a z dozvukov treťohornej vulkanickej činnosti (hlbinný pôvod CO_2, časť H_2S). Podľa chemického zloženia ide o rôzne typy prameňov.

II. Zásobovanie miest pitnou vodou

Zásobovaním miest pitnou vodou sa D. Andrusov zaoberal v štyroch rukopisných správach. Išlo o zásobovanie Turčianskeho Sv. Martina (Andrusov, 1933), Veľkej Bytče (Andrusov, 1937), Nového Mesta nad Váhom (Andrusov, 1940) a Prešova (Andrusov, 1940).

1. Turčiansky Svätý Martin

Z geohydrologického hľadiska sú na východnom okraji Turčianskej kotliny veľmi skromné zásoby podzemnej vody. Na západnom okraji je kryštalinikum zakryté mohutnou sutinou, do ktorej zrážky ľahko vsakujú, takže na báze je prekvapujúce množstvo podzemnej vody. Kotlinu vypĺňajú vrstvy ílu nepravidelne sa striedajúce s vrstvami piesku a štrku. Potvrdili to dva vrty. Z vrtu hlbokého 118 m na S od mesta vyteká minerálna voda Fatra a druhý, hlboký 100 m, je na V od mesta. Neogén zakrývajú štrkové náplavy Turca. D. Andrusov na základe realizovaných prác hodnotil nasledujúce tri oblasti.

A. V oblasti Mlynského potoka hodnotil Veľkú dolinu, kde sa urobili dva zárezy hlboké 2,5 m a tri sondy hlboké 5 m. Zo zárezov z hrubej sutiny s pieskom vytekalo 2,5 l/s. Sondy boli suché.

B. Údolie Príslopského potoka vypĺňa hrubá balvanitá sutina. Nad vrstevnicou 800 m vyviera rad dosť výdatných prameňov. Z ôsmich prameňov sa nameralo 14 l/s vody s teplotou 6 oC. Časť prameňov sa odporúčalo otvoriť, aby sa zistila skutočná výdatnosť.

C. Vykopané jamy potvrdili, že údolie Turca pri moste pri Bystričke tvoria silne vodonosné aluviálne nánosy. Odporučilo sa urobiť studne mimo inundácie a pri čerpacích pokusoch odobrať vzorky na chemickú a bakteriologickú analýzu.

Po prehliadke uvedených oblastí D. Andrusov určil ich vhodnosť v poradí B, C, A a potrebu pre mesto v prvom období 14 l/s.

2. Veľká Bytča

Množstvo vody pre mesto bolo určené takto: pre 3000 obyvateľov 3 l/s, pre pivovar 3 l/s, pre ostatné podniky 3 l/s a minimálna potreba 7 - 8 l/s. V teréne sa skúmali štyri oblasti.

A. V údolí Váhu je najvhodnejšie miesto na V od mesta smerom na Hliník, čo potvrdzuje odber vody pre pivovar.

B. V povodí potoka tečúceho cez obec Hlboká pramene vyvierajú z eocénneho vápenatého zlepenca. Z jedného prameňa sa nameralo 4 - 4,5 l/s a z ďalších troch od 0,15 do 0,65 l/s.

C. V sútoku dvoch roklí pod vodopádom v Súľovských skalách sa namerali 4 l/s a tesne nad vodopádom 15 l/s. Meralo sa v potoku Kopanica pod Holým vrchom v apríli po topení snehu, takže sa údaje netýkajú minimálneho odtoku.

D. V povodí Bieleho potoka nad obcou Petrovice vyvierajú pramene vo flyši. Zmeralo sa 13 prameňov. Jeden mal 1 l/s a hlavný prameň Bieleho potoka 8 - 10 l/s. Výdatnosť ostatných bola 0,1 - 0,7 l/s, čiže z 11 prameňov spolu 5 l/s.

Podľa výsledkov meraní sa mal zisťovať prietok potoka Kopanica a Bieleho potoka meraním raz za 14 dní. Určili sa aj miesta merania. Z dvoch studní v meste bolo treba zistiť stálu a prechodnú tvrdosť vody, obsah Fe a Mn.

3. Nové Mesto nad Váhom

Pri prehliadke terénu sa merala výdatnosť dovtedy pozorovaných prameňov pod Javorinou a v ďalších údoliach sa hľadali nové zdroje vody. Premeralo sa päť skupín prameňov.

V 1. skupine bolo osem prameňov s výdatnosťou 0,06 - 0,9 l/s, spolu 3,48 l/s.

V 2. skupine bolo 11 prameňov. Z nich boli štyri vyschnuté, výdatnosť ďalších šiestich bola 0,08 - 0,40 l/s a jeden prameň mal 5 l/s, spolu 6,21 l/s.

V 3. skupine bolo 13 prameňov. Z nich deväť malo nepatrnú výdatnosť (do 0,7 l/s), dva po 2,7 l/s, ďalšie tri 6 l/s, 9,8 l/s a 10,8 l/s, spolu 34,77 l/s.

V 4. skupine boli štyri pramene s výdatnosťou 0,5 - 2,5 l/s, spolu 3,85 l/s.

V 5. skupine bolo deväť prameňov. Päť z nich sa nameralo a v štyroch bola výdatnosť 0,20 - 0,70 l/s, spolu 1,8 l/s.

Všetkých päť skupín prameňov malo výdatnosť 50,11 l/s. D. Andrusov na základe porovnania celkovej výdatnosti (13. 3. 1940 10 l/s, 7. 6. 1940 101,94 l/s a 3. 7. 1940 50,11 l/s) konštatoval, že sa jv. svahy Javoriny v hornej časti Getunského a Lubinského údolia skladajú z flyša. Na svahoch Javoriny je mohutná sutina mocná do 5 m a ona je hlavným zdrojom podzemnej vody všetkých prameňov. Nie je vylúčené, že časť vody preniká do telies pieskovca a z nich vyviera v prameňoch. Takýto náhľad na vodu zo sutiny potvrdzuje kolísavosť prameňov a ich vyvieranie pri dne údolí.

Na základe zisteného bolo navrhnuté dokončiť prípravné práce pre podzemnú vodu v kvartéri medzi železničnou traťou Nové Mesto nad Váhom - Piešťany a Nové Mesto nad Váhom - Čachtice a spracovať výsledky merania výdatnosti prameňov a hladiny podzemnej vody.

4. Prešov

V okolí Prešova sa podzemná voda viaže na

A. aluviálne štrkové náplavy Torysy a Sekčova,

B. sutinu na horských svahoch,

C. mladotreťohorný piesok a štrk v podloží andezitovej formácie Prešovských vrchov,

D. mladotreťohorný pieskovec pri báze miocénnej soľonosnej formácie prešovského okolia a

E. vápencové a dolomitové útvary na severných svahoch Braniska a Čiernej hory.

Konštatovalo sa, že kapacita jestvujúcich vodných zdrojov v údolí Sekčova je nedostatočná a mocnosť štrku malá. Kalamitný stav núti mesto hľadať ďalšie zdroje. Pokus exploatovať aluviálne náplavy Torysy bol už roku 1925, ale zdroje sú pre malú mocnosť štrku (2 - 4 m) nedostatočné. Ani výsledky zo studní v údolí Torysy pri Veľkom Šariši neboli lepšie ako pri Prešove.

Ďalšie tri útvary ako pramene s malou výdatnosťou, ako aj slaná voda pri soľonosnej formácii boli neperspektívne.

D. Andrusov za nádejné pokladal vápencové a dolomitové útvary na severných svahoch Braniska a Čiernej hory. Pri pochôdzke na severnom svahu Braniska zistil, že hlavný prameň pri Vyšnom Slavkove má výdatnosť vyše 100 l/s. Na J od neho pozoroval deväť prameňov s výdatnosťou 0,1 - 20 l/s, niekoľko prameňov s výdatnosťou nad 10 l/s a z močariska vyvieralo viac ako 200 l/s. Pramene vyvierajú na západnej a východnej strane na vodných čiarach smeru S - J, kde sa na zlomoch stýkajú dolomitové útvary s paleogénom.

V Čiernej hore sú dolomity a vápence rozšírené medzi Hrabkovom a Ľubovcom. D. Andrusov zistil, že pramene sú na styku dolomitu s flyšom. Pri Ľubovci je päť prameňov, najvýdatnejší má 3 l/s, smerom na Suchú Dolinu na S a J od hradskej štyri, s výdatnosťou 1 - 2 l/s. Pri Sedlici je ešte niekoľko prameňov, niektoré s výdatnosťou až 2 l/s. Najvýdatnejšie pramene sú pri Hrabkove (jeden má 8, druhý asi 3 l/s). Ako vidieť, výdatnosť prameňov v tejto oblasti nebola dostatočná, a to ani po ich spojení, čo nie je pre ich vzájomnú vzdialenosť aj tak prakticky nemožné.

Do úvahy prichádzali iba pramene dolomitového pásma na severnom svahu Braniska, ale z opatrnosti bolo treba dokonale preskúmať pramene pri Vyšnom Slavkove.

III. Hydrogeológia nerastných surovín

Tejto problematike venoval D. Andrusov dve rukopisné správy. Jedna je o výskytoch ropy v okolí Turzovky (Andrusov, 1933) a druhá z okolia Solivaru (1940 - 1943).

1. Turzovka

Na JZ od Turzovky stopy po rope chýbajú. To je hlavný problém, ktorý D. Andrusov skúmal v teréne. Pri stratigrafickom opise flyšových súvrství sa zmieňuje o pieskovcových polohách s nedostatočným tmelom alebo bez neho. Ide o pórovitý pieskovec v hieroglyfových vrstvách, a to v spodnom komplexe masívneho pieskovca. Zistil, že pórovitosť je sekundárna, vzniknutá zvetrávaním pieskovca, presakovaním povrchovej vody, vylúhujúcej vápnitý tmel. Navyše v pieskovci bez tmelu našiel čerstvejšie partie s tmelom, takže primárne je pieskovec nepriepustný.

2. Solivar

V rokoch 1940 - 1943 korešpondovala s D. Andrusovom Štátna správa solivarov v Prešove. Posielala mu debničky so vzorkami z vrtov a D. Andrusov ich hodnotil. Išlo o vrt Smr V, Smr VI, Sr VIII a GS XV a priamo v teréne zisťoval aktuálnu situáciu.

Do vrtu Smr V pritekala soľanka zo sivého pieskovca v hĺbke 313 - 319 m. Jej prítok s výdatnosťou 1 l/min a s obsahom NaCl 31,8 kg/l nastal v hĺbke 314 m. Hladina vody vystúpila do 160 m.

Vo vrte GS XV boli dva prítoky soľanky. Prvý, s prítokom 130 l/hod, bol v hĺbke 360 - 365 m (odizolovaný v hĺbke 398,40 m), druhý, 14 % soľanky, v hĺbke 404,0 - 410,0 m. Hladina vody vystúpila do 280 m. Pri znížení hladiny do 394 m sa čerpalo 1400 l/hod. Vrt sa skončil v hĺbke 463 m. Po zdvihnutí poslednej rúrovej kolóny sa začal druhý čerpací pokus. Čerpalo sa 1400 a neskôr 2000 l/hod. Počas štyroch dní prítok poklesol na 100 l/hod, a to pre zavretie pukliny alebo vyčerpanie zásoby vody. D. Andrusov odporúčal torpédovať sondu v hĺbke asi 410 m.

IV. Minerálne a termálne vody

Minerálnymi a termálnymi vodami sa D. Andrusov zaoberal v dvoch rukopisných správach a v jednej publikácii. Správy sa týkajú minerálnych vôd jv. Slovenska (Andrusov, 1950) a bojnickej termálnej vody (Andrusov, 1941), publikácia termálnej vody v Rajeckých Tepliciach (Andrusov a Kuthan, 1944).

1. Juhovýchodné Slovensko

D. Andrusov pri geologickom výskume na jv. Slovensku prezrel niektoré pramene a konštatoval, že najpozoruhodnejšie sú jódovo-brómové pramene v Čiži, zachytené studňami v hĺbke asi 30 m a pochádzajúce z oligocénnych piesčitoslienitých vrstiev. Uvádza chemickú analýzu vody od Ludwiga a Buchbocka. Voda pripomína niektoré ropné vody a obsahuje 7,63 g/l Na, 12,66 g/l Cl, 0,0454 g/l J a 0,1311 g/l Br. Celková mineralizácia bola 21,98 g/l.

D. Andrusov ďalej uvádza, že celá neogénna oblasť v okolí Lučenca je bohatá na CO_2 vody. Najvýznamnejšia z nich je obyčajná CO_2 voda v Poltári-Maštinci, používaná ako príjemná stolová voda. Podľa Nemejcovej analýzy ide o typ Ca-HCO_3 s celkovou mineralizáciou 101,97 mg/l. V Pincinej je železitá CO_2 voda veľmi príjemnej chuti, ktorá je u obyvateľstva veľmi obľúbená.

2. Bojnice

D. Andrusov v správe zdôvodňuje vymedzenie ochranného pásma. Vymedzil ho podobne ako F. Horusitzky roku 1941. Vyčleňuje hlavný zlom smeru S - J a priečne zlomy smeru SZ - JV. Terma podľa neho vystupuje na povrch po hlavnom zlome a priečnych zlomoch na J od Dubnice. Infiltračnú oblasť term prisudzuje mezozoiku na severnom okraji Žiaru, ale tektonickú jednotku neudáva (Horusitzky ju prisudzuje dolomitom chočského príkrovu). V geologickej mape okolia termálnych vôd (okrem kryštalinika Malej Magury) do krížňanského príkrovu začleňuje telesá gutensteinského vápenca (nevylučuje ani prítomnosť niektorých telies dolomitu), keuper a spodný lias. Do chočského príkrovu začleňuje gutensteinské vápence a dolomity na SZ od Dubnice. Na mape rozlišuje ďalej paleogén, neogén a kvartér. Travertín vymedzuje pri zlome smeru S - J od Dubnice po severný okraj Opatoviec nad Nitrou.

3. Rajecké Teplice

3.1. Obyčajné vody

V prvej časti hydrogeologických pomerov na liste Žilina D. Andrusov hodnotí plytké podzemné vody a podzemné vody krasovej povahy. Plytká podzemná voda je v pokryvných štvrtohorných útvaroch a riečnych náplavoch a odoberá sa mnohými studňami.

Omnoho dôležitejším zdrojom vody je skrasovatený triasový vápenec, v menšej miere dolomit a na niektorých miestach sa k nim pridružuje súľovský zlepenec. Voda sa hromadí a vyviera:

- z otvorených puklín v súľovskom zlepenci, keď leží na nepriepustných vrstvách kriedy,
- z gutensteinského vápenca tam, kde leží na kryštaliniku (synklinálna vápencová zóna Dolina - Dedová - kóta 957 v Turskej doline, vápencový pruh Polom - Hoblík),
- z telies triasového vápenca a dolomitu násunutých na nepriepustné vrstvy spodnej kriedy (príkrovové trosky vo východnom okolí Turca, na S od Rajeckých Teplíc, na JZ od Porúbky).

Zo súľovských zlepencov výdatnejšie pramene vyvierajú v hlbokej doline na J od Babkova a niekoľko prameňov blízko kontaktu s nadložným flyšom v podobe vzostupných prameňov.

Na úpätí Dedovej a Doliny sú pramene v blízkosti styku telies dolomitu a vápenca s nepriepustným permom v tektonickom podloží. Väčšina z nich je zachytená pre žilinský vodovod. Prameň pod Dedovou mal roku 1904 výdatnosť 41 l/s a v rokoch 1907 - 1908 bol zachytený pre vodovod. Ukázalo sa, že v Turskom potoku nad vyústením potoka Zdobina je ponor potočnej vody, ktorá sa mieša s krasovou vodou. Poniže prameňa pod Dedovou je v Turskej doline viac prameňov. Odparok vody z troch prameňov získaný pri 110 °C bol takýto: Jaskyňa (pra-

meň pod Dedovou) 125 mg/l, prvý prameň pod Dedovou 256 mg/l a spodný prameň pod Dedovou 304 mg/l.

Z vápencového pruhu Polom - Hoblík vyvierajú pramene v dvoch skupinách, a to vo Višňovskej a Stráňavskej doline.

Z telies dolomitu chočského príkrovu vyvierajú pramene na V od Tura, na S od Rajeckých Teplíc a pri Porúbke (Skalky, na J od Porúbky).

3.2. Termálne vody

Termálnej vode v Rajeckých Tepliciach venoval D. Andrusov mimoriadnu pozornosť. Uvádza, že prirodzený výver vody je iba v jednom prameni na ľavom brehu Rajčianky blízko železničného mosta. Ostatná voda sa zachytila vrtmi roku 1927, 1931, 1941 - 1943. Preberá aj údaje o vode od iných autorov z rokov 1869 - 1942. Najstaršia je analýza vody prameňa Gizela od Glasera z roku 1869 a dovtedy najnovšia od Buchtalu z vrtu VI, VIII, X z roku 1942. Roku 1910 bola teplota vody v kúpeľnom bazéne I. triedy 34,2 - 35 °C, v kúpeľnom bazéne II. triedy 32,5 °C a v podzemnom prameni pri tomto bazéne 38,2 °C. V rokoch 1927 a 1931 bolo vyhĺbených 10 vrtov do maximálnej hĺbky 33,5 m. Najvyššia teplota sa zistila vo vrte I (39,1 °C), VI (39 °C) a VIII (39,1 °C). Pri starom kúpalisku sa roku 1942 narazilo na vodu teplú 41 °C (?), resp. 37,7 °C (v rokoch 1941 - 1943 boli vyhĺbené štyri vrty hlboké 13,6 - 50,0 m). Veselý roku 1934 uviedol z niektorých vrtov takúto teplotu a celkovú mineralizáciu vody: vrt I 39,5 °C, 0,987 g/l; vrt III 38,5 °C, 0,869 g/l; vrt IV 39,1 °C, 0,956 g/l; vrt VI 39,1 °C, 0,978 g/l; vrt VIII 39,5 °C, 0,891 g/l.

D. Andrusov uviedol aj tri odlišné názory na pôvod termálnej vody. Podľa Szontagha (1891) hlavné pramene vyvierajú zo skalného podkladu do riečnych náplavov a v nich čiastočne miznú. Zigmondy (in Preysz, 1897) predpokladal, že voda vyviera z eocénneho sliena, pričom vodným zdrojom je eocénny zlepenec, v ktorom sa voda hromadí v podzemnej mulde. Jahn (1924) prvý poukázal na tektonický pôvod vody a upozornil na význam zlomovej poruchy pri sz. okraji Rajeckej kotliny. Predpokladal, že voda vyviera z neokómu na križovaní pozdĺžnej poruchy s vedľajšími poruchami, ktoré sú na ňu kolmé.

D. Andrusov po novom podrobnom geologickom výskume upozornil na oveľa zložitejší pôvod vody. Dospel k nasledujúcim záverom:

- Vysoká teplota vody prezrádza, že pochádza z veľkej hĺbky.
- Voda vyviera z hornín chočského príkrovu (malá kryha chočského príkrovu skladajúca sa prevažne z dolomitu, v menšej miere z vápenca leží na neokóme krížňanského príkrovu). Telesá dolomitu sú aj v podloží náplavov (porušené sú hustou sieťou puklín a pásmami s tektonicky celkom rozomletým dolomitom).
- Pri zs. okraji kotliny, ktorá má megasynklinálnu stavbu, prebieha zlomová porucha.
- Pri rajecko-teplickej dislokácii flyšové vrstvy poklesli do istej hĺbky, takže poklesli aj druhohory, pričom v strednej časti kotliny sú v dosť značnej hĺbke.
- Triasový vápenec a dolomit pri jv. okraji kotliny sú dosť skrasovatené. Pramene, ktoré z nich vyvierajú, odvádzajú na povrch zväčša iba prebytok vody. Vývery vody sú nad najnižšími bodmi, v ktorých sa príslušné útvary vyskytujú pri povrchu.
- Kaverny a pukliny pod najnižšou úrovňou sú navzájom pospájané, naplnené vodou a tá pri ich sledovaní môže dosiahnuť aj väčšiu hĺbku.
- Poloha prameňov pri jv. okraji kotliny je vyššia ako poloha rajeckej termálnej vody, takže ich vývery sú podmienené iba hydrostatickým pretlakom.
- Krasová vápencová oblasť na svahoch Veľkej lúky je dosť rozsiahla, aby stačila napájať termálnu vodu. Pramene by mohli byť napájané z triasu krížňanského, ako aj chočského príkrovu.
- Kryhy dolomitu a vápenca chočského príkrovu medzi Rajeckými Teplicami a Porúbkou sa pri jv. strane dotýkajú rajecko-teplického zlomu. Je pravdepodobné, že boli pri zlome zatiahnuté do hĺbky a tvoria sústavu šošoviek spájajúcich kryhy na povrchu s kryhami v hĺbke. Lepšia súvislosť je akiste iba pri Rajeckých Tepliciach (obr. 1).
- Voda z dolomitu vyviera ťažšie ako z vápenca, čo vysvetľuje pomerne malé množstvo vody, ale napriek tomu je pravdepodobné, že sa v hĺbke termálna voda pohybuje vo vápenci.
- Hladina plytkej podzemnej vody má vplyv na režim termálnej vody.

Na základe chemických rozborov a poznania geológie D. Andrusov predpokladá, že všetky látky obsiahnuté vo vode sú z hornín, v ktorých voda cirkuluje. Je to Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Al, Sr, Cl, PO_4, H_2SiO_3 a HCO_3 (viazaná kyselina uhličitá). Teplota pochádza zo známej vyššej teploty hornín v závislosti od geotermického stupňa. Teplota sa mohla zvýšiť aj na začiatku výstupu vody k povrchu pri poruche, kde spolu s vodou vystupovali aj plyny (CO_2). Mohlo to byť výrazné zvýšenie. Jahn obsah Cl, resp. NaCl odvodzuje z eocénnych usadenín (išlo by o látky zvyčajne sa vyskytujúce vo fosílnej ropnej vode). Ten istý autor predpokladal, že rádioaktívne látky sú hlbšieho pôvodu (zo žuly). SO_4 môže pochádzať z pyritu, ale nie je vylúčené, že je zo síranov z hlbších polôh. Napokon pôvod CO_2 a SO_3^{2-} vidí v postvulkanickej neogénnej činnosti.

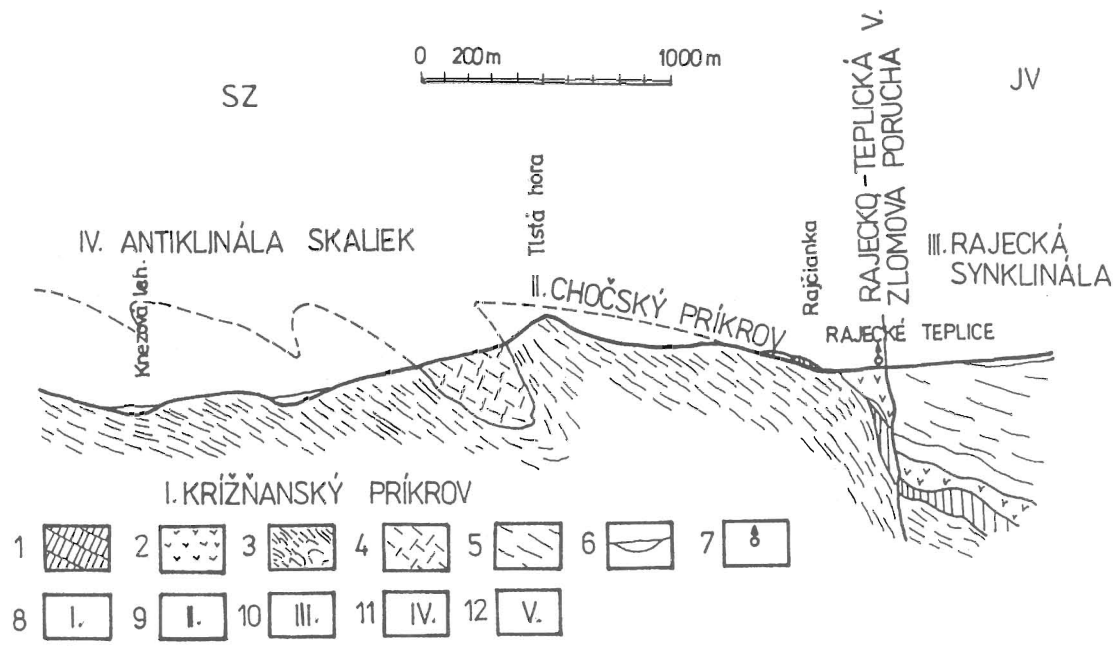
V závere D. Andrusov uvádza, že by sa teplejšia voda dala nájsť v hĺbke iba v prípade, keby sa aj v dovtedy navŕtanej maximálnej hĺbke miešala s plytkou podzemnou vodou. Dá sa však predpokladať, že teplota vody na dne vrtov je približne rovnaká ako vo väčšej hĺbke, takže ani hlbinný vrt nezachytí oveľa teplejšiu vodu.

V. Hydrogeológia plies, priehrad, tunelov a železníc

Problematikou plies sa D. Andrusov zaoberal v jednej, priehradami v piatich, tunelmi a železnicami v troch rukopisných správach.

1. Skalnaté pleso

Príčinu vysychania Skalnatého plesa hľadal D. Andrusov pozorovaním v teréne (Andrusov, 1953). Dno a brehy



Obr. 1. Priečny geologický rez vývervovou oblasťou rajeckých termálnych vôd (Andrusov, 1944). 1 - anis (vápenec), 2 - ladin (dolomit), 3 - titón-apt, 4 - alb, 5 - flyš Žilinskej a Rajeckej kotliny, 6 - štvrtohory, 7 - vývver termálnej vody, 8 - krížňanský príkrov, 9 - chočský príkrov, 10 - rajecká synklinála, 11 - antiklinála skaliek, 12 - rajecko-teplická zlomová porucha (na nej sú zatiahnuté šošovky dolomitu a vápenca).

plesa sú z morénových sedimentov. Jeho bezprostredný podklad tvorí moréna zložená z väčších a menších balvanov žuly spojených jemnejším pieskom a jemnými produktmi rozkladu živca. Priepustnosť je niekde malá a niekde je moréna úplne priepustná (v miestach, v ktorých je jemný materiál spomedzi balvanov vyplavený).

Morény a sutinové kužele v ľadovcovej doline pri plese sú rozsiahlym zdrojom podzemnej vody. Voda sa do nich dostáva z horských úbočí a väčšinou všetka do nich vsakuje. Len z „Cmitera" (ľadovcový kar nad plesom) tečie potok, ktorý z väčšej časti mizne v moréne a potom asi 500 m nad plesom vystupuje na povrch, po žulovom prahu tečie na povrchu asi 180 m a opäť mizne v moréne. Pri terénnej pochôdzke D. Andrusov odhadol jeho výdatnosť na 40 - 60 l/s.

Odtoku vody z plesa pri povrchu bráni menší múr (môstik). Keď je pleso plné, voda v nepatrnom množstve presakuje 10 - 30 m nad múrom cez priepustný podklad a pri nízkom stave sa stráca v strednej časti dna, kde vteká do široko otvorených priestorov. Na ploche asi 100 - 150 m^2 chýba humusovohlinitá vrstva. Pleso teda vysychá z geologických príčin (klimatické dôvody sú vylúčené). Humusovohlinitú vrstvu odstránila prívalová voda alebo zvýšenie tlaku vody na dno plesa po postavení múru na jeho konci (hlavnú príčinu nebolo možno určiť).

V závere správy D. Andrusov navrhuje:

- pozorovať kolísanie hladiny vody v Skalnatom, Zelenom a Žabom plese,
- zachytiť potok z „Cmitera" 500 m pod plesom v mieste vychádzania na povrch a bezprostredne nad plesom pri začiatku vodovodu a merať jeho výdatnosť,
- v mieste strácania sa vody v plese realizovať vrt hlboký 80 - 100 m, resp. 10 - 15 m do žulového podkladu,
- zvážiť finančné náklady na utesnenie plesa, ktoré nebude jednoduché.

2. *Vodné diela*

2.1. Dolné Kočkovce

V lokalite Dolné Kočkovce Andrusov a Hynie (1929) posúdili priepustnosť skalného podkladu. Bradlový vápenec, slieň a pieskovec sú ako celok nepriepustné. Pukliny, po ktorých môže voda presakovať, navrhli injektovať. Styčné plochy bradlového vápenca s obalovými horninami sú sprevádzané pásmom drvených a rozložených hornín, ktoré sú priepustné, a preto treba zmäknuté horniny do väčšej hĺbky vybrať a vzniknutú dutinu vybetónovať.

2.2. Rieka Revúca pod Liptovskou Osadou

Pri geologickom hodnotení projektu na využitie vodnej energie rieky Revúca D. Andrusov (1941) podal stručný opis hydrogeologických pomerov. Na ľavej strane pri úpätí svahu vyvierajú menšie pramene zo sutiny na nepriepustnom podloží. Sústava veľmi mohutných prameňov vyviera na úpätí svahu pod projektovanou elektrárňou na úpätí kopca Bukovina. Pramene vyvierajú druhotne z travertínu a vytvárajú na ňom vodopád. Pôvod vody sa nezistil. Výtok vody hlbšieho pôvodu sa očakával pri styku dolomitových krýh s vrstvami spodnej kriedy.

2.3. Horná Streda nad Váhom

Pri skúmaní základov projektovanej hydrocentrály D. Andrusov (1948) zistil, že sa pri hĺbení stavebnej jamy

objavia dve štrkové polohy. Horná siaha do hĺbky 13,70 m (na povrchu je hlina), mocnosť ílu 9 - 15,27 m a v dolnej je hrubý piesčitý štrk. D. Andrusov pokladal hornú polohu za rozhodne a dolnú za pravdepodobne vodonosnú.

2.4. Krpeľany - Sučany

D. Andrusov (1943) na základe tlakových skúšok vo vrtoch hodnotil vodotesnosť telies dolomitu v prvej správe dosť pesimisticky. Po skončení sondáže v (tab. 1) rokoch 1943 - 1944 dospel k záveru (Andrusov, 1951), že sa dolomit nevyznačuje veľkou priepustnosťou a tam, kde leží pod flyšom, má nepatrnú priepustnosť (menšiu ako 5 l). Priepustnosť dolomitu je niekedy pri povrchu väčšia. V niektorých prípadoch sa náhle a celkom nepravidelne zväčšuje, a to v prípadoch, keď sú v ňom rozdrvené pásma (dve z nich boli vo vrte č. 105 a 111).

3. Tunely a železnice

Otázkam súvisiacim s tunelmi a železnicami sa D. Andrusov venoval v piatich rukopisných správach.

3.1. Harmanecký tunel

O železnici Banská Bystrica - Diviaky pripravil D. Andrusov tri správy. Prvá (Andrusov, 1935) je o geologickom výskume územia, druhá (Andrusov, 1936) o podrobnom geologickom výskume vrcholového tunela a v tretej Andrusov (1936) opisuje sondy a výsledky sondovacích prác v celom území. Záruba a Menčl (1954) z týchto Andrusovových prác uvádzajú dva priečne a dva pozdĺžne rezy (jeden pred stavbou z roku 1936, dva po výstavbe z roku 1938) tunelom a časový priebeh odtoku vody z tunela. Kullman (1990) zas prebral pozdĺžny rez z roku 1938 a časový priebeh odtoku vody z tunela. To sú dôvody, pre ktoré uvádzame doteraz nepublikovanú prehľadnú mapu hydrogeologických pomerov z územia vrcholového tunela (obr. 2).

V študovanej oblasti je niekoľko hydrologicky dôležitých horizontov. Spodný je na báze krížňanského príkrovu. Telesá dolomitu a vápenca stredného triasu zvyčajne ležia na vrstvách verukána alebo na verfénskych bridliciach. Voda sa hromadí nad presunovou plochou a vyviera v prameňoch najmä v okolí Dolného Harmanca. Stredný, menší vodný horizont je vo vyšších vápencových obzoroch nad keuprom. Aj z neho vyvierajú pramene pri Dolnom Harmanci. Vrchný a najdôležitejší vodný horizont je na rozhraní krížňanského a chočského príkrovu. Telesá triasového vápenca a dolomitu chočského príkrovu ležia na sliepitých horninách neokómu. Vápenec je popretkávaný sústavou puklín a dolomit intenzívne drobne rozpukaný a prestúpený drvenými pásmami. Na styku s neokómom z nich vyvierajú výdatné pramene, napr. Biela voda (75 l/s). Pramene ďalej vyvierajú tam, kde sa na rozhraní obidvoch príkrovov vyskytujú šošovky dolomitu, ako aj na styku telies dolomitu s nadložnými vápencovými telesami (zmena povahy horniny). Mimoriadne výdatné pramene sú tam, kde presunová plocha tvorí menší synklinálny ohyb. V ňom sa hromadí voda zo širšieho okolia a vyviera v morfologicky najnižšom mieste. Niektoré pramene majú väčšiu výdatnosť, ako je ich zemepisná zberná oblasť, takže smerodajná je geologická oblasť.

Podľa charakteristiky pomerov sa najsilnejšie prítoky do tunela dajú očakávať na rozhraní obidvoch príkrovov, a to na spodku gutensteinských vápencov. Pretože pri razení tunel presunovú plochu viac raz prerazí, odvodní rozsiahlu plochu. Niektoré pramene (napr. Biela voda) sa zvedú do tunela a budú mať ešte väčšiu výdatnosť. Ďalšie prítoky budú z otvorených puklín v dolomite, a najmä z gutensteinských vápencov. Karbonáty sú veľkým rezervoárom podzemnej vody, ktorá je v nich nahromadená.

Na podrobnejšie hodnotenie hydrologických pomerov vrcholového tunela D. Andrusov zisťoval rozsah zbernej oblasti, výšku vodnej hladiny v sondách a výšku význačných prameňov, súvislosť podzemných vôd skúškami s fluoresceínom a množstvo vody, ktoré tunel zachytí (odhad).

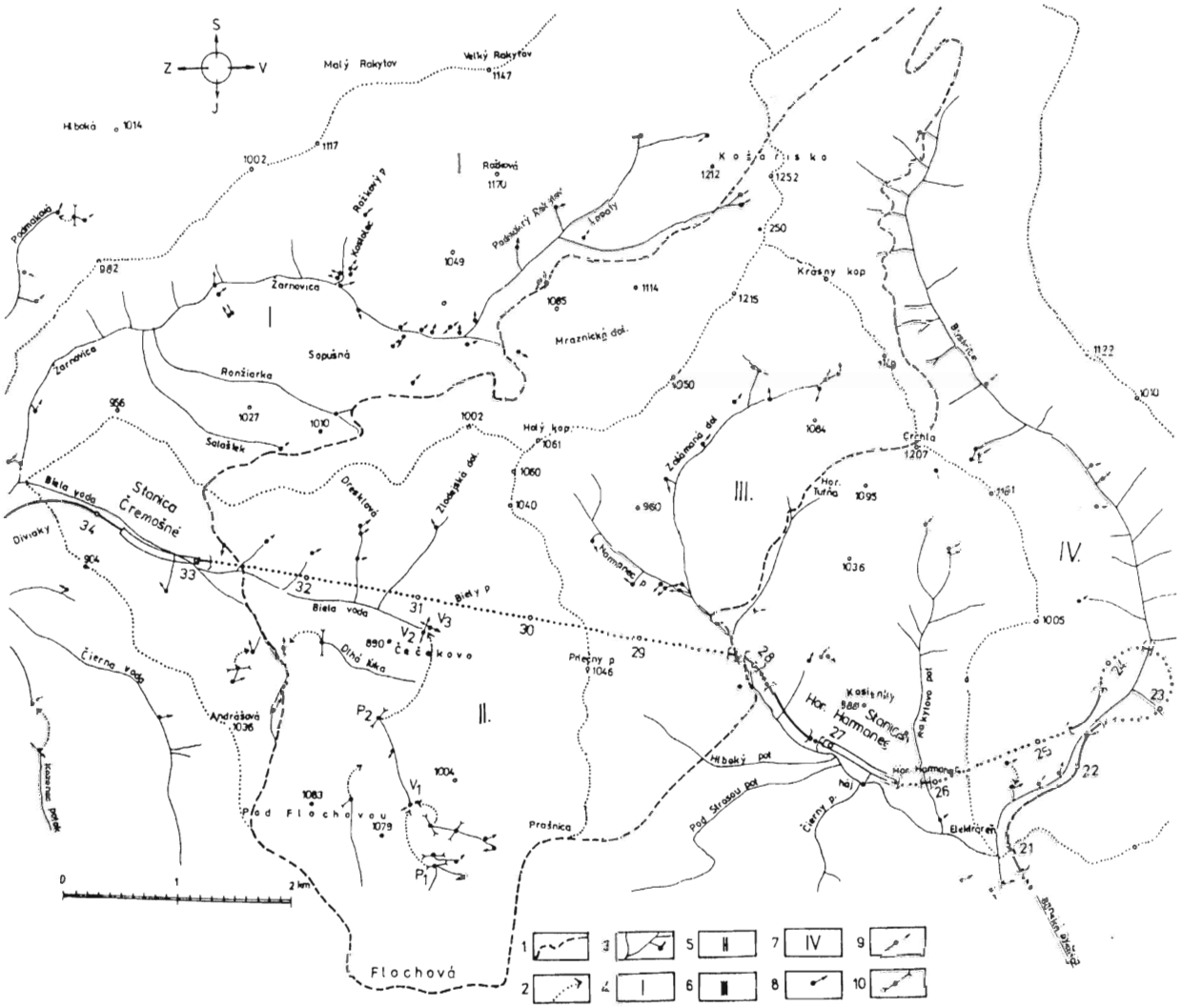
Hlavná časť geologickej zbernej oblasti zahŕňa široký synklinálny pruh medzi Žarnovickou a Túfňanskou dolinou (obr. 2). Oblasť je pretiahnutá v smere JZ-SV, t.j. rovnobežne so smerom miernych vrás. Do tunela vnikne voda len z tohto synklinálneho koryta, pretože ďalšie sú oddelené antiklinálami neokómu.

V sonde č. VI, VII a IX s pribúdajúcou hĺbkou voda stúpala na vyššiu kótu, prípadne z nich vytekala. V sonde č. IX vystúpila až 6 m nad terén a v hĺbke 96 m z vrtu vytekalo 140 l/min. Zo zistení vyplynulo, že tak telesá gutensteinského vápenca, ako aj dolomitu do istej výšky napája puklinová voda. Voda v telesách vápenca ležiacich v synklinálnych depresiách má napätú hladinu a pretláča sa do nadložných telies dolomitu. Výver Bielej vody je na kóte 754 m a pramene Harmaneckého potoka sú na kótach 740 - 760 m.

Skúšky s fluoresceínom sa robili v prameňoch pod Flochovou na dvoch miestach (obr. 2), a to na ponore P_1 a P_2 a vývere V_1 a V_2 (tab. 2). Ponory sú v rozpukanom dolomite, ale predpokladala sa súvislosť s gutensteinským vápencom, ktorý v blízkosti vystupuje na povrch. Voda sa ponára do význačných puklín smeru S - J so sklonom 50 - 70° na V. Farbiace skúšky potvrdili, že voda netečie priamo, ale zložitým systémom puklín a väčšími podzemnými priestormi.

Geologická plocha povodia tunela má 26 km^2. Pri odhade množstva vody, ktoré mal zachytiť tunel, sa nerešpektovalo tretinové pravidlo, ktoré hovorí, že sa jedna tretina zrážok vyparí, druhá odtečie a tretia vsiakne. Do úvahy sa vzal klimatický ráz oblasti, orografické pomery a druh porastu, a tak sa prisúdil 40 % výparu, 20 % odtoku a 40 % vsaku. Priemerný ročný úhrn zrážok za roky 1932 - 1934 bol 1000 mm, a tak na vsak pripadalo asi 330 l/s, čo je súčasne priemerný odtok z tunela. D. Andrusov predpokladal, že prítok do tunela nebude rovnomerný, a to z telies dolomitu malý a rozptýlený a z gutensteinského vápenca na presunovej príkrovovej ploche veľký a sústredený.

Podľa D. Andrusova sa z ekologického hľadiska hydrologické pomery územia po prerazení tunela zmenia.



Obr. 2. Prehľadná mapa hydrologických pomerov vrchlového tunela Harmanec (Andrusov a Záruba, 1937). 1 - rozsah geologickej zbernej oblasti podzemných vôd vrchlového tunela, 2 - smer podzemných vodných tokov, 3 - povrchové vodné toky, 4 - 7 - geografické povodia: 4 - Žarnovice, 5 - Bielej vody, 6 - Harmaneckého potoka, 7 - Bystrice, 8 - výdatnejšie pramene, 9 - vývery, 10 - ponory.

Harmanecká rampa tunela mala odviesť viac vody, ako dnes odteká do Harmaneckého potoka, odviesť Bielu vodu.

3.2. Kraľoviansky tunel

V správe o geologickom výskume Andrusov (1940) hodnotil aj možnosti prítokov do tunela. Pri opise hornín zo Z na V uvádza, že horniny spodnej kriedy treba pokladať za nepriepustné. Na príkrovovej ploche medzi gutensteinskými vápencami chočského príkrovu budú horniny kriedy značne porušené. Celé dolomitové územie v blízkosti tunela je aj za dažďa suché, alebo všetky zrážky do dolomitu vsakujú. Zberná oblasť tunela je malá. Z telies vápenca, ako aj dolomitu bude istý čas z drobných koncentrovaných prítokov po puklinách kvapkať voda.

3.3. Revúca - Tisovec

V správe o geologickom výskume územia Andrusov (1940) poukázal na podzemné vody kryštalinika, triasových bridlíc, vápencov a dolomitov a pokryvných útvarov.

V kryštaliniku sa môže voda hromadiť pri povrchu vo zvetraninách a puklinách. Hlbšie by mohla byť len v mohutnejších puklinách a v tektonicky intenzívne rozdrvených pásmach.

Triasové verfénske vrstvy sú pre vodu celkom nepriepustné. Mohutným zdrojom podzemnej vody sú telesá wettersteinského vápenca. Tvoria tabuľu mierne sklonenú na JV, ktorá na S leží na kryštalických bridliciach a na J je s nimi alebo so šošovkami verfénskych vrstiev v tektonickom styku. Voda po nepriepustnom podloží steká a vyviera na tektonickom styku pri muránskej línii, príp. na styku telies vápenca s verfénskymi vrstvami. Všetky

Tab. 1
Tlakové vodné skúšky vo vrte č. 13

Hĺbka (m)	Hornina	Hltnosť (l. min.$^{-1}$/10 kg.cm^{-2})
13 - 23	vápenec, brekcia, vápenec, slienitý vápenec	14,0
23 - 32	70 % slienitý vápenec, 30 % slieň	0,30
32 - 42	40 % slienitý vápenec, 60 % slieň	0,30
42 - 52	40 % slienitý vápenec, 60 % slieň	0,55
52 - 62	40 % slienitý vápenec, 60 % slieň	0,62

Tab. 2
Skúšky s fluoresceínom

Ponor P	Výver V	Vzdialenosť P - V (m)	Čas (hod) odch. - prích.	Čas (hod) od P po V	Dátum
P_1 140 l/s	V_1 140 l/s	600	10,0 - 14,44	4,44	31.5.1936
P_2 140 l/s ko 813 m	V_2 140 l/s ko 754 m	875	10,30 - 14,10	3,40	17.4.1936

pramene vyvierajú z wettersteinského vápenca v dvoch skupinách, a to

1. skupina - proti km 10 najsevernejší výver 150 - 200 l/s,
- proti km 11 druhý výver 150 l/s,
- proti km 14,5 ďalšie pramene
2. skupina - pri km 15,20 - 15,35 má viac prameňov dovedna 2 l/s.

Zo skúsenosti je známe, že dolomit (drobné husté pukliny) sa správa inak ako vápenec (väčšie pukliny, krasové útvary). V údolí Furmanského potoka asi 200 m od trate vyviera z dolomitu menší prameň.

Z pokryvových útvarov je pre vodu viac-menej priepustný aluviálny štrk a piesok, terasový štrk v okolí Tisovca, ako aj hlina a sutina s nepriepustným podložím.

V tuneli môžu byť malé prítoky z dolomitu, pretože tunelová rúra je vyrazená uprostred neho dosť vysoko nad nepriepustnými telesami ruly.

VI. Záver

Podľa množstva a kvality práce, ktorú D. Andrusov v podzemných vodách v rokoch 1929 - 1953 vykonal, možno konštatovať, že bol v tom čase výborným hydrogeológom, a to preto, lebo:

- bol nielen vynikajúcim geológom teoretikom, ale aj praktikom;
- všetky svoje stanoviská ku konkrétnym úlohám opieral o vlastné geologické mapovanie a mapy; ak sa aj opieral o geologické mapy iných geológov, hydrogeologické terénne práce vykonal sám,
- bol vynikajúcim pozorovateľom hydrogeologických javov v teréne;
- v správach o praktických problémoch vždy uvádzal konkrétne odporúčania a návrhy.

Spomenuté vlastnosti umožnili D. Andrusovovi podať základnú hydrogeologickú charakteristiku prakticky všetkých útvarov na Slovensku, a to nielen vo vzťahu k zvodneniu hornín, a tým aj k akumulácii podzemnej vody, ale aj k povrchovému odtoku. Najmä v triasových karbonátoch mu umožnili poznať rozdiel medzi hydrogeologickým charakterom priepustnosti vápenca (puklinovo-krasová) a dolomitu (puklinová) a súvislosť podzemných vôd (skúšky fluoresceínom). Veľmi presne spoznal, na aké litologicko-stratigrafické (napr. spodný trias - stredný trias) a tektonicko-stratigrafické (presunové plochy neokóm - stredný trias) rozhranie sa viažu vývery prameňov. Veľmi významný poznatok sa týka nesúhlasu medzi geografickým a geologickým povodím prameňov, ako aj konkrétneho diela (Harmanecký tunel).

Z preštudovaných správ a publikácií uvádzame aspoň dva vynikajúce poznatky trvalej platnosti. Prvý sa týka Rajeckých Teplíc a druhý Harmaneckého tunela.

Jeho predstava o výverovej oblasti termálnej vody v Rajeckých Tepliciach platí dodnes. Výstup termálnej vody z hĺbky na povrch umožňujú šošovky dolomitu a vápenca, ktoré sú pri rajecko-teplickom zlome zatiahnuté do hĺbky a spájajú kryhy týchto hornín na povrchu s kryhami v hĺbke. Dodávame, že inak by termálna voda na tomto zlome nemohla vyvierať, lebo by bol utesnený stykom paleogénu s mezozoikom (napr. Bojnice, Lúčky). Na druhej strane spresňujeme Andrusovov náhľad o pravdepodobnom pohybe termálnej vody v hĺbke v telesách vápenca v tom zmysle, že sa voda pohybuje prevažne v telesách dolomitu. Svedčí o tom koeficient rMg/Ca s hodnotou 0,72 (Franko et al., 1975).

Andrusovov odhad množstva vody, ktoré zachycuje Harmanecký tunel, je neuveriteľne jedinečný. Priemerný prítok vody do tunela v množstve 330 l/s, vypočítaný zo zrážok za roky 1932 - 1934, má v porovnaní s priemerným odtokom 344 l/s v hydrologických rokoch 1971-1980 (Kullman, 1990), 96-percentnú presnosť. Potvrdili sa aj Andrusovove predpovede o rozložení prítokov do tunela.

Literatúra

Andrusov, D. & Hynie, O., 1929: Konečný geologický posudok o základovej pôde (skalnom podklade) projektovaného zdymadla a jímacieho zariadenia vo Váhu u Dolných Kočkoviec. *Manuskript - Geofond Bratislava, 1 - 11.*

Andrusov, D., Hynie, O. & Matejka, A., 1930: Geologický posudek ku generelnímu projektu úpravy řeky Váhu v trati Žilina - Komárno. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 1 - 55.*

Andrusov, D., 1933: Geologický posudek o flyšovém území jihozápadne od Turzovky na Slovensku s ohledem na pravděpodobnost naftových výskytů. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 1 - 17*

Andrusov, D., 1933: Vyjádření o geologických poměrech kotliny řeky Turce, vypracované za účelem řešení otázky vodovodu pro město Turčiansky Svätý Martin. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 9.*

Andrusov, D., 1935: Zpráva o geologickem výzkumu území projektované hlavní dráhy Banská Bystrica - Diviaky. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 72.*

Andrusov, D., 1936: Zpráva o podrobném geologickém výzkumu úze-

mí vrcholového tunelu, projektované hlavní dráhy Banská Bystrica - Diviaky. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 27.*

Andrusov, D., 1936: Hlavní dráha Banská Bystrica - Diviaky. Popis sond a výsledky sondovacích prací. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 60.*

Andrusov, D., 1937: Zápisnica. Stavba obecného vodovodu vo Veľkej Bytči. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 7.*

Andrusov, D., 1940: Správa o zdrojoch podzemnej vody pre zásobovanie mesta Prešova. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 13.*

Andrusov, D., 1940: Zápisnica napísaná dňa 4. júla 1940 na obecnom úrade v Novom Meste nad Váhom za prítomnosti dolupodpísaných. *Manuskript - Geofond Bratislava, 1 - 10.*

Andrusov, D., 1940: Správa o geologickom výskume projektovaného dvojkoľajného tunela pri Kraľovanoch. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 31.*

Andrusov, D., 1940: Správa o geologickom výskume územia projektovanej hlavnej železnice Revúca - Tisovec. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 59.*

Andrusov, D., 1941: Geologické odôvodnenie vymedzenia ochranného pásma pre minerálne pramene bojnických kúpeľov(s jednou geologickou. mapou a s 1 mapou ochranného pásma). *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 1 - 13.*

Andrusov, D., 1941: Predbežné geologické posúdenie projektu využitia energie na rieke Revúcej pod Liptovskou Osadou. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 20.*

Andrusov, D., 1943: Geológia a výskyty nerastných surovín Slovenska *(in Slovenská Vlastiveda I Bratislava), 11 - 79.*

Andrusov, D., 1943: Technická správa o vrtbe č. 13. Tvorba - stavebná účastinná spoločnosť, prípravné práce pre vodné dielo na Váhu v Kraľovanoch. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 1 - 2.*

Andrusov, D., 1940-1943: Solivar (Korešpondencia). *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 8 dopisov.*

Andrusov, D. & Kuthan, M., 1944: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska. List Žilina (4361/2) v mierke 1:25 000. *Práce Štátneho geologického ústavu, zošit 10, Bratislava, 1 - 196.*

Andrusov, D., 1948: Zpráva o vyšetření základov projektovanej hydrocentrály v Hornej Strede nad Váhom. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 1 - 4.*

Andrusov, D., 1950: Správa Prof. Dr. D. Andrusova o niektorých minerálnych prameňoch juhovýchodného Slovenska. *Manuskript - archív Geofond Bratislava, 1 - 3.*

Andrusov, D., 1951: Vodné dielo na Váhu Krpeľany - Sučany. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 1 - 4.*

Andrusov, D., 1953: Správa o výsledku geologického šetrenia príčin vysýchania Skalnatého plesa. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava, 1 - 5.*

Franko, O., Gazda, S. & Michalíček, M., 1975: Tvorba a klasifikácia minerálnych vôd Západných Karpát. *GÚDŠ Bratislava, 7 - 230 (v slovenčine a angličtine).*

Franko, O., 1988: Porovnanie hydrogeologických poznatkov o minerálnych vodách Slovenska v minulosti s dnešnými. *IGHP Žilina, 19 - 34.*

Kullman, E., 1990: Krasovo-puklinové vody. *GÚDŠ Bratislava, 5 - 184.*

Záruba, O. & Mencl, V., 1954: Inženýrská geologie. *Praha, 5 - 425.*

Mineralia Slovaca, 29 (19987), 475 - 476

Profesor Dimitrij Andrusov a vývoj aplikovanej geológie na Slovensku

MILAN MATULA

Jamnického 6, 841 05 Bratislava

(Doručené jún, 1997)

Abstract

Profesor Dimitrij Andrusov (1897 - 1976), the founder of modern geology in Slovakia, since thirties to fifties strongly influenced the developmen t of applied geology oriented to engineering construction, as well as the investigation of ground water and mineral resources. His activities in this field are described and appreciated here at the occasion of 100-th anniversary since his birth.

Potreba údajov o geologických podmienkach projektovaných stavieb sa začala systematickejšie prejavovať už v polovici 19. stor. najmä v hornatých regiónoch. Čoraz náročnejšie stavby ciest, železníc, tunelov a údolných priehrad predstavovali drastický zásah do prírodného geologického prostredia, ktorého negatívne reakcie často viedli k porušeniu stability horninových más, k poškodeniu, ba i zničeniu stavieb, k neočakávaným škodám na majetku i životoch.

Investori a stavitelia začali postupne žiadať odborné posudky a vyjadrenia významných geológov objasňujúce nielen geologické pomery staveníska, ale aj (často z alibizmu!) navrhujúce podmienky bezpečného a účelného budovania technických diel. Takáto prax sa stala bežnou napr. vo Švajčiarsku, Francúzsku a v iných alpských krajinách, kde sú mnohé známe tunely a priehrady úzko späté aj s menami slávnych geológov, ktorí svoje teoretické geologické poznatky radi aplikovali na rozličné účely inžinierskej praxe, ale v neposlednom rade pri stavebných tunelovacích alebo odkrývacích prácach získavali rukolapné údaje o geologickej stavbe územia (napr. M. Lugeon pre teórie o geologickej príkrovovej stavbe).

Takáto situácia v aplikovanej geológii v podstate bola aj v čase pražských štúdií mladého D. Andrusova v prvej ČSR, kde bol od roku 1923 jeho učiteľom a potom aj vedúcim Radim Kettner, profesor geológie na Českom učení technickom a od roku 1929 na Karlovej univerzite. V tých časoch sa v Štátnom geologickom ústave a na Prírodovedeckej fakulte KU sústreďovali nie veľmi početné kapacity geologických odborníkov, sem tiež smerovali stále sa množiace požiadavky stavebných investorov a firiem na geologické posudky pre najrozmanitejšie stavby. Popri základnom geologickom výskume Západných Karpát sa na takýchto odborných expertízach pod vedením starších kolegov a neskôr aj sám - už ako asistent a docent KU - zúčastňoval aj D. Andrusov.

Práce boli orientované najmä na hodnotenie geologických pomerov projektovaných vodných diel vážskej kaskády, napr. kanála a hydrocentrály Dolné Kočkovce - Ladce (1928 - 1929), úseku Trenčín - Horná Streda (1929 - 1931) alebo projektu využitia vodnej energie Popradu v úseku Stará Ľubovňa - Mníšek nad Popradom. V 30. rokoch D. Andrusov úzko spolupracoval s Quidom Zárubom na príprave výstavby železnice Zlaté Moravce - Zbehy, ale najmä vrcholového harmaneckého tunela na železničnej trati Banská Bystrica - Diviaky (1935 - 1939). Priam učebnicovým príkladom sa stali výsledky ich spolupráce, keď sa po vyrazení tohto nášho najdlhšieho tunela (4690 m) obdivuhodne potvrdili geologickoštruktúrne predpoklady, ktoré autori vopred zobrazili v geologických profiloch. D. Andrusov tu zároveň získal ďalší presvedčivý doklad o príkrovovej stavbe Západných Karpát. V dlhom zozname prác z tohto obdobia sú aj posudky pre výstavbu vodovodu v Turčianskom Svätom Martine (1933), Nitre (1935) a vo Veľkej Bytči (1937), štúdie o minerálnych prameňoch jv. Slovenska, o zosuvoch na Orave (1931 - 1936), hodnotenie stability podložia Oravského zámku (1936) atď.

Fakt, že geologický výskum, ako aj intenzívnu spoluprácu pri posudzovaní rozličných stavebných diel vykonával D. Andrusov na Slovensku, zrejme zohrala značnú úlohu pri jeho vymenovaní za profesora geológie novozaloženej Slovenskej vysokej školy technickej v Košiciach roku 1938. Po počiatočných peripetiách s jej evakuáciou do Martina a po presťahovaní do Bratislavy na jeseň 1939 začal profesor D. Andrusov sústavne prednášať geológiu študentom stavebného, lesného a poľnohospodárskeho inžinierstva, ako aj praktickú geológiu pre inžinierske staviteľstvo. K prednáškam napísal skriptá a vytvoril bohaté zbierky hornín aj vzorových geologických posudkov na praktické cvičenia. Geologický ústav SVŠT na Vazovovej ulici sa postupne rozrastal a vďaka obetavosti a odborným kontaktom jeho prednostu získaval úroveň európskych škôl. Od roku 1940 sem začali chodiť aj študenti novovzniknutej Prírodovedeckej fakulty Slovenskej univerzity, na ktorej D. Andrusova vymenovali za profesora a prednostu ústavu geológie a paleontológie. Ale sídlo aj ťažisko jeho práce zostávalo na SVŠT.

Situácia počas vojnových rokov 1939 - 1945 bola nepriaznivá. na rozvíjanie nového vedného odboru a budovanie pracovísk (okrem SVŠT a SU aj novozriadeného Štátneho geologického ústavu, tiež vedeného D. Andrusovom), ako aj na výchovu mladých geológov Izolovanosť od sveta, ťažkosti pri zaobstarávaní svetovej literatúry a zahraničných prístrojov, obmedzené osobné kontakty so zahraničnými odborníkmi (vrátane českých) - to všetko sa muselo prekonávať iba veľkým úsilím a nadšenou cieľavedomou prácou profesora D. Andrusova a postupne sa rozširujúceho kolektívu jeho mladých spolupracovníkov (M. Kuthan, M. Maheľ, O. Fusán ai.).

V tých rokoch bol prof. D. Andrusov jediným vysokokvalifikovaným a renomovaným geológom na Slovensku. Popri vysokej angažovanosti v budovaní nových pracovísk a výchove geológov mu nezostával čas na systematický regionálny výskum. K nemu smerovali všetky požiadavky o spoluprácu v oblasti praktickej aplikovanej geológie. Ako profesora SVŠT ho pozývali k riešeniu takmer všetkých významnejších projektov výstavby. Medzi najvýznamnejšie z nich patrila Oravská priehrada. Na riešení problémov jej zakladania vo flyšovom podklade sa intenzívne zúčastňoval v rokoch 1940 - 1946. Svedčia o tom desiatky posudkov a odporúčaní, v ktorých D. Andrusov uplatnil nielen svoje poznatky o geologických pomeroch Oravy, ale aj špeciálne vedomosti získané z budovania betónových priehrad vo Francúzsku a Švajčiarsku, ktoré vynikajúco opísal jeho učiteľ a priateľ M. Lugeon najmä v diele Barrages et Géologie (1933).

V oblasti hydrotechnickej výstavby pokračoval prof. D. Andrusov v spolupráci na projektovaní kanálových hydrocentrál na Váhu, napr. hydrocentrály Ilava (1940) a stupňov Trenčín - Horná Streda, ale posudzoval aj nové priehradové miesta pri Kraľovanoch (1943 - 1945) ai. Hodnotil aj geologické pomery pre stavbu vodovodov v Piešťanoch (1940) a v Prešove (1940), kúpeľných zariadení a ochranných pásiem kúpeľov v Bojniciach (1941), na Sliači (1942) ai. Veľa pozornosti venoval výstavbe železníc a tunelov. Posudzoval napr. geologické pomery dvojkoľajového tunela pri Kraľovanoch (1940), projektu železnice Revúca - Tisovec (1940), Prešov - Strážske (1940), Slavošovce - Chyžnianska Voda (1941), Dúbrava - Banská Štiavnica (1942), Brezová pod Bradlom - Myjava (1942). Vypracoval odporúčania na ťažbu kameňa pre vápenku pri Sedličnej (1939), stavebného kameňa v Dúbravke (1942) ai.

Úroveň spomenutých posudkov bola, prirodzene, poplatná času, keď u nás nebolo geológov špecializovaných na riešenie interakcií medzi stavbou a geologickým podkladom, keď sami inžinieri často nevedeli, čo majú od geológov požadovať, a keď na Slovensku nebolo jedinej vrtnej súpravy na jadro. Posudky boli založené najmä na geológovej skúsenosti a intuícii, obsahovali hlavne opis stratigrafickolitologického charakteru horninového podkladu a jeho tektonického porušenia, a tak boli pre inži-nierov iba málo informatívnym východiskom pri projektových výpočtoch. Takáto situácia v podstate pretrvávala ešte aj v niekoľkých povojnových rokoch a začala sa meniť až v polovici 50. rokov.

Po vojne sa rozbehla stavebná rekonštrukcia zničených železníc, mostov, tunelov a priemyslových objektov a začala sa etapa ambicióznych projektov investičnej výstavby. Vysoké tempo sa požadovalo najmä v hydroenergetickej výstavbe, ako aj v zabezpečovaní nerastných surovín na industrializáciu Slovenska.

Profesor D. Andrusov už aj s viacerými svojimi odchovancami pracujúcimi v obidvoch vysokoškolských ústavoch, a najmä v Štátnom geologickom ústave vypracúvali posudky a štúdie pre budovanie množstva stavieb a rôznych investičných zámerov. Patrili medzi ne najmä ďalšie posudky súvisiace s výstavbou Oravskej priehrady, viaceré štúdie možností vybudovať vodné nádrže na Slovensku (1948 - 1949), hodnotenie geologických pomerov nových navrhovaných priehradových miest (napr. Tužina, Dubnička, Topoľčianky, Obyce, 1950 - 1955), posudky pre výstavbu priehrady Krpeľany (1951) a Liptovská Mara (1953). Pri plánoch rekonštrukcie a výstavby miest a nových sídlisk sa začali vyžadovať tzv. urbanisticko-geologické posudky (napr. Trenčín 1946, Modrý Kameň 1951), ako aj komplexnejšie štúdie geologických predpokladov rozvoja miest (napr. Veľkej Bratislavy 1946).

Prof. D. Andrusov v rovnakom čase plnil veľmi náročné úlohy aj v druhej oblasti aplikovanej geológie - pri zabezpečovaní nerastných surovín. Pod jeho vedením a v úzkej spolupráci s poprednými českými geológmi vykonávala už solídne sformovaná mladá „slovenská geologická škola" rozsiahlu inventarizáciu ložísk nerastov, náročný výskum na vyhľadávanie nových rudných aj nerudných ložísk, najmä neogénnych ložísk uhlia (spolu s V. Čechovičom). Veľkým prínosom pre hospodárstvo mali práce prof. D. Andrusova pri zabezpečovaní rôzneho stavebného a dekoračného kameňa.

V povojnovom období nerástli iba požiadavky na spoluprácu s praxou pri investičnej výstavbe, ale aj na vyššiu špecializovanosť a úroveň takejto spolupráce. Inžinieri kládli geológom stále konkrétnejšie a náročnejšie otázky. Na rozdiel od stavu vojnovej izolovanosti sa aj k inžinierom, aj ku geológom dostávala zahraničná literatúra o špecifických a rastúcich nárokoch na riešenie úloh správneho „osadzovania" stavieb do geologického prostredia. Nastupovala mechanika zemín a laboratóriá poskytujúce exaktnejšie kvantitatívne charakteristiky základovej pôdy. Rozširovali sa parky modernejšej vrtnej a inej prieskumnej techniky s presnejším „pohľadom" do hĺbky základovej pôdy. Vznikali nové organizácie špecializované na vrtný prieskum a stavebnú geológiu.

Roku 1952 nastal významný obrat vo výchove špecialistov. Včlenením dovtedajšieho geologického ústavu SVŠT do novej Fakulty geologicko-geografických vied v rámci Slovenskej univerzity vznikla katedra inžinierskej geológie. Jej prvým vedúcim - hoci len krátko - bol prof. D. Andrusov, ktorý sa sám musel vyrovnávať s novým trendom v odbore a zodpovedne naň reagovať. A práve tu sa prejavila jeho pohotovosť i novátorská povaha. Medzi prvými podporil nový odbor a sám sa o jeho rozvoj zaslúžil. Intenzívne študoval novú zahraničnú (najmä sovietsku) inžinierskogeologickú literatúru, napísal nové skriptá pre študentov stavebného inžinierstva (Geológia II. Inžinierska geológia, 1952. 180 s.). V inžinierskej geológii vyškolil prvých vedeckých ašpirantov (M. Matulu, 1951 - 1954 a A. Nemčoka, 1953 - 1956).

Na základe vlastných bohatých skúseností, ako aj vďaka štúdiu novej odbornej literatúry dospel profesor D. Andrusov k pozoruhodným záverom, ktoré už roku 1953 zhrnul vo verejnej prednáške o význame inžinierskej geológie. Citujeme z nej niektoré myšlienky:

„V ČSR sa stavebná geológia začala dosť úspešne vyvíjať už za prvej republiky, avšak väčší dopyt po spolupráci s geológmi vznikol až v ostatnom čase v súvislosti s veľkolepým plánom využitia vodnej energie. Naše stavebné kruhy pochopili význam geológie, takže dnes v širokej miere používajú jej služby ... Spolupráca s geológom sa ukazuje ako nevyhnutná pri projektovaní a zakladaní stavieb najrôznejšieho druhu. Najväčší význam však geológia má pri uskutočňovaní inžinierskych stavieb mimoriadneho rázu a rozsahu, akými sú napr. stavby železníc a diaľníc, tunelov, stavby na využitie vodnej energie, priehrad a hydrocentrál."

„Pravda, staršie pokolenie geológov sa nie vždy vie orientovať správnym smerom, pretože nemá náležitú matematickomechanickú všeobecnú prípravu. Dnes by bolo žiaduce, aby mal stavebný geológ nielen prírodovedecké vzdelanie, ale aby bol aj stavebným inžinierom."

„V minulosti sa zabúdalo na nevyhnutnosť trvalej spolupráce. Geológa často žiadali o spoluprácu len vtedy, keď vznikli isté ťažkosti a od geológov sa požadovalo, aby stav napravili ... Je žiaduce, aby jeden geológ alebo jeden kolektív geológov spolupracoval pri uskutočňovaní istého projektu od začiatku do konca. U nás sa zvyčajne robí pravý opak. Na spoluprácu sa privolá istý geológ, ktorý urobí posudok a navrhne isté výskumné práce. Tie sa nevykonajú, ale na ďalšie konzultácie sa vezme iný geológ atď. Nosice a iné priehrady sú toho príkladom ... Keď stavebné orgány volajú do spolupráce istého geológa, musia mu dôverovať, a preto nie je prípustné, aby jeho požiadavky sond, vrtov, štôní neplnili."

Prof. D. Andrusov zdôrazňoval aj potrebu všestrannejšieho geologického výskumu a geologického mapovania širokej záujmovej oblasti diela, čo stavebné kruhy v minulosti veľmi neuznávali. Zdôvodňoval nevyhnutnosť úzkej spolupráce s pôdnou mechanikou a geofyzikou, ktoré však nemôžu geológia nahradiť. Záverom pripomína, že na geológii a výskumných prácach pred stavbou šetriť nemožno, pretože čo sa tam utratí, pri hladkej výstavbe sa trojnásobne znova získa.

Od polovice 50. rokov sa prof. D. Andrusov inžinierskou geológiou už nezaoberal a všetky úlohy v tejto oblasti, vrátane výučby, výskumu aj vedenia katedry inžinierskej geológie, preniesol na svojich žiakov, ktorí aj vďaka jemu získali kvalitné špecializované vzdelanie. Sám sa čoraz plnšie a sústredenejšie venoval témam jeho srdcu najbližším, vedeckému rozpracúvaniu otázok stratigrafie, paleontológie a tektonickej stavby Západných Karpát.

Slovenskí inžinierski geológovia budú k nezabudnuteľnej osobnosti a obdivuhodnému dielu profesora Dimitrija Andrusova vždy prechovávať úctu a vďačnosť.

GeoVestník

Informačný spravodajca pre geológiu, baníctvo, úpravníctvo a životné prostredie

Príloha časopisu Mineralia Slovaca, roč. 29, č. 6

Obsah

Možnosti využitia horninového materiálu vyťaženého pri razení tunelov 1
Výstava INTERSTONE 4
Skládky odpadu v prírodnom prostredí 5
Mapy radónového rizika mestskej aglomerácie Bratislavy a Košíc 8
Georgius Agricola a zvláštne vody na Slovensku 11
Geovedné vzdelávanie na základných a stredných školách a príprava učiteľov geologického zamerania 14
Spravodajca Asociácie geológov Slovenska 16
Kronika 17
Terminológia zlepencových klastov 27
Plán odborných akcií SGS 28
Jubileá členov SGS v roku 1998 30

Možnosti využitia horninového materiálu vyťaženého pri razení tunelov

Ján Zuberec

Geologická služba SR, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

Úvod

Na dobudovanie diaľnice spojením už jestvujúcich úsekov do súvislého ťahu bude treba na Slovensku vyraziť tunely v dĺžke 26 954 m (podľa variantu 29 094 m).

Tunely sú vlastne veľkoprofilové horizontálne banské diela, ktoré sa zvyčajne razia z dvoch koncových bodov prekonávanej morfologickej prekážky.

Pri vyrazení tunelov sa v závislosti od ich situovania a geologickej stavby prekonávajú rozličné litologické typy hornín, a to od kvartérnych svahových sedimentov až po horniny kryštalinika.

Pri razení niekoľko kilometrov dlhého tunela na cestnú komunikáciu sa vyprodukuje množstvo horninového materiálu zodpovedajúce prerážaným geologickým komplexom.

Materiál má v závislosti od petrografického charakteru hornín, stupňa zvetrania, premeny a tektonického porušenia geologického súboru hornín rozličné fyzikálno-mechanické vlastnosti.

Keďže sa v ostatných desaťročiach na Slovensku napostavil nijaký cestný tunel, a tak praktické domáce skúsenosti chýbajú, je namieste otázka, aký negatívny vplyv na prírodné prostredie môže mať výstavbu na obidva koncové body (ústia) tunela a ako ho možno znížiť. Do úvahy prichádza využitie vyťaženého horninového materiálu pri výstavbe telesa diaľnice v úsekoch nadväzujúcich na ústia tunela, ktoré načrtla štúdia Inventarizácia stavebných nerastných surovín v trase projektovanej diaľnice, ktorú vypracovala v septembri 1996 Geologická služba SR Bratislava.

Možné petrografické typy hornín vyťažené pri budovaní tunela a možnosti ich využitia pri výstavbe cestnej siete

Pri razení tunelov sa možno stretnúť s rozličnými typmi hornín. Do úvahy prichádza hlina, zahlinené a zaílované horniny, andezit, vápenec, dolomit, zlepenec, pieskovec, bridlica, droba, arkóza, kremenec, melafýry, amfibolity, svory, fylity, rula, migmatity a granitoidné horniny. Každá má špecifické fyzikálno-mechanické vlastnosti a tie určujú možnosti jej využitia pri výstavbe diaľnic alebo iných druhov ciest.

Vybrané litologické typy hornín možno kvalitatívne hodnotiť z hľadiska potrieb a možnosti použiť ich ako stavebné suroviny do telesa diaľnice.

Hlina, zahlinený a zaílovaný vápenec, dolomit a iné zaílované tvrdé horniny, ako aj tektonicky porušená, zvetraná, rozložená bridlica, rozpadavý pieskovec a zlepenec sa dajú použiť iba ako násypový materiál, ale aj to iba ak majú vyhovujúce vlastnosti, najmä priaznivé hodnoty plasticity, zhutniteľnosti, únosnosti, priepustnosti a šmykovej pevnosti. Pri rozpadavých horninách (dolomit, pieskovec, ílovec, bridlica, zlepenec) je dôležitým kritériom aj relatívna súdržnosť zeminy.

Do podkladových vrstiev diaľnice a iných druhov vozoviek sú vhodné rozličné petrografické typy, ako sú granitoidy, amfibolity, kremenec, andezit, pevný pieskovec, melafýry a iné tvrdé horniny. Ide o hrubšie frakcie (32 - 63 mm). Ak sa pri razení tunela vyťažia balvany, treba počítať s úpravou horniny.

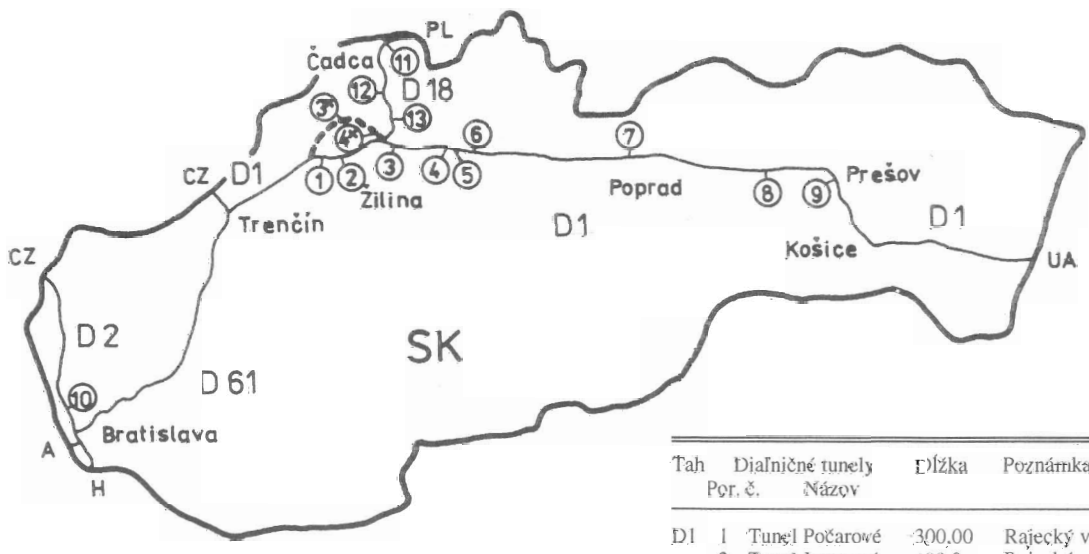
Do podsypovej vrstvy vozoviek sú vhodné všetky nezaílované petrografické typy tvrdých hornín.

Na zmesi obalované asfaltom je pre lepšiu priľnavosť k asfaltu A-80, A-100 a A-150 vhodnejší vápenec a dolomit ako kremenec,

Tab. 1
Rozhodujúce kvalitatívne ukazovatele niektorých hornín ako kameniva na výstavbu diaľnice

Typ suroviny	Frakcia (mm) DK	Frakcia (mm) HK	Odplaviteľné látky % DK	Odplaviteľné látky % HK	Humusovitosť stupeň	Trvnlivosť %	Mrazuvzdornosť %	Otlk %	Nasiakavosť %	Použitie	STN
A	0 - 4	4 - 32	3 - 8	1,5	A, B	12	5	40	2,5	podklady vozoviek pre cementovú stabilizáciu	72 1512
B	0 - 4	4 - 32	15	1,5	A, B	12	5	50	-	d t t o	72 1475
A	0 - 4	4 - 16	3 - 8	1,5	A, B	12	5	40	2,5	liaty asfalt pre vozovky	73 6150
B	0 - 4	4 - 16	15	1,5	A, B	12	5	50	-	d t t o	73 6150
A	-	22 - 63	-	2,0	-	12	5	40	2,5	makadam	73 6145
B	-	22 - 63	-	2,0	-	12	5	50	-	sypný makadam	73 6151
C	-	0 - 63	-	3,0	-	12	5	40	-	podklady z nestmeleného kameniva	73 6187
A	-	2 - 32	-	1,5	-	12	5	40	2,5	koberec olovenej zrnitosti pre kryty vozoviek	73 6146

A - vápenec, kremenec, granitoidy, pieskovec, andezit a pod., B - dolomity, C - štrkopiesok, piesok, DK - drobné kamenivo, HK - hrubé kamenivo.
Poznámka: Hlina a zahlinené horniny sú vhodné do násypov, ale iba pri dodržaní optimálnej vlhkosti a stanovenej objemovej hmotnosti. Musia vyhovovať zhutniteľnosti, koeficientu presadavosti, oedemetrickému modulu deformácie, medzi tekutosti a plasticity.



Vysvetlivka

③ Por. č. tunela

③* Por. č. tunela

Ťah	Por. č.	Diaľničné tunely Názov	Dĺžka	Poznámka
D1	1	Tunel Počarové	300,00	Rajecký variant
	2	Tunel Jasenové	400,0	Rajecký variant
	x3	Tunel Oščiarsko	2110,00	Považský variant
	x4	Tunel Žilina	730,00	Považský variant
	3	Tunel Višňové	6030,00	Považský variant
	4	Tunel Korbelka	5381,00	v úseku Martin - Lubochňa
	5	Tunel Havran	1367,00	v úseku Lubochňa - Hubová
	6	Tunel Čebrať	2071,00	v úseku Hubová - Ružomberok
	7	Tunel Bôrik	850,00	v úseku Važec - Poprad
	8	Tunel Branisko	4800,00	v úseku Beharovce - Branisko
	9	Tunel Kalvária	1305,00	v úseku Chmin. N. Ves - Prešov juh
D2	10	Tunel Sitina	1560,00	v úseku BA Lamač - Mlynská dolina
	11	Tunel Svrčinovec	490,00	v úseku Svrčinovec - Zwardoň
	12	Tunel Budatínska Lehota	900,00	v úseku Čadca - Kys. N. Mesto
	13	Tunel Nededza	500,00	cez Vadičov
			Σ 26 954 m	
		Variantné riešenie	Σ x29 094 m	

Obr. 1. Tunely v trase projektovanej diaľnice

žula a iné veľmi tvrdé horniny, ale s možno zrnitostnou úpravou suroviny treba počítať.

Horné podkladové vrstvy vozoviek vyžadujú zdravé a voči zvetrávaniu a účinkom mrazu odolné kamenivo. Vhodné sú nezvetrané a nealterované granitoidy, vápenec, pevný dolomit, kremenec, andezit, melafýry a pod. Horninu nesmú znečisťovať vložky ílu, tektonických výplní a iných druhov mäkkých hornín. Rovnaké druhy sú vhodné aj na cementovú stabilizáciu.

Treba zdôrazniť, že sa na kryty vozoviek hodia iba horniny s vysokou odolnosťou voči dynamickému namáhaniu, úplne zdravé, nenasiakavé, mrazuvzdorné a odolné voči ohladiteľnosti. Pre tendenciu rozpadávať sa je dolomit problémovou surovinou. Do úvahy prichádza andezit, melafýry a vápenec.

Pri teraz realizovanom projekte tunela Branisko, ktorý má mať dĺžku 4800 m, je podľa prieskumnej štôlne v dĺžke 500 m zastúpený paleogénny ílovec a pieskovec a v dĺžke 1000 m permské súvrstvie reprezentované polymiktným zlepencom. V dĺžke 3,3 km tunel prerazí metamorfné horniny (amfibolity, svory, pararuly, migmatity) a v dĺžke asi 1,25 km granit. Ústia tunela budú v zahlinených horninách.

Nezvetraný a nerozložený migmatity, granit, amfibolity, pevný pieskovec sú vhodné do rozličných, aj do horných podkladových vrstiev.

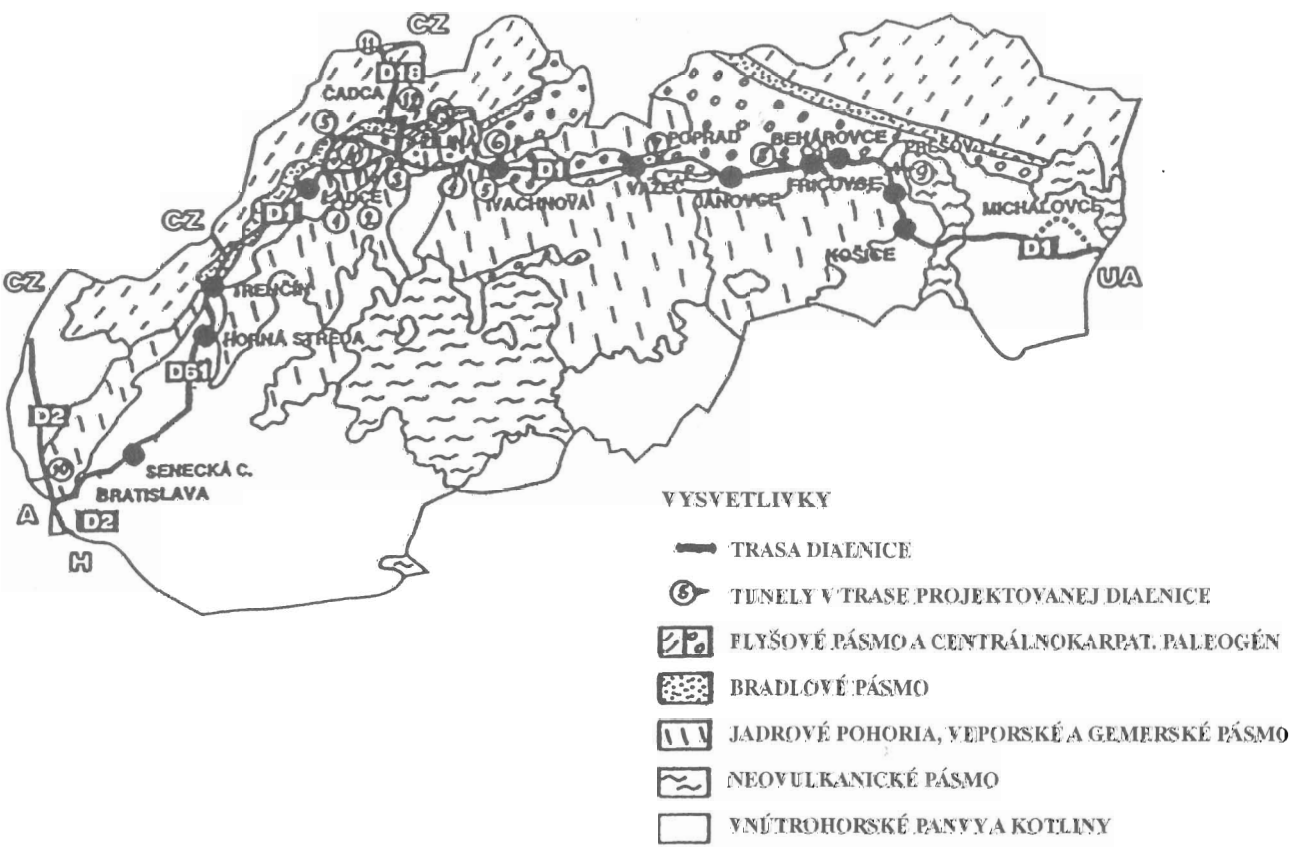
Ostatné horniny treba pred ich prípadným použitím posudzovať citlivo, lebo sú náchylné na premeny. Pri niektorých sa pre ich textúru nedosahuje drvením tvarovo priaznivejšia granulácia. Navyše môžu obsahovať veľa mäkkých a tvarovo nevhodných zŕn, a preto sú vhodné iba ako násypový materiál.

Podmienky využiteľnosti horninového materiálu vyťaženého z tunelov

Pri budovaní tunelov vznikajú vážne problémy s ukladaním vyrazeného horninového materiálu. Napr. pri razení dvoch tunelových smerov s prierezom 15 m na 1 km dĺžky treba exploatovať a vyviesť okolo 350 000 m^3 horniny a umiestniť ju tak, aby pred ústiami tunela nevznikli haldy narúšajúce ráz krajiny a zároveň sťažujúce prácu pri výstavbe tunela. Ľahko možno vyrátať, koľko m^3 horniny sa vyvezie pri razení diaľničného tunela z dvoch smerov v dĺžke niekoľkých km. Najvýhodnejšie je využiť čo najviac horninového materiálu z tunelov ako stavebnú surovinu pri výstavbe úsekov priľahlých k ústiam tunela, čo vyžaduje už pri plánovaní tunela stanoviť istý postup, ktorý nebýva jednoduchý, ale môže byť veľmi efektívny.

Výstavba tunelov si okrem detailného povrchového geologického prieskumu žiada aj spresnenie geologickej stavby, najmä litologického charakteru hornín, ktorými bude tunel prechádzať, prieskumnou štôlňou. Jej detailná dokumentácia, petrografické spracovanie litologických typov hornín a zistenie ich fyzikálno-mechanických vlastností poskytnú podrobný prehľad o typoch hornín v každom razenom úseku tunela. To pri vyvážení horninového materiálu umožňuje osobitne haldovať a postupne na stavbu diaľnice alebo okolitých komunikácií využívať horninové typy alebo skupiny hornín s veľmi príbuznými technologickými vlastnosťami. Ale aj tak sa pred použitím musia fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín ako stavebných nerastných surovín laboratórne overiť.

Osobitne treba haldovať najmä hlinu a horniny, ktoré sme charakterizovali ako vhodné iba do násypov.



Obr. 2. Schematické znázornenie geologickej stavby Slovenska z hľadiska surovinových zdrojov na výstavbu diaľníc s vyznačením projektovaných tunelov.

Keď nemožno každý litologicko-technologický typ zdravých pevných hornín haldovať osobitne, môžu sa po zistení a porovnaní ich kvalitatívnych vlastností haldovať spoločne, ale tak, že sa na istý druh použitia zvolí príslušná zrnitostná frakcia po úprave drvením a triedením.

Preto by bolo treba pri ústiach tunela namontovať pojazdnú úpravnícku linku, ktorá by sa po vybudovaní tunela a spotrebovaní vyťaženého materiálu presunula k inému tunelu.

Osobitnú pozornosť si zaslúži haldovanie a úprava hornín vhodných do horných podkladových vrstiev, ako aj horniny do zmesí obaľovaných asfaltom, pri ktorých sa vyžadujú mimoriadne dobré kvalitatívne parametre.

Na kryt vozoviek treba osobitne haldovať iba horniny s vysokou odolnosťou voči dynamickému namáhaniu (pyroxenický andezit, nezvetrané melafýry, vápenec a pod.).

Záver

Predpokladané vyťažené množstvo hornín pri razení tunelov sa po vhodnom triedení horninového materiálu môže spotrebovať pri výstavbe najbližších úsekov diaľnice. Najviac horninového materiálu sa požije na násypy (v priemere 50 000 m^3 na 1 km), ako aj do podkladových vrstiev (okolo 24 - 25 000 m^3 na 1 km). Najmenšia spotreba hornín je do podsypných vrstiev (2000 m^3 na 1 km), do cementového betónu (4000 m^3 na 1 km diaľnice) a do zmesí obaľovaných asfaltom na kryt vozoviek (2500 m^3 na 1 km diaľnice).

Z prehľadu spotreby surovín na stavbu diaľnice vidieť, aké dôležité je nemiešať pri haldovaní najmä kvalitatívne najlepšie typy hornín s iným horninovým materiálom. Spotreba pevných nenasiakavých mrazuvzdorných hornín s vysokou odolnosťou voči dynamickému namáhaniu na 1 km diaľnice je nízka, a preto nimi možno zásobovať aj vzdialenejšie úseky, najmä v nedostatkových oblastiach (napr. na Kysuciach, ale aj inde).

Využitie horninového materiálu z tunelov prináša dvojaký významný efekt. Na jednej strane sa tým šetria financie na odvoz materiálu na vzdialené haldy, aby pri ústiach tunela nenarúšal ráz krajiny, a na druhej strane sa nemusia suroviny dovážať z bližších ani zo vzdialenejších ložísk.

Veľmi efektívne možno suroviny z tunelov zužitkovať najmä v nedostatkových oblastiach, prípadne v chránených územiach, kde by najmä otváranie nových ťažobní negatívne vplývalo na životné prostredie, predovšetkým na ráz krajiny.

Literatúra

Polák, M., 1994: Mezozoikum južnej časti Braniska. *Mineralia Slov., 4, 26.*

Zuberec, J., 1996: Inventarizácia stavebných nerastných surovín v trase projektovanej diaľnice. Informatívna správa. *GS SR Bratislava.*

Zuberec, J., 1996: Petrografické typy hornín vhodných na výstavbu diaľnice. *Prednáška. Turč. Teplice.*

VÝSTAVA INTERSTONE

Od 21. do 23. augusta 1997 bol v Trenčíne už 5. ročník medzinárodnej výstavy kameňopriemyslu, geológie, geodézie a kartografie.

Rovnako ako v predchádzajúcich rokoch sa výstava konala pod záštitou Ministerstva životného prostredia SR a odborným gestom geologickej časti bola jeho sekcia geológie a prírodných zdrojov.

INTERSTONE je doteraz jedinou špecializovanou výstavou tohto zamerania v Slovenskej republike a jej cieľom je zoznámiť verejnosť s najnovším trendom vo vývoji výrobkov, materiálov, technológií a poskytnúť možnosť nadviazať obchodné kontakty z oblasti kameňopriemyslu, geológie a príbuzných odborov.



Výstavu navštívilo 9500 ľudí a zúčastnilo sa na nej 57 firiem a organizácií.

MŽP SR a Geologická služba SR prezentovali v samostatnej expozícii geologické a environmentálne mapy, ako aj výsledky štúdia geofaktorov životného prostredia. Samostatnú expozíciu malo aj ENVIGEO, s. r. o., geoekologické laboratóriá, š. p., Geocomplex, a. s., a Slovenské národné múzeum - prírodovedné múzeum.

V rámci sprievodného programu sekcie geológie a prírodných zdrojov zorganizovala odborný seminár, premietanie krátkometrážnych ekologických a geologických filmov z produkcie MŽP SR a spolu s výstavnou správou (firma LOCO) aj súťaž o najlepší exponát z geológie a geodézie - kartografie. Prvé miesto získal Atlas geotermálnej energie Slovenska, ktorý zostavila Geologická služba SR. Druhé miesto obsadil súbor fosílií z chránenej lokality Sandberg (Slovenské národné múzeum) a databáza katastrálnych území (Geodetický a kartografický ústav).

S. Konečný

Skládky odpadu v prírodnom prostredí

Mária Kováčiková[1] a František Šopinec[2]

[1]Geologická služba SR, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava
[2]Ministerstvo životného prostredia SR, odbor odpadového hospodárstva, Bratislava

V Programe odpadového hospodárstva Slovenskej republiky (1993) sa skládkovanie pokladá za posledný článok reťazca nakladania s odpadom a skládky zostávajú do roku 2005 základným druhom zneškodňovacích zariadení väčšiny nevyužiteľného odpadu na našom území.

K 31. decembru 1995 bolo v SR evidovaných 8300 skládok. Väčšina z nich nie je v prevádzke, a tak predstavuje starú environmentálnu záťaž. Po vyčlenení skládok s bezvýznamným objemom je v súčasnosti v SR okolo 5530 skládok s plochou väčšou ako 100 m^2. Z tohto počtu Úrad životného prostredia povolil 538 skládok. Z nich 436 udelil osobitné podmienky. Technickým požiadavkám a predpisom odpadového hospodárstva vyhovuje iba 120 skládok. 67 skládok má regionálny charakter. Na nepovolené skládky sa v súčasnosti ukladajú asi 2 % skládkovaného odpadu. Do konca roku 1995 sa sanovalo alebo rekultivovalo 1470 starých skládok.

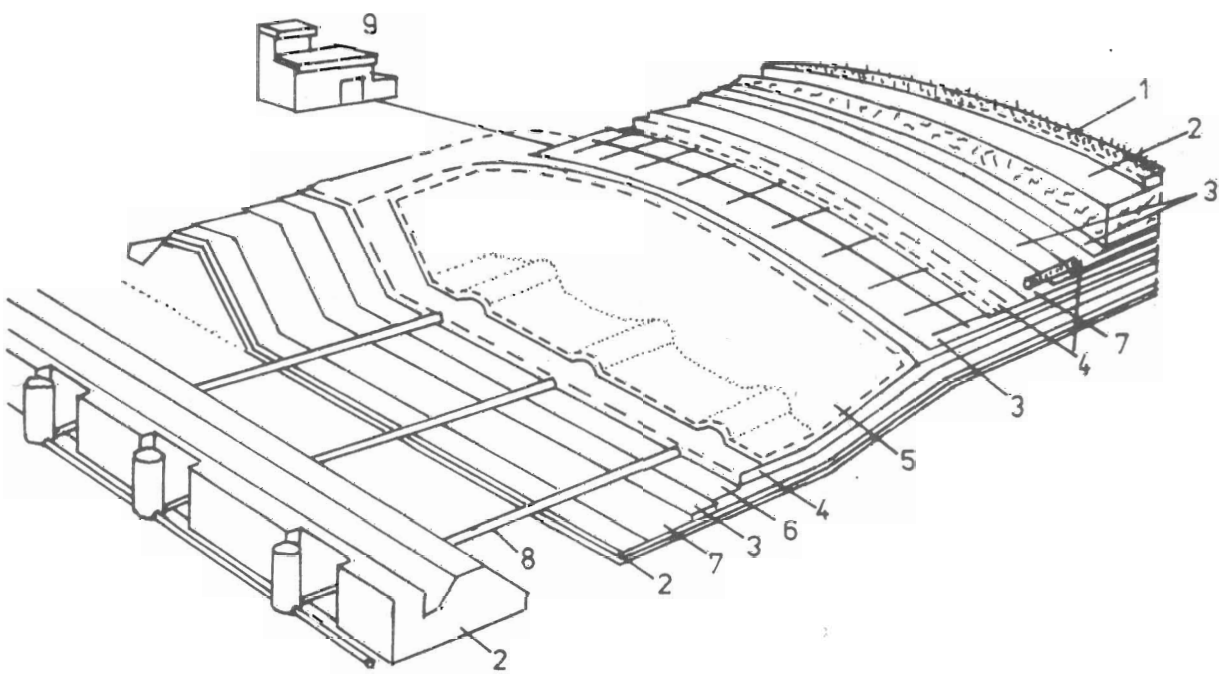
V odpadovom hospodárstve v tomto období platí rad právnych predpisov. Najdôležitejšie z nich sú:

- Zákon č. 238/1991 Zb. o odpadoch v znení zákona NR SR č. 255/1993 Z. z.
- Zákon SNR č. 494/1991 Zb. o štátnej správe v odpadovom hospodárstve v znení zákonného opatrenia predsedníctva SNR č. 371/1992 Zb., zákona SNR č. 309/1992 Zb., zákona SNR č. 453/1992 Zb. a zákona NR SR č. 255/1993 Z. z.
- Zákon NR SR č. 327/1996 Z. z. o poplatkoch za ukladanie odpadov
- Nariadenie vlády SR č. 605/1992 Zb. o vedení evidencie odpadov
- Nariadenie vlády SR č. 606/1992 Zb. o nakladaní s odpadmi v znení nariadenia vlády SR č. 190/1996 Z. z.
- Vyhlášky MŽP SR č. 19/1996 Z. z., ktorou sa stanovuje kategorizácia odpadov a vydáva katalóg odpadov
- Vyhláška Slovenskej komisie pre životné prostredie č. 76/1992 Zb. o programoch odpadového hospodárstva
- Vyhláška MŽP SR č. 111/1993 Z. z. o vydávaní odborných posudkov vo veciach ochrany ovzdušia alebo odpadov, ustanovovaní osôb oprávnených na vydávanie posudkov a o overovaní odbornej spôsobilosti týchto osôb v znení vyhlášky MŽP SR č. 53/1995 Z. z.
- Smernica MŽP SR č. S-1/1993 o posudzovaní existujúcich skládok
- Metodický pokyn MŽP SR č. P-1/1993 o nakladaní s odpadmi

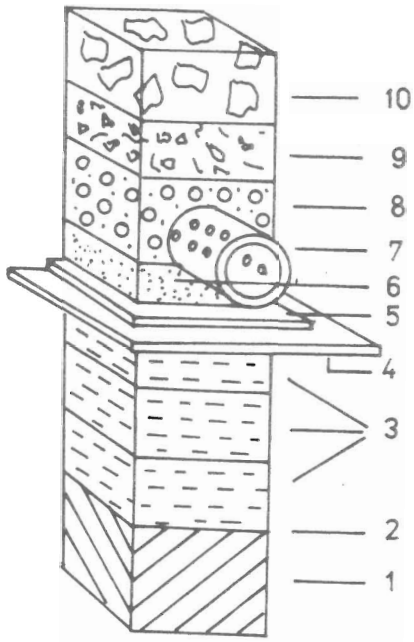
V súčasnosti sa harmonizujú naše právne predpisy s právnymi predpismi EÚ a OECD. Pripravuje sa nový základný hmotnoprávny predpis o odpade a potom sa budú novelizovať aj vykonávacie predpisy.

V širších súvislostiach pre skládkovanie odpadu platia ďalšie právne predpisy v znení neskorších predpisov:

- Zákon FZ č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí
- Zákon NR SR č. 287/1994 Zb. o ochrane prírody a krajiny
- Zákon NR SR č. 127/1994 Zb. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie (EIA)
- Zákon č. 138/1973 Zb. o vodách (vodný zákon)



Obr. 1. Schéma skládky budovanej kombinovaným tesniacim systémom a povrchovým utesnením. 1 - rekultivovaná vrstva, 2 - minerálne tesnenie, 3 - geotextília, 4 - drenážna vrstva (30 cm), 5 - drobný odpad, 6 - ochranná vrstva (20 cm), 7 - polyetylénová fólia PEHD (1,5 mm), 8 - drenážny systém, 9 - zariadenie na zachytávanie a úpravu bioplynu.



Obr. 2. Schematický rez skládky budovanej kombinovaným tesniacim systémom. 1 - podložie skládky, 2 - dno skládky, 3 - minerálne tesnenie skládky (3 x 20 cm), 4 - izolačná fólia PEHD (1,5 mm), 5 - ochranná geotextília, 6 - ochranná vrstva (20 cm), 7 - drenážne potrubie z PEHD, 8 - drenážna vrstva (30 cm), 9 - jemná odpad, 10 - odpad.

- Zákon č. 50/1976 Zb. stavebný zákon
- Zákon č. 86/1992 Zb. o starostlivosti o zdravie ľudí
- Zákon č. 52/1988 Zb. o geologických prácach a SGÚ
- Zákon č. 44/1988 Zb. o ochrane a využívaní nerastného bohatstva (banský zákon)
- Vyhláška MŽP SR č. 52/1995 o zozname odborne spôsobilých osôb na posudzovanie vplyvov činnosti na životné prostredie

Nariadenie vlády č. 606/1992 Zb. ako najvýznamnejší dokument o nakladaní s odpadom okrem iného určuje podmienky, ako treba zabezpečiť skládky, aby negatívne neovplyvňovali prírodné prostredie. Ukážky tesniacich prvkov organizovanej skládky sú na obr. 1 a 2. Od roku 1992, teda od účinnosti nariadenia vlády č. 606/1992 Zb. o nakladaní s odpadom, sa vybudovalo 37 nových skládok a 27 skládok je vo výstavbe. Ďalšie sú rozpracované v štádiu zámeru. Väčšina týchto skládok je 3. stavebnej triedy a takmer všetky sú regionálneho charakteru. Ich rozmiestnenie je - okrem niekoľkých výnimiek - približne rovnomerné, ale po novom územnom členení zostali niektoré okresy bez regionálnej skládky.

V minulosti u nás vznikali skládky živelne a často na miestach, kde negatívne pôsobili a pôsobia na kvalitu povrchovej a podzemnej vody a pôdy. Z toho vyplynula potreba budovať nové skládky v súlade s platnými predpismi vo vhodnom geologickom prostredí. Preto sa vypracovali mapy vhodnosti územia na skládky odpadu v mierke 1:50 000 postupne pre všetky okresy SR (podľa bývalého územného členenia). V súčasnosti sa spracúva posledný okres, a to Bratislava-hlavné mesto SR. Súčasťou máp je aj sprievodná správa a register skládok - odpadu v mierke 1:10 000. Každá skládka má záznamový list registra skládok (v súčasnosti 47 charakteristík o skládke, odpade a prírodnom prostredí). Jeho databázu vedie a aktualizuje Geologická služba SR - Geofond.

Podkladom na vypracovanie máp vhodnosti bola Smernica na zostavovanie máp vhodnosti územia na skládky odpadu v mierke 1:50 000, ktorú vydal SGÚ v apríli 1992. Ďalšími podkladmi boli dostupné geologické, inžinierskogeologické a hydrogeologické mapy v príslušnej mierke a informácie o legislatívne chránených územiach prevzaté z bývalých ÚŽP, vodární a kanalizácií, štátnych lesov a banských úradov.

Výsledné mapy vhodnosti územia na skládky odpadu sú syntézou stupňa legislatívnej ochrany územia (vodohospodársky chránené územia, chránené územia prírody, chránené ložiskové územia), charakteru horninového prostredia vyjadreného stupňom ohrozenia podzemnej vody, hydrologických a hydrogeologických javov, geodynamických javov a ložísk nerastných surovín. Vhodnosť územia na skládkovanie odpadu závisí najmä od nízkeho stupňa ohrozenia podzemnej vody, od geologickej stavby a výšky nákladov na protiopatrenia.

Výsledkom býva mapa vhodnosti územia okresu. Tvorí ju:

- dokumentačná mapa I, ktorá detailne zobrazuje vylučujúce a limitujúce faktory;
- dokumentačná mapa II, ktorá zobrazuje horninové prostredie vo vzťahu k ohrozeniu podzemných vôd;
- mapa vhodnosti, ktorá je sumarizáciou dokumentačných máp a rozdeľuje územia na vhodné, podmienečne vhodné a nevhodné na výstavbu skládok.

Na území vhodnom na založenie skládky treba vybranú lokalitu ešte pred rozhodnutím a výstavbe skládky podrobne overiť prieskumom a podľa jeho výsledkov definitívne stanoviť podmienky jej založenia.

V SR sa počíta aj s výstavbou skládok nebezpečného odpadu. Na výber vhodných lokalít sa vypracovala špeciálna metodika (Iglárová a Jánová, 1995). Je založená na tzv. multibariérovom princípe, v ktorm sú dominantné geologické a hydrogeologické kritériá. Prísnejšie, ako stanovuje nariadenie vlády č. 606/1992, sú požiadavky na k_f, mocnosť nepriepustného podložia, hĺbku hladiny podzemnej vody a hladinu storočnej podzemnej vody. Podľa tejto metodiky sa zhodnotili štyri regióny na založenie skládok nebezpečného odpadu na území Slovenska. Z každého regiónu sa vybrali dve najvhodnejšie lokality a na nich sa vykonal aj predbežný inžinierskogeologický prieskum. Na západnom Slovensku sú to Budmerice a Hlboké, na južnom Lieskovec a Rakytník, na severnom Brehy a Podhorie a na východnom Slovensku Varhaňovce a Budimír.

Časť z nich už má spracovaný stavebný zámer. Tieto lokality by sa nemali využívať na ukladanie bežného domového odpadu, ale iba vybraných druhov nebezpečného odpadu. Tak treba usmerniť aj potenciálnych prevádzkovateľov budúcich skládok.

Aby sa vylúčili všetky negatívne vplyvy skládky na životné prostredie, od konca roka 1994 sa všetky zámery na výstavbu skládok hodnotia podľa zákona NRSR č. 127/1994 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie (EIA). Doteraz sa takto zhodnotilo okolo 30 skládok. Na posudzovaní sa okrem iných zúčastňujú aj príslušné obce a verejnosť organizovaná v občianskych združeniach a iniciatívach.

Problémy s vyhoreným jadrovým palivom z jadrovoenergetických zariadení má SR vyriešené zmluvou so SNŠ. Na definitívne uloženie ostatného vysokoaktívneho rádioaktívneho odpadu treba nájsť vhodné geologické štruktúry. Úloha je časovo, finančne a odborne veľmi náročná. Jej prvá etapa - predbežné hodnotenie územia Slovenska - je skončená. Vybralo sa niekoľko lokalít, ktoré podľa veľmi náročných kritérií by bolo možno hodnotiť zatiaľ ako potenciálne vhodné.

Staré, neriadené a väčšinou už nevyužívané skládky odpadu, ktoré v mnohých prípadoch výrazne znehodnocujú životné prostredie, vyžadujú rýchle a systematické riešenie. Na usmernenie ÚŽP v rozhodovacom procese v tejto oblasti vydalo MŽP SR smernicu č. S-1/1993 o posudzovaní jestvujúcich skládok. V zmysle nej a Programu odpadového hospodárstva SR MŽP SR zabezpečilo riešenie úloh zameraných na hodnotenie jestvujúcich skládok odpadu

v okresoch SR. Doteraz bolo zhodnotených šesť okresov - Topoľčany, Senica, Liptovský Mikuláš, Poprad, Zvolen a Košice-okolie. Výsledkom je rozdelenie skládok na rizikové a menej rizikové a z neho vychádza návrh na ich riešenie. Prevládajúcim odporúčaním je vybudovať monitorovací systém a jeho využívanie. Až zhodnotenie výsledkov monitoringu môže byť základom na seriózne rozhodnutie o ďalšom nakladaní so skládkou odpadu. Práce sa väčšinou vykonali na náklady obcí, čiastočne zo Štátneho fondu životného prostredia SR. V ďalšom období treba pokračovať vo vytýčenom programe sanácie starých skládok odpadu. MŽP SR tento program zabezpečí pokračovaním úloh zameraných na hodnotenie rizík zo starých skládok postupne v ďalších okresoch.

Starou environmentálnou záťažou sa zaoberá aj úloha Zhodnotenia starých záťaží zo skládok a iných zdrojov znečistenia v okrese Dunajská Streda vo vzťahu k ochrane podzemných vôd Žitného ostrova, ktorú zabezpečuje sekcia geológie a prírodných zdrojov MŽP SR a realizuje GS SR.

Aj po prijatí základných právnych predpisov pre odpadové hospodárstvo chýbali projektantom, staviteľom a prevádzkovateľom skládok, ako aj pracovníkom štátnej správy normatívne predpisy v oblasti skládkovania odpadu. Preto sa roku 1994 zriadila normotvorná komisia odpadového hospodárstva. V súčasnosti sú pred schválením alebo už v tlači nasledujúce návrhy STN:

STN 83 8101 Skládkovanie odpadov. Všeobecné ustanovenia

Je základnou normou na skládkovanie odpadu. Uvádza podmienky na zneškodňovanie odpadu skládkovaním - klasifikáciu skládok, postup pri zriaďovaní, výstavbe, prevádzke a skončení skládky.

STN 83 8102 Skládkovanie odpadov. Navrhovanie skládok

Norma uvádza zásady výberu lokality na zriadenie skládky odpadu, projektovú prípravu skládky a návrh jej objektov.

STN 83 8103 Skládkovanie odpadov. Prevádzka a monitoring

Určuje podmienky prevádzky skládky a s tým súvisiacej činnosti na minimalizáciu negatívnych vplyvov na životné prostredie.

STN 83 8104 Skládkovanie odpadov. Uzavretie a rekultizácia

Stanovuje činnosť po skončení skládkovania na bezpečné zaradenie skládky do krajiny.

STN 83 5089 Skládkovanie odpadov. Tesnenie skládok

Je normou na návrh, výstavbu a kontrolu tesniacich konštrukcií skládok. Postupy sú rozpracované podľa typov tesnenia. V norme sú aj odporúčané parametre materiálov, metódy ich skúšania a technologické postupy ich zapracovania do tesniacich konštrukcií.

STN 83 8105 Skládkovanie odpadov. Inžinierskogeologický prieskum pre skládky odpadov

Obsahuje Zásady orientačného, podrobného a doplnkového prieskumu, metódy prieskumu a obsah záverečnej správy.

STN 83 8001 Názvoslovie odpadového hospodárstva. Základné pojmy a definície (súhrn pojmov a ich definície pre potreby odpadového hospodárstva).

Pri ďalšom normotvornom procese bude treba vyriešiť otázky nakladania s priesakovou vodou, zneškodňovania skládkového plynu a sanácie starých záťaží.

Pri skládkovaní odpadu sa využíva rad prírodných materiálov, hlavne tesniacich: íl (najmä bentonit v rozličných zmesiach), zeolit (a ďalšie prírodné materiály, napr. beringit, Esorbent ..., ktorých je na Slovensku dostatok), alebo sa skúmajú ich ekvivalenty a využívajú sa najmä pri sanácii starých environmentálnych záťaží a pri čistení priesakovej vody zo skládok.

Literatúra

Iglárová, Ľ. & Jánová, V., 1995 : Vyhľadávanie vhodných povrchových geologických štruktúr na trvalé uloženie tuhých nízko a stredne aktívnych odpadov a iných nebezpečných odpadov. *Manuskript - archív GÚDŠ Bratislava.*

MŽP SR, 1995: Všeobecné záväzné právne predpisy odpadového hospodárstva.

MŽP SR, 1996: Program odpadového hospodárstva Slovenskej republiky do roku 2000.

GEOLOGICKÉ PRÁCE, SPRÁVY - PO NOVOM

Vážení kolegovia,

dovoľte, aby sme Vás informovali o novej náplni periodika Geologické práce, Správy, vychádzajúcom vo vydavateľstve Dionýza Štúra pri Geologickej službe Slovenskej republiky.

Náplň časopisu by mali tvoriť hlavne informácie o výsledkoch realizovaných prác a výskumoch pracovníkov Geologickej služby vo forme rozšírených abstraktov výskumných správ a informácie o nových poznatkoch, súvisiacich s pracovnou činnosťou Geologickej služby. Publikačný priestor časopisu ponúkame aj iným geologickým organizáciám v rezorte MŽP aj mimo neho.

Časopis by mal podľa našej predstavy vychádzať jeden, prípadne dvakrát do roka, pričom prvé číslo v danom roku by obsahovalo príspevky z výskumných prác a projektov, ktoré boli realizované v predchádzajúcom roku. Druhé číslo by obsahovalo príspevky informatívneho a doplňujúceho charakteru, prípadne výskumné správy ukončené v uplynulom období.

V prípade Vášho záujmu o uverejnenie príspevkov v periodiku Geologické práce, Správy, obráťte sa prosím na nasledujúcu adresu:

Dr. Peter Kováč
Geologická služba Slovenskej republiky
Mlynská dolina 1
817 04 Bratislava
tel.: 07 3705 119
fax: 07 371 940
e-mail: kovac@gssr.sk

Peter Kováč
predseda redakčnej rady

Mapy radónového rizika mestskej aglomerácie Bratislavy a Košíc

Jozef Hricko

Geocomplex, a. s., Geologická 21, 822 07 Bratislava

Úvod

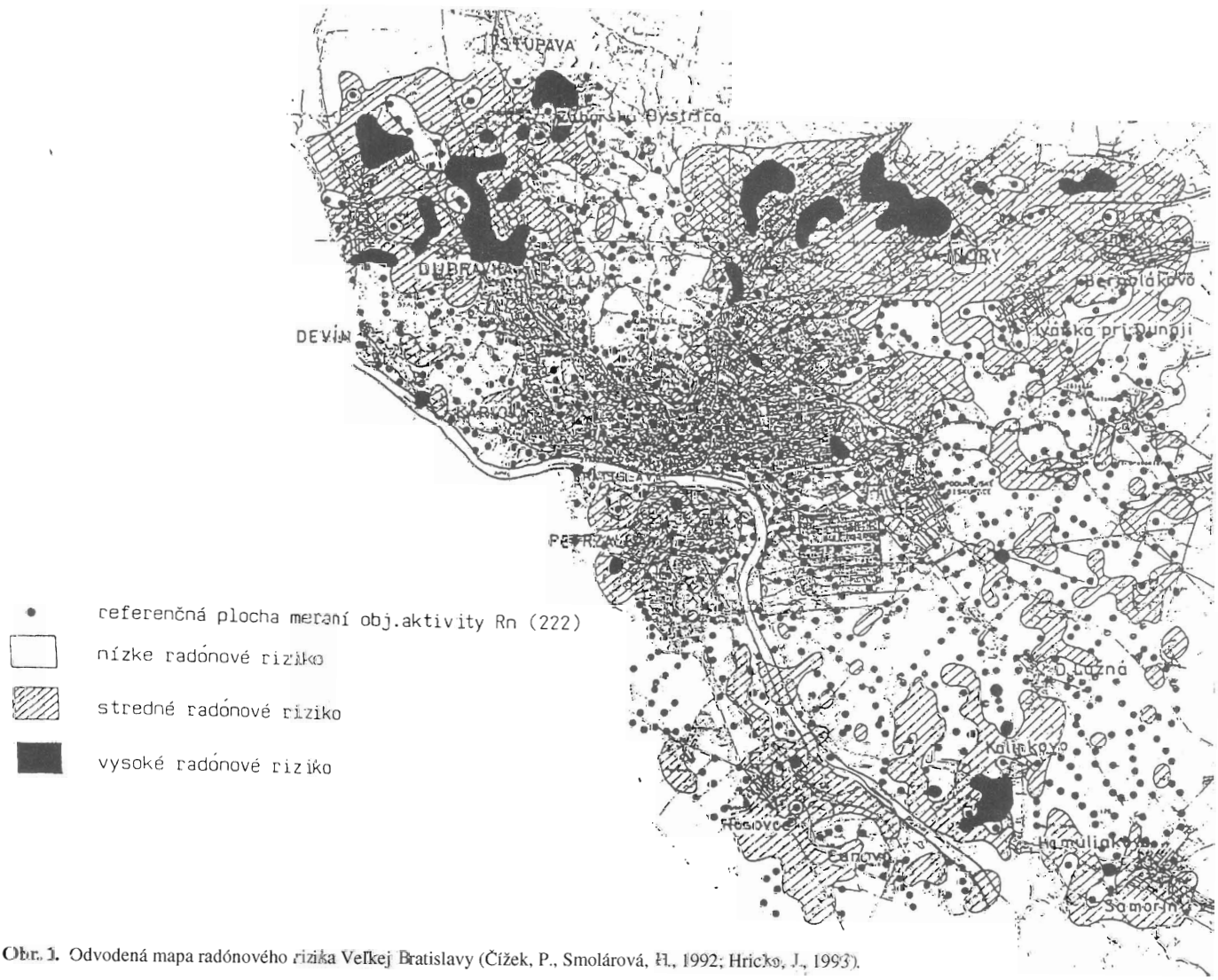
V ostatných šiestich rokoch sa zisťovanie distribúcie rádioaktívneho plynu Rn-222 v pôdnom vzduchu pripovrchovej vrstvy zaradilo medzi dôležité ciele environmentálnych projektov v mestských aglomeráciách Slovenska. Projekty vypisuje a financuje Ministerstvo životného prostredia SR, sekcia geológie a prírodných zdrojov. Výsledkom prieskumu sú mapy radónového rizika, ktoré sú podkladom na regionálne hygienicko-radiačné hodnotenie skúmaných oblastí.

Článok analyzuje mapu radónového rizika bratislavského regiónu a čiastkové výsledky radónového prieskumu v košickej oblasti. Koordinátorom obidvoch projektov je Geocomplex, a. s., Bratislava.

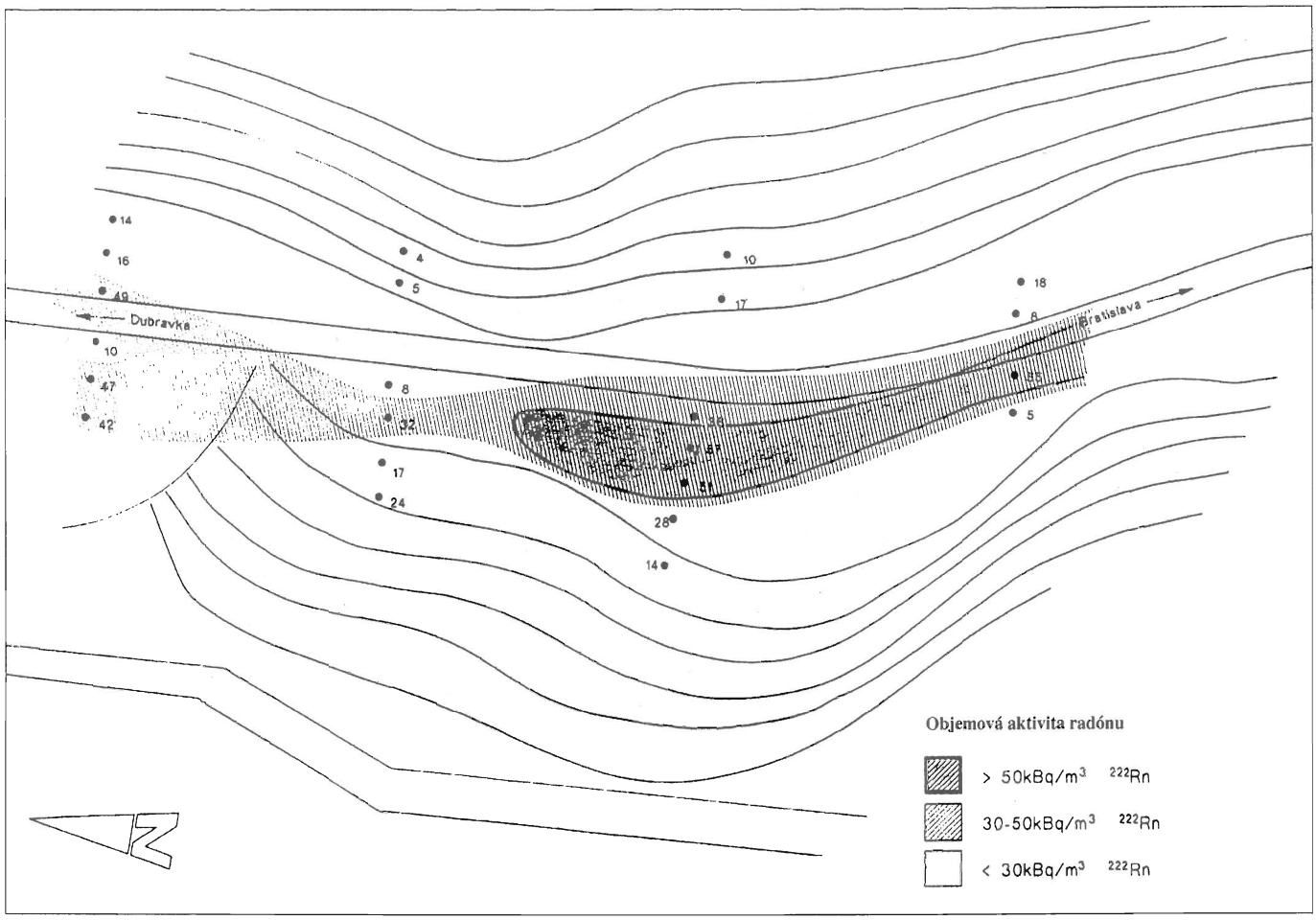
Radón v geologickom prostredí

Rn-222 ľahko preniká z hĺbky cez priepustné horninové komplexy a mladé zlomy na vzdialenosť až niekoľko km od zdroja. Obsah Rn v pôdnom vzduchu závisí od obsahu Ra-226 v horninách (ktorého rozpadom Rn vzniká), emanačnej schopnosti minerálov a hornín, ako aj priepustnosti horninových komplexov na vodu a plyn.

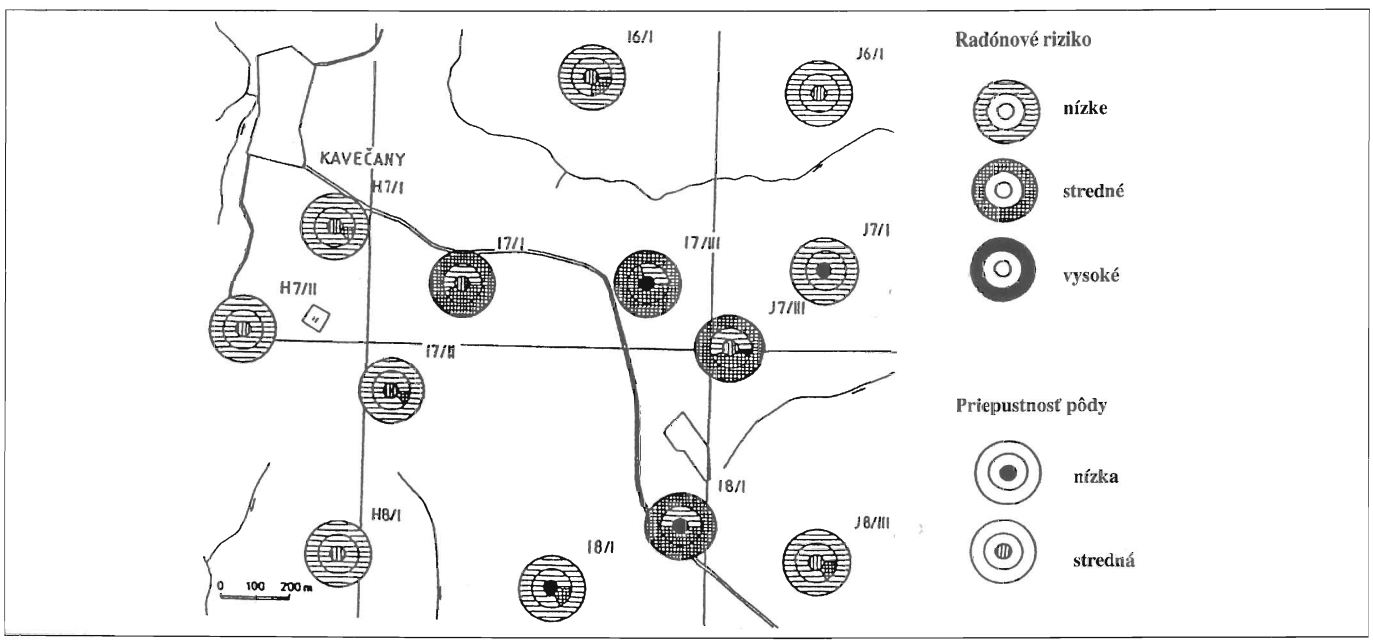
Rn sa v horninách a neotektonických zónach šíri difúziou a konvekciou. Väčší význam má konvekcia. Distribúciu Rn a veľkosť jeho objemovej aktivity (a_v) v pripovrchovej vrstve ovplyvňujú klimatické podmienky. Množstvo Rn vystupujúceho na povrch stúpa



Obr. 1. Odvodená mapa radónového rizika Veľkej Bratislavy (Čížek, P., Smolárová, H., 1992; Hricko, J., 1993).



Obr. 2. Distribúcia radónu v tektonickej zóne údolia Líščieho potoka (Bratislava - Karlova Ves).



Obr. 3. Mapa radónového rizika severnej časti košického regiónu (Suchý a Daniel, 1995).

rastúcou teplotou vzduchu a klesá s rastom tlaku vzduchu, vlhkosti atmosféry a vodných zrážok.

Radónové riziko v bratislavskej a košickej oblasti sa hodnotí podľa metodiky používanej v Českej republike a vyhlášky Ministerstva zdravotníctva SR č. 406/92 Zb. a priepustnosť zeminy v súlade s bývalou čs. normou č. 73 1001 (pozri tab.).

Mapy radónového rizika Bratislavy

Z bratislavského regiónu sa zostavili mapy radónového rizika v mierke 1:25 000 a 1:50 000 (zmenšená verzia mapy mierka 1:50 000 je na obr. 1).

Hodnota a_v sa zisťovala v hĺbke 0,80 m a granulometrická analýza sa vykonala štandardnou laboratórnou metódou. Pozorovali sa tri referenčné plochy na 1 km^2 (jedna referenčná plocha predstavuje 20 meraných bodov v sieti 20 x 20 m).

Z výsledkov prieskumu vyplýva, že 56,8 % skúmanej oblasti leží v pásme nízkeho, 37,6 % stredného a 5,6 % vysokého radónového rizika. To znamená, že 43,2 % územia tzv. Veľkej Bratislavy má vyššiu hodnotu a_v, ako pripúšťa spomenutá vyhláška MZ SR. Dlhodobé meranie ekvivalentnej objemovej aktivity Rn (EOAR) v bytoch v pásme s vysokým radónovým rizikom ukazuje na niektorých miestach niekoľkokrát vyššiu hodnotu, ako povoľuje slovenský limit (Devínska Nová Ves, Mariánka, Rača, Vajnory).

Podstatná časť územia s vysokým radónovým rizikom leží na mladých tektonických systémoch, najmä v miestach, kde sa križujú. Fakt, že tieto línie sú ideálnymi výstupovými cestami Rn na povrch, dokázali profilové merania kolmé na tektonickú líniu Líščie údolie - Karlova Ves (obr. 2).

Mapy radónového rizika Košíc

Z doterajšieho prieskumu v košickom regióne (projekt sa skončí roku 1999) vychodí, že podstatná časť územia leží v pásme nízkeho a stredného radónového rizika. Lokalít s vysokým radónovým rizikom je málo a malé sú aj plošne.

Po plošnom radónovom prieskume tejto oblasti bude nasledovať etapa profilových meraní na spresnenie priebehu neotektonických systémov. Podkladom na situovanie profilov bude neotektonická mapa a výsledky plošného radónového merania. Súčasne s meraním sa vytvára radónová databáza.

Časť mapy radónového rizika a priepustnosti prípovrchovej vrstvy zo severnej časti Košíc je na obr. 3.

Záver

Rn-222 predstavuje značnú radiačnú záťaž obyvateľstva, a preto zistenie kategórie radónového rizika regiónov s väčšou koncentráciou obyvateľstva by malo byť nevyhnutnou súčasťou environmentálnych projektov.

Ale regionálne mapy radónového rizika nemôžu nahradiť podrobné meranie na stavebných pozemkoch, ako ho stanovuje vyhláška MZ SR č. 406/92 Zb. Je chyba, že tzv. stavebný zákon doteraz nenariaďuje stavebníkom povinné merania Rn. Pri zistení stredného a vysokého radónového rizika by sa aplikáciou protiradónových opatrení už pri zakladaní stavieb znížilo nebezpečenstvo vznikania Rn-222 do bytových priestorov.

Vyhľadávanie a prieskum zlata v Kremnici pokračuje

Vyhlásenie a. s. Kremnica Gold zo 17. novembra 1997

Kanadská spoločnosť Argosy Mining Corp. z Vancouvra končí druhý rok vyhľadávania Au v Kremnici, plánuje v ňom pokračovať aj roku 1998 a verí, že výsledkom ďalšieho geologického prieskumu bude obnova ťažby Au na tejto lokalite.

Kremnica bola už v minulosti jedným z najvýznamnejších producentov Au na Slovensku. Vytažilo sa tam 46 000 kg Au (Finka, 1995). Au ruda sa získavala v podpovrchových baniach od 8., 9. stor. až do 70. rokov 20. stor. a povrchovo od roku 1982 až do roku 1992. Povrchová ťažba nebola úspešná, lebo ruda obsahuje veľmi malú koncentráciu Au, a tak na ekonomicky úspešné dobývanie je nevyhnutná jej veľká zásoba a veľmi efektívny spracovateľský závod.

Kanadská spoločnosť Argosy Mining Corp. roku 1995 vyhľadávala Au v Rakúsku, získala informácie o dobrých predpokladoch výskytu ložísk Au na Slovensku, a preto sa zaujímala o možnosť zahraničných investícií na rozvoj baníctva u nás. Nadviazala obchodný kontakt s Kremnickou banskou spoločnosťou, s. r. o., slovenskou firmou, ktorá bola držiteľom dobývacieho priestoru v Kremnici. V marci 1997 s. r. o. Argosy Slovakia a Kremnická banská spoločnosť vytvorili novú slovenskú akciovú spoločnosť Kremnica Gold, ktorá v geologickom prieskume pokračuje. Kremnická banská spoločnosť neskôr súhlasila s predajom svojho podielu v a. s. Kremnica Gold spoločnosti Argosy Slovakia.

Argosy Slovakia a. Kremnica Gold v súčasnosti vykonávajú geologický prieskum v Kremnici s cieľom potvrdiť a rozšíriť zásobu rudy s nízkym obsahom Au v oblasti Sturca, ktorú overili Rudné bane v 80. rokoch. Doteraz sa vyhĺbilo 79 vrtov s priemernou hĺbkou 150 m. Vrtný prieskum indikuje, že Au mineralizácia je v smernom aj v hĺbkovom pokračovaní významnejšia, ako sa predpokladalo. Prieskum viac ako strojnásobil veľkosť doteraz známeho stureckého ložiska, a nové metalurgické štúdiá potvrdzujú, že sa Au a Ag (aj z nových rudných zón) môžu získavať podobne ako v minulosti. Rozsiahle kapitálové investície a nová technológia umožnia efektívnejšie spracúvať rudu pri dodržaní všetkých environmentálnych noriem platných na Slovensku.

Zahraničné investície Argosy Slovakia a Kremnica Gold na geologický prieskum v Kremnici doteraz prekročili 140 miliónov Sk. Kremnica Gold má dvanásť zamestnancov, väčšinou z Kremnice, a riadi ju firma Argosy Slovakia z Banskej Bystrice, zamestnávajúca ďalších štyroch pracovníkov. V súčasnosti sa na prieskumnom programe zúčastňuje aj päť zahraničných expertov.

A. s. Kremnica Gold chce v geologickom prieskume v kremnickom rudnom poli pokračovať aj roku 1998. V rámci neho treba vyhĺbiť viac vrtov a vykonať aj metalurgický, inžiniersky a environmentálny výskum. Pri návrhu plánu ťažby a úpravy bude limitujúcou Štúdia vplyvu na životné prostredie, ktorá bude musieť vziať jeho ochranu do ohľadu v maximálnej miere.

Potrvá ešte niekoľko rokov, kým sa baňa v oblasti Sturca znova uvedie do prevádzky. Vyžiada si to investíciu viac ako 1000 miliónov Sk, pravdepodobne zo zahraničia. Moderná ťažobná prevádzka rozšíri možnosti zamestnania v tejto oblasti a zároveň pomôže vytvoriť regionálne významnú priemyselnú zónu.

A. s. Kremnica Gold začala prvé rokovania so zástupcami Kremnice a s predstaviteľmi štátnej správy v Banskej Bystrici a v Bratislave a jej doterajšia aktivita má pozitívny ohlas. Ak to bude tak aj naďalej, spoločnosť vidí reálnu možnosť obnoviť ťažbu.

Kremnica Gold mala prvé valné zhromaždenie 16. októbra 1997, zvolila nového člena predstavenstva a dvoch nových členov dozornej rady. Predstavenstvo teraz tvorí JUDr. Peter Kočička, Ing. Boris Bartalský, CSc. a Steven C. Potter a dozornú radu Ing. Eva Krajčíková, Yale Simpson a Peter Lloyd.

Boris Bartalský, Steven C. Potter

Georgius Agricola a zvláštne vody na Slovensku

Augustín Rebro

Humanizmus, kultúrne, ako aj spoločenské hnutie v stredoveku - najmä v neskorej fáze - nielenže sústredili pozornosť na človeka v autickom zmysle, ale zároveň začali kriticky hodnotiť najrôznejšie poznatky a vedecké závery antických vedcov - filozofov. Išlo najmä o poznávanie prírodných javov a zákonitostí, čo vyžadovalo dôkladné pozorovanie, poznávanie, asociácie a zovšeobecňovanie. Niekdajšie domýšľanie či špekulácie ustupujú a dôraz sa kladie na zmyslové poznávanie skutočnosti ako východisko jej hodnotenia a dedukcie nových záverov o nej. Tak sa vlastne zrodila nová veda o prírode. Prirodzene, že tomu pomohla aj skúsenosť z už mimoriadne rozvinutej exploatácie kovových rúd na potreby praktického života, mocenského úsilia, na kultové účely alebo aj na spríjemnenie a skrášlenie osobných a spoločenských túžob a požiadaviek.

V 15. a v 16. stor. bola nositeľom takéhoto už viac-menej prakticky orientovaného úsilia filozofia kozmologického zamerania. V nej a z nej sa postupne vyčleňovala medicína, hoci jej korene boli hlboko v antike, čo vyplynulo z praktických potrieb. Staroveká i stredoveká medicína hľadala liečebné prostriedky a nachádzala ich predovšetkým v prírode, najskôr azda vo vodnom živle a postupne aj v mineráloch či v zemine, ktoré svojimi rozdielnymi vlastnosťami núkali rozličné liečebné aplikácie. Skúsenostná poznávacia metóda, vlastná prakticky každému človeku, mala miesto v rozličných fázach vývinu ľudského poznávania, ale v humanizme nadobudla povahu zámerného a systematického hľadania a poznávania, ktoré neskôr vyústilo do experimentu, teda do umelo vyvolaných podmienok na pozorovanie.

Medzi viaceré významné osobnosti späté s poznávacím prerodom v 16. stor. patrí aj humanistický vzdelanec, lekár a montanista Georgius Agricola, ktorého nemecký národ pokladá za svoju pýchu nielen pre univerzálnosť jeho vedeckých záujmov, ale aj za využívanie získaných poznatkov v praxi a organizačnú aktivitu. Kto sleduje jeho literárnu pozostalosť, určite mu neuprie právo na prídomok „veľký". Kým v medicíne znamenal veľa, v montanistike bol neprekonateľný. Platí to aj o poznatkoch, ktoré s montanistikou súvisia voľnejšie, teda z mineralógie, petrografie, hydrogeológie, hutníctva a z banskej techniky. Je prirodzené, že v týchto disciplínach nemal prioritu, veď sú známe už z antiky, ale vlastným systematickým pozorovaním, štúdiom starších i veľmi starých písomných dokladov, vedeckou aj technickou invenciou vytvoril najmä v montanistike dielo, ktoré sa na stáročia stalo normou či praktickou príručkou v tomto odbore.

Juraj Agricola, od narodenia Georg Pawer (Bauer), sa podľa údajov z roku 1580 narodil 24. marca 1494 v Glauchau a zomrel roku 1555 v Saskej Kamenici (Chemnitz).

Jeho otec bol - rovnako ako väčšina jeho spolumešťanov - súkenníkom. Priezvisko si latinizoval na univerzite. Ešte roku 1514 bol na univerzite zapísaný v Lipsku ako Georgius Pawer de Glauchaw. V Lipsku sa dostal pod vplyv humanistických pedagógov, najmä Petra Mosellanusa (Peter Schade z Bruttigu nad Moselom). Sám mal už vtedy rozsiahle a hlboké vedomosti z latinskej a gréckej literatúry, a tak si veľmi mladého pedagóga rýchlo získal za priateľa. V tom čase s ním na univerzite študovali aj ďalší, neskôr veľmi známi humanisti (S. Roth, V. Trotzendorf, Chr. von Carlowitz). Po trojročnom štúdiu získal hodnosť bakalára slobodných umení a potom istý čas prednášal grécku gramatiku. Roku 1518 odišiel na radu svojho priateľa S. Rotha do Zwickau, kde bol až do roku 1522 učiteľom latinčiny a gréčtiny, najskôr na mestskej škole a potom na novej gréckolatinskej škole, kde ako najvyšší bakalár bol konrektorom a neskôr aj rektorom obidvoch škôl.

Agricola pôsobil v Lipsku v čase prevratných udalostí, ktoré hýbali nielen Nemeckom, ale celým vtedajším svetom. Peter Mosellanus a s ním aj jeho obdivovateľ G. Agricola boli prívržencami názorov Erazma Rotterdamského (1466 - 1536). Erazmov kritický duch zanechal v myslení jeho obdivovateľov hlboké stopy. Do tohto ideového vrenia ešte pribudli reformné náboženské náhľady Martina Luthera. Istý čas s nimi sympatizoval aj Agricola, ba v Zwickau bol zverejnený jeho po latinsky napísaný epigram proti predaju odpustkov. Napriek tomu - ale isto pod Erazmovým vplyvom - si Lutherovo učenie neosvojil a do smrti zostal verný katolíckej cirkvi, hoci medzi Lutherovými prívržencami, ktorých spájal mimoriadny záujem o prírodné vedy a medicínu, mal veľa priateľov. Agricola venoval veľkú pozornosť aj teológii a filozofii.

Účinkovanie v Zwickau Agricolu neuspokojovalo, a preto sa roku 1522 vrátil do Lipska študovať medicínu. Keďže medicína v tom čase nebola v Lipsku na vysokej úrovni a roku 1524 zomrel aj Peter Mosellanus (iba 31-ročný), Agricola odišiel do Bologne, aby tam pokračoval v štúdiách medicíny. Zároveň sa venoval aj hebrejčine a arabšine. S veľkým zaujatím študoval filozofiu prírody, teda prírodovedu. Rozsiahlejšie vedomosti z medicíny si potom získal na univerzite v Padove, Benátkach a doktorský titul pravdepodobne vo Ferrare. V Benátkach nadobudol praktické medicínske skúsenosti „pri posteli" v nemocničnom prostredí. Zdržal sa tam asi dva roky a popri lekárskej praxi sa venoval aj tlači Galenovho a Hippokratovho medicínskeho diela. V tom období veľa cestoval, navštívil rad talianskych miest a zaujímal sa nielen o medicínu, lež aj o montanistiku, výrobu skla a nadviazal vedecké kontakty s viacerými známymi lekármi a prírodovedcami. Naučil sa dôkladne pozorovať dianie okolo seba, vnímať prírodné javy a vyvodzovať závery na ich praktické medicínske, ako aj technické využitie.

Na jeseň roku 1526 sa Agricola vrátil do Nemecka, istý čas strávil v Zwickau a v Saskej Kamenici (Chemnitz) a potom roku 1527 prišiel do Jáchymova, založeného iba roku 1516. Tu pôsobil ako mestský lekár a lekárnik (physicus ordinarius). Obyvateľmi tohto mesta (bolo ich už okolo 15 000) boli napospol baníci a hutníci, lebo sa tu objavili bohaté náleziská striebornej rudy. Banskí odborníci sem prichádzali takmer zo všetkých končín a prinášali najrozmanitejšie prírodovedné a technologické poznatky, aké neuvádzali nejaké vtedajšie príručky. Vnímavý mladý lekár sa dozvedel veľa o rudných ložiskách, mineráloch, o ich zložení a vlastnostiach, o kovoch a ich získavaní, o technike banského hĺbenia, banských strojoch, čerpadlách, ale aj o osobitostiach technológie hutníctva úžitkových kovov. To všetko mu bolo veľmi blízke a nové poznatky hneď v mnohom zužitkúval aj vo svojej lekárskej a lekárnickej praxi. Zdravotné problémy súvisiace s vtedajšou banskou a hutníckou činnosťou boli istotne veľké a práca úradného lekára náročná. Jeho literárne úsilie sa v tomto prostredí formovalo vo viacerých smeroch. Opustil teologický aspekt (aký mal ešte v Lipsku) a preorientoval sa na montanistický a medicínsky. Spočiatku sa opieral aj o poznatky z antickej literatúry a o ich zovšeobecnenie, ale postupne sa prikláňal k najnovším poznatkom vedy a techniky, najmä k vlastným prírodovedným poznatkom a vlastnej skúsenosti, ktorú mu sprostredkúvala banská činnosť. Ale poznatky antiky celkom

nezavrhol, ako to urobil jeho slávny súčasník, lekár Theophrastus Bombastus z Hohenheimu, zvaný Paracelsus, ktorý takéto staré spisy ostentatívne dokonca pálil. Poznatky zo staršej literatúry, ale najmä z vlastného poznávania a z podania svojich súčasníkov systematicky vytriedil a ucelene spracoval vo svojom prvom montanistickom diele Bermannus, sive de re metallica dialogus - Bermannus alebo rozprava o baníctve. Získal ním povesť vynikajúceho vedca a znalca v baníctve. Dielo sa pokladalo za akýsi „katechizmus" či základné tézy z banskej činnosti a hutníctva. Bolo vlastne prípravou pre jeho hlavné dielo.

Niekedy roku 1530 opustil Agricola Jáchymov a roku 1531 sa stal mestským lekárom v Saskej Kamenici (Chemnitz). Tu sa okrem praktickej lekárskej činnosti venoval aj problematike mier a váh, dôležitej hlavne v lekárnictve. Vychádzal z rímskych mier a váh a usiloval sa ich zrekonštruovať tak, aby boli vhodné na zjednotenie meny v Nemecku, také prepotrebné v novodobom obchode. Otázkou mier a váh sa zaoberal aj neskôr.

Životné obdobie G. Agricolu v Saskej Kamenici bolo najplodnejšie aj najvšestrannejšie, lebo okrem odborných medicínskych a montanistických záujmov musel veľa času venovať - aj keď nie vždy celkom dobrovoľne - politickým otázkam vo funkcii mešťanostu, za ktorého ho zvolili alebo vymenovali dokonca štyrikrát. Napriek tomu práve v tomto období vznikli jeho najvýznamnejšie prírodovedné, medicínske, ale aj historické a politické diela.

Popri vrcholnom diele De re metallica libri XII - 12 kníh o baníctve sú dôležité a veľmi vysoko cenené aj ďalšie Agricolove prírodovedné práce, a to De ortu et causis subterraneorum - O vzniku a príčinách vecí v podzemí, De natura eorum quae effluunt ex terra - O vlastnostiach látok vystupujúcich zo zeme a De natura fossilium - O mineráloch. Svedčia nielen o autorovom mimoriadnom poznaní antických autorov, ale aj diel cirkevných otcov (Albert Veľký, 1193 - 1280), z ktorých cituje, ako aj o mimoriadnom pozorovateľskom talente a o asociačných schopnostiach autora. Hoci ide o výsostne prírodovedné práce, z hľadiska praktickej aplikácie sú orientované v prvom rade na medicínu. Potvrdzuje to najmä dielo De natura eorum quae effluunt ez terra - O vlastnostiach látok vystupujúcich zo zeme, ktoré vzniklo roku 1545 (tlačou vyšlo roku 1546). Ako prvé z Agricolových diel vyjde v slovenčine, a preto hlbšie nazrieme do jeho štruktúry, obsahu i zamerania.

Dielo je rozdelené do štyroch kníh, resp. kapitol, ktoré sú z hľadiska obsahu relatívne samostatné. Spájajú ich základné prvky, a to voda, vzduch, exhaláty, horniny a podzemný oheň, teda látky, ktoré sú v podzemí a pri vhodných podmienkach sa dostávajú na povrch. Najviac pozornosti patrí vode ako sprievodnému javu pri všetkých ostatných základných prvkoch a dejoch, ktoré s nimi súvisia.

Autor si prakticky všíma celú Európu, ako aj Malú Áziu a severnú časť Afriky. Hoci sám uprednostňuje vlastné zmyslové poznávanie, v prevažnej miere - a je to pochopiteľné - využíva údaje z gréckej, a najmä rímskej antickej literatúry. Takýto postup mu síce umožnil sústrediť množstvo historicky cenných poznatkov, ale nie vždy na úrovni autorového obdobia. To napokon v tom čase ani nebolo možné, ak mal spisovateľ obsiahnuť vlastne vtedajší známy svet (americký kontinent bol v tomto ohľade ešte málo známy).

V prvej knihe (kapitole) sa autor zameral na vodu. Pozoruhodné a realistické je delenie vôd. Rozlišuje obyčajné (jednoduché) a zmiešané (zložené, podľa dnešných poznatkov mineralizované) vody a podľa vonkajšieho prejavu prameniste, studňové, riečne, jazerné, močiarne a neskôr uvádza aj vody rybníkov a lagún. Podľa pôvodu rozdeľuje vody dažďové a snehové. Zaujíma ho farba, pôvod, chuť, vôňa, teplota, hustota a hmotnosť vody.

Medzi tekutiny vystupujúce zo zeme zaraďuje aj tekutý bitúmen (ropu), pri ktorom už použil aj názov „nafta". Uvádza jeho rozdiely podľa farby, vône a hustoty.

Zložené vody (resp. zmiešané) už rozdeľuje na dusíkaté (liadkové, sanitrové), kameňotvorné, banské (meďnaté a železnaté), sírne, slané, kyslé a preplynené vody (v rámci nich liečivé a jedovaté). Špecifikuje aj vlastnosti pitnej vody.

Z hľadiska nášho etnika sú významné Agricolove údaje o tzv. zelených vodách „ako je voda pri meste Neusolium (Banská Bystrica) v Karpatoch (Špania Dolina), ktorá vyteká z akejsi starej štôlne", o meďnatých vodách, ako je „na Spiši v Smolníku voda v štôlňach, ktorá rozkladá železo a mení ho na meď", ako aj o kameňotvorných vodách „na Spiši, kde sa voda tečúca z dvoch prameňov takmer hneď mení na kameň." Prameň týchto údajov nie je známy. V čase vzniku tejto práce totiž - aspoň podľa doteraz známych literárnohistorických poznatkov - nebolo ešte publikované dielo J. Wernhera De admirandis Hungariae aquis hypomnemation, v ktorom tieto údaje sú, a v predchádzajúcej práci toho istého autora Hypomnemation de aquis in Scepusio admirandis z roku 1545 sa tzv. zelené vody Španej Doliny nespomínajú. Agricola mohol mať všetky údaje o zelených vodách v Španej Doline - aj ďalšie - od niekoho iného, lebo v tom čase už bola medzi banskými odborníkmi živá komunikácia.

Prvá kniha má veľký význam z hydrogeologického, resp. hydrochemického hľadiska, lebo obsahuje návod na rozbor zmiešaných (mineralizovaných) vôd podľa zmyslového vnímania jednotlivých zložiek. V literatúre o našej územnej oblasti sa niečo také nespomína ani v neskoršom storočí (Szentivány).

V druhej knihe sa autor zaoberá účinkami vody a tekutého bitúmenu z medicínskeho hľadiska, ako aj praktickým, technickým využitím. Vody presýtené exhalátmi podľa vplyvu na ich okolie hodnotí ako liečivé, ale aj zhubné. Vníma si aj pôsobenie tzv. skamenievajúcich aj dusíkatých vôd na ľudský organizmus a poukazuje na praktické využitie horľavosti bituminóznej vody na svietenie a mazanie kĺzných častí kolies. Pri skamenievajúcej vode poukazuje na jej schopnosť tvoriť kvapľové jaskyne a travertínové kopy. Zamýšľa sa aj nad tým, že sa mnohí čudujú niektorým prírodným javom, lebo neovládajú mnohé zákonitosti, a zdôrazňuje, že sú filozofom prírodovedcom známe. Keďže aj v tejto knihe autor opisuje zdroje vody, ktoré sám nemal možnosť poznať, pri ich zhodnotení, resp. určovaní ich zloženia sa obracia na medicínsku prax a ich zloženie určuje podľa liečivých účinkov.

Napriek realistickému prístupu Agricola prijal aj viaceré dobové názory, podľa ktorých niektoré druhy vody majú schopnosť opájať človeka, meniť celkovú farbu vlasov a srsti, vyvolávať chorobný smiech a iné zas ho liečiť. Poukazuje aj na schopnosť hustej vody unášať aj ťažké predmety, ba tvrdí, že jestvujú aj plávajúce ostrovy.

Agricola v tejto knihe uvádza ďalšie poznatky o vodách na našom území. Podľa vnútorných indícií by sa dalo predpokladať, že tieto údaje prevzal od J. Wernhera. Najskôr totiž tvrdil, že „kameňotvorná zmes vyteká aj zo zeme a vytvára kameň. Tak je to na Spiši nie veľmi ďaleko od prameňa. A obyvatelia využívajú túto zmes pri murovaní namiesto vápna, keď stavajú domy, povedal by som ako spojivo." Podobné vyjadrenie má J. Wernher už v dielku O podivuhodných vodách na Spiši.

Ďalej hovorí o kyselkách so zvláštnymi účinkami. Otravná voda je podľa neho „tiež v Dácii (mylne) pri prameni, ktorý sa nachádza v chotári Prešova." Spomína aj vitriolové vody, ktoré rozožierajú medené a železné nádoby. Takú vodu „vidno v Smolníku. Tam sa voda tohto druhu čerpá zo štôlní a púšťa sa do žľabov, cez ne preteká a rozožiera železo, ktoré tamojší baníci dávajú do žľabov. V nich sa zmení jeho farba a železo sa obráti na meď."

V tretej knihe sa autor zamýšľa nad otázkou, odkiaľ sa berie voda v jazerách, močiaroch, rybníkoch, riekach, potokoch a v horských riavach. Opisuje, ako sa vedie voda do miest aj obydlí, aké materiály sa používajú na akvadukty a na priame zásobovanie domov.

Všíma si miesta, na ktorých sa objavujú pramene, rozlišuje pramene podľa výdatnosti a jeho pozornosti neušlo ani to, že niektoré pramene majú vodu iba niekedy (občasné pramene). Zaoberá sa aj zmenami hladiny vody, jej teploty a kvality aj v miestach výveru. Poukazuje na to, že sa odčerpávaním kvalita vody v studniach zlepšuje. Všíma si aj tvar toku riek (meandrovanie, katarakty) jeho prepadávanie (strácanie sa) a rozvodňovanie. Poukazuje na vhodnosť alebo nevhodnosť materiálov na vodovodnú techniku zo zdravotného hľadiska. Obracia pozornosť aj na pôvod a kvalitu dažďovej vody a podáva charakteristiku jazier a močiarov.

Pramennú aj dažďovú vodu hodnotí podľa kvality, a tak rozlišuje „surové" a „varené" (coctae) vody, čiže zjemnené ohrievaním „podzemným ohňom", teda teplotou horninového prostredia. Kvalitu vody charakterizuje známkami odlišnosti podľa Rufusa z Efezu a Galena z Pergamu, ale kriticky upozorňuje aj na ich nedostatky. Častosť alebo nedostatok dažďov hodnotí podľa klimatických podmienok. Poukazuje aj na možnosť infekcií pri používaní vody. Snehovú vodu pokladá za kvalitatívne horšiu ako dažďovú. Poukazuje na fakt, že voda v uzavretých nádržiach a rezervoároch stráca na kvalite. Napokon ponúka návod, ako možno vyčistiť zakalenú vodu, vysladiť slanú alebo liadkovú vodu a preváraním odstrániť zahnívajúce zložky vo vode i ako zbaviť vodu kovových zložiek.

V tretej knihe sa vody nášho teritória nespomínajú.

Vo štvrtej knihe sa dôkladne - aj keď v mnohom nenáležite - zaoberá prítomnosťou vzduchu, exhalátov a ohňa v podzemí. Venuje sa pôvodu vzduchu v podzemí, jeho kvalite zo zdravotného hľadiska, teplote, ale najviac miesta venuje prúdeniu vzduchu, ktoré podľa autora spôsobuje pohyby v zemskej kôre, teda zemetrasenia.

Zaoberá sa aj odparovaním vody, vzniku rosy, inovate, mrakov, snehu a ľadovcov. Poukazuje na miesta potenie sa a zdôrazňuje jeho liečivosť. Veľkú pozornosť venuje škodlivým exhalátom a uvádza aj miesta ich výskytu. Neobišiel ani experimenty na zisťovanie zhubnosti exhalátov, ktoré sa potom bežne využívali až do 18. stor.

Mimoriadna pozornosť sa ušla zemetraseniam, ich pôvodu a podľa vonkajších prejavov aj druhom zemetrasení a ich názvom v gréčtine. Za základné pokladá horizontálne a vertikálne zemetrasenia, ktoré sa rozlične kombinujú. Autorovej pozornosti neunikli ani sprievodné zemetrasové javy, ako je vznik alebo zánik prameňov, najmä sírnych vôd, a chrlenie ohňa, teda vulkanické prejavy. Za pôvodom totožný pokladá aj oheň vznikajúci spaľovaním pevného bitúmenu, a to uhlia, čo je mylný názor. Autor asi nemal možnosť vidieť vulkanické prejavy sopiek, lebo inak by pri svojich pozorovacích schopnostiach isto postrehol rozdiely. Zamýšľa sa aj nad príznakmi budúceho zemetrasenia a dovtedy uvádzané príznaky potrebuje kritike. Dosť miesta venuje podzemnému i nadzemnému ohňu z uhoľných ložísk, ktorý ako sme už uviedli - stotožňuje s vulkanickou činnosťou.

Osobitne si všíma kúpele s termálnou vodou, ale nie v takom rozsahu, aký si už v tom čase zasluhovali. Pravdepodobne tak urobil v diele De medicatis fontibus - O liečivých prameňoch, vydanom roku 1545, ale to sa nezachovalo.

Pri sledovaní vôd presýtených zhubnými exhalátmi je aj táto zmienka dotýkajúca sa nášho územia: „A bez otravných prieduchov nie je ani tá časť Uhorska (Panónia), ktorá sa kedysi volala Dácia. Tieto prieduchy sú vzdialené asi 6 míľ (9 km) od mesta Banská Bystrica (Neosolium), známeho baňou na meď. Keď k takému prieduchu priletia vtáci aj iné živočíchy a priblížia sa k nemu, zvyčajne zahynú." Je to zmienka o exhalátmi nasýtenom prameni na Sliači. Okrem neho pri vymenúvaní kúpeľov vo vtedy známom svete uvádza aj kúpele „v Dácii pri Banskej Štiavnici (Schemnicium). Je zrejmé, že ide o prírodné kúpele v Sklených Tepliciach.

Dielo De natura eorum quae effluunt ex terra má mimoriadny význam. Svedčia o tom aj jeho reedície roku 1550, 1558, 1612, 1657 a 1807, najnovšie nemecký preklad roku 1955. O preklade do iných jazykov informácie nemáme, ale treba pripomenúť, že význam tohto diela podčiarkuje aj jeho zaradenie do súbornej publikácie De balneis - O kúpeľoch, ktorá vyšla už roku 1553 v Benátkach a sústreďuje práce klastikov medicíny zo starého Grécka, Ríma, Arábie a z kresťanského staroveku o vode rozličného druhu a jej terapeutickom využívaní. Tým sa vlastne iba niekoľko rokov po prvom vydaní uznalo za klasické prírodovedné a medicínske dielo, a čo je dôležité, má už zreteľné znaky vedeckej systematiky. O vedeckej rozhľadenosti autora svedčí aj množstvo citovaných starovekých autorov.

Georgius Agricola bol mimoriadne plodným spisovateľom a veľmi aktívnym organizátorom. Podľa literatúry sa zachovalo 24 a stratilo 18 Agricolových diel.

Ako informáciu uvádzam zoznam zachovaných diel v poradí ako sa publikovali.

— 1520: Grammatik für den Elementarunterricht im Latein (De prima ac simplici institutione grammatica)
— 1522: Sendbrief an Dr. Kopp über theologisch-philologische Fragen
— 1522: Sendbrief gegen Dr. Fontanus über theologisch-philologische Fragen
— 1525: Galen - grécke vydanie spisov
— 1526: Hippokrates - grécke vydanie spisov
— 1530: Bermannus sive de re metallica dialogus
— 1531: Türkenrede (z lat. Oratio de bello contra Turcam prel. L. Bermann)
— 1533: De mensuris et ponderibus
— 1534: Sendbrief an Plateanus über Masse und Gewichte - Epistola ad Plateanum
— 1536: Sendbrief an den Rat von Zwickau über die cyrilische Inschrift
— 1546: De ortu et causis subterraneorum
— 1546: De natura eorum quae effluunt ex terra
— 1546: De natura fossilium
— 1546: De veteribus et novis metallis
— 1546: Interpretatio vocum rei metallicae - Epistula ad Meurerum
— 1549: De animantibus subterraneis
— 1550: De externis mensuris et ponderibus
— 1550: De restituendis ponderibus et mensuris
— 1550: De mensuris quibus intervalla metimur
— 1550: Streitschrift gegen Alciatus über Masse und Gewichte
— 1550: De precio metallorum et monetis
— 1554: De peste
— 1555: Sippschaft (Stammtafel) des Hauses Sachsen
— 1556: De re metallica libri XII

Geovedné vzdelávanie na základných a stredných školách a príprava učiteľov geologického zamerania

L. Turanová, M. Bizubová a D. Pivko

Jedným zo základných cieľov Slovenskej geologickej spoločnosti je pomoc pri skvalitňovaní výučby geológie v rámci všeobecného vzdelávania na základných a stredných školách, ako aj špecializovanej výučby na stredných odborných školách a univerzitách. Geologická verejnosť nie je spokojná s výučbou geológie na ZŠ a vonkoncom nie na gymnáziách, kde sa geológia prakticky neučí, hoci je v učebných osnovách ako voliteľný, ale nepovinný predmet. Na stredných odborných školách so zameraním na stavebníctvo, ekológiu, geológiu alebo baníctvo sa síce geológia v nerovnakom rozsahu učí, ale spravidla neodborne (neučí ju geológ). Preto cieľom tohto príspevku je pozrieť sa na geológiu ako učebný predmet, poskytnúť prehľad o vývoji a súčasnom stave výučby geológie na ZŠ a SŠ, poukázať na paradoxy v súčasnej príprave učiteľov geológie tohto typu škôl a navrhnúť, ako treba súčasnú nepriaznivú situáciu riešiť.

Vývoj a súčasný stav výučby geológie

Geológia sa v Pedagogickej encyklopédii Slovenska z roku 1984 definuje ako učebný predmet geovedných disciplín, a to mineralógie, petrografie, všeobecnej geológie, historickej geológie, regionálnej geológie, úžitkovej (aplikovanej) geológie, geochémie a geofyziky. Je súčasťou všeobecného a odborného vzdelávania na ZŠ, SŠ a univerzít.

Vývoj pred rokom 1918

Počiatky výčby geológie na Slovensku úzko súvisia s rozvojom baníctva, ale prírodné, a teda aj geologické vedy sa začali vo väčšom rozsahu vyučovať až roku 1773 (Kočárek, 1978). Do polovice 19. stor. bolo školstvo v Uhorsku úplne v rukách cirkví. Základné opatrenia obsahovali dokumenty z roku 1849 (Entfurte einer Organisation der österreichischen Gymnasien und Realschulen a Grundsätze für die provisorische Organisation des Unterichtwessen in dem Kronlande Ungarn) a zákony o školstve a SŠ prijaté po rakúsko-maďarskom vyrovnaní roku 1868 (Pöss, 1987).

Geológia sa učila v obecných školách a v 5-, 6- alebo 8-ročných gymnáziách spravidla jeden polrok v predmete prírodopis, nerastná ríša, fyzikálny zemepis, fyzika, nerastopis, mineralógia alebo chémia. Až do konca 19. stor. v učive geologických vied prevláda mineralógia, hlavne kryštalografia a systematická mineralógia, okrajovo sa učila petrografia. Geológia a geognózia sa preberali vo fyzikálnom zemepise.

Vývoj v rokoch 1918-1948

Československá republika po svojom vzniku roku 1918 prijala bez väčších zmien rakúsku organizáciu školstva. Úprava sa vykonala tzv. malým školským zákonom roku 1922, ktorým sa zriadili meštianske školy.

Na Slovensku sa geológia učila vo 8. roč. národných a v 3. roč. meštianskych škôl v rámci prírodopisu a zemepisu a na stredných školách (8-ročných gymnáziách) v rámci chémie a prírodopisu. Obsahom bola všeobecná a systematická mineralógia, kryštalografia, základy geofyziky, dynamická geológia, historická geológia, petrografia a geológia Slovenska.

V čase 2. svetovej vojny od roku 1940 sa na Slovensku rozsah a obsah učiva nezmenil, kým v Čechách sa učila iba biológia a minimum geologických poznatkov v chémii a zemepise.

Po roku 1945 sa na Slovensku aj v Čechách učilo podľa osnov z 30. rokov.

Vývoj v rokoch 1948-1968

Zásadné zmeny priniesol Zákon o jednotnej škole roku 1948 a školský zákon roku 1953, a to v učebných plánoch aj v osnovách v súvislosti so zriadením 11-ročnej strednej školy a s 8-ročnou povinnou dochádzkou.

Učivo geologických vied sa značne zredukovalo a roztrieštilo do niekoľkých vyučovacích predmetov - fyzického zemepisu, chémie a biológie. Elementárne poznatky z geologických vied získavali žiaci v zemepise v 6. roč. ZŠ, relatívne najviac učiva bolo v 9. roč. JSŠ a časť bola rozptýlená v chémii od 9. do 11. roč.

Je prirodzené, že za takéhoto stavu nemohli žiaci získať hlbšie a systematickejšie poznatky z geologických vied, ba mohlo stať sa, že veľká časť populácie, ktorá neabsolvovala JSŠ, sa k poznatkom geologických vied nedostala vôbec.

Priaznivejšie podmienky na výučbu geologických vied - najmä na stredných všeobecno-vzdelávacích školách - nastali po reforme školstva roku 1960 a po výnose Ministerstva školstva roku 1965, keď sa povinná školská dochádzka opäť predĺžila na deväť rokov.

Učivo geologických vied na ZDŠ sa zlúčilo do tematických celkov a zaradilo do 9. roč. v rámci prírodopisu. Na SVŠ však od roku 1962 do roku 1967 bola geológia s mineralógiou nepovinným predmetom a učila sa v rozsahu 2 hodiny týždenne. Od roku 1967/1968 sa geológia učila povinne v 3. roč. v rámci biológie a geológie. Po vytvorení 4-ročných gymnázií roku 1968 sa predmet geológia a biológia učil v 1. roč.

Obsahom učiva geologických vied boli základné vedomosti a zručnosti z mineralógie, geológie, petrografie, paleontológie, ale aj o ložiskách nerastných surovín a súčasne žiaci dostávali informácie o hraničných disciplínach - geochémii, geofyzike, pedológii, baníctve atď.

Vývoj v rokoch 1968-1988

V tomto období pomery v školstve upravovali zákony a vyhlášky 63/1978, 29/1984 a 188/1988 o opatreniach v sústave ZŠ a SŠ.

Najnepriaznivejšie zmeny, ktorých dôsledky pôsobia do súčasnosti, priniesli učebné osnovy a plány roku 1984, keď sa povinný dvojpredmet biológia a geológia zrušil. Ešte horšie bolo, že sa zároveň zrušila jediná odborná stredná škola geologického smeru na Slovensku v Spišskej Novej Vsi (Kahan, 1988).

Od roku 1984 sa geológia učí iba ako voliteľný nepovinný predmet v 1., 2., 3. alebo 4. roč. 2 hodiny týždenne 2 roky. Hoci jeho obsah je bohatý, zahŕňa poznatky z planetárnej geológie, všeobecnej a systematickej mineralógie, všeobecnej, historickej a regionálnej geológie, ako aj ochrany a tvorby životného prostredia (učebné osnovy pre gymnázium, 1991), na gymnáziách sa prakticky neučí.

Súčasný stav

V súčasnom období sa školstvo riadi Zákonom o sústave základných a stredných škôl 350/1994, ktorý zahŕňa úplné znenie zákona 29/1984 (školský zákon), ako aj zmeny a doplnky zákona 188/1988, 171/1990, 522/1990, 230/1994 a 231/1994, ktoré upravujú pomery v školstve.

Geologické vedy sa učia vo 8. roč. ZŠ v predmete prírodopis v celkovom rozsahu 66 hodín (z toho je 5 hodín praktických cvičení) a čiastočne v rámci zemepisu v 5. až 8. roč. a vo 4. roč. 8-ročných gymnázií v predmete biológia prakticky s rovnakým obsahom ako vo 8. roč. ZŠ. Na gymnáziách sa v rámci geografie v 1. a 2. roč. (cca 4 hodiny) učia základné poznatky o litosfére a o geologických pomeroch regiónov.

Obsah prírodopisu 8. roč. tvoria najmä poznatky o Zemi ako planéte, o jej vzniku a stavbe, o základných geologických dejoch, základných charakteristikách hornín a minerálov, vývoji života na Zemi a o geologickej stavbe Slovenska.

Podľa úpravy školských osnov z roku 1977, ktoré berú do úvahy predĺženie povinnej školskej dochádzky o jeden rok, sa od roku 1997/1998 budú učiť základné geologické poznatky vo 8. roč. ZŠ v prírodopise a v 9. roč. v rámci ekológie aj poznatky o abiotických faktoroch životného prostredia (vzduch, voda, pôda) a o negatívnych vplyvoch na ich čistotu (Uhereková, 1977).

Všeobecne možno konštatovať, že geologické vedy v školskom vzdelávaní nikdy nemali významnejšie postavenie. Často sa menil ich obsah aj zaradenie do prírodovedných predmetov. Hoci sa geologické vedy ako samostatné predmety učili iba výnimočne a obmedzene, spravidla ako súčasť prírodopisu alebo zemepisu, ale aj fyziky, chémie, biológie, fyzikálneho zemepisu, nerastnej ríše atď., predsa len mali v minulosti oveľa významnejšie zastúpenie ako dnes.

Príprava učiteľov geológie

V historickom kontexte príprava učiteľov a jej odborná i didaktická úroveň odrážajú celkový stav spoločnosti a zmeny v školskom systéme. Cieľom tejto časti príspevku je stručne charakterizovať prípravu učiteľov geológie pre ZŠ a SŠ od začiatku 60. rokov a poukázať na paradoxy jej súčasnej podoby.

Od začiatku 60. do prvej polovice 70. rokov pripravovali učiteľov geológie v rámci prírodopisu pre ZŠ najskôr pedagogické inštitúty, potom pedagogické fakulty (v Trnave, Banskej Bystrici, Nitre a v Prešove). Príprava prebiehala podľa viac-menej jednotných plánov a mala pomerne dobrú odbornú aj didaktickú úroveň.

Prípravu učiteľov geológie pre SŠ od roku 1960 garantovala Prírodovedecká fakulta UK Bratislava, kde sa študovala pedagogická kombinácia geológia - chémia a geológia - matematika, a vyznačovala sa najmä vysokou odbornosťou. Didaktická príprava bola skromnejšia. Napr. metodika geológie sa vyučovala iba vo 4. roč. v rozsahu dvoch týždenných prednáškových hodín.

V polovici 70. rokov sa príprava učiteľov ZŠ a SŠ (pre ročníky 5 až 12) zjednotila a participovali na nej pedagogické fakulty a Prírodovedecká fakulta UK v rámci rozličných kombinácií odlišnými učebnými plánmi a s nerovnakou úrovňou odbornej a didaktickej prípravy.

Toto obdobie sprevádzala aj reštruktualizácia fakúlt, zrušenie niektorých fakúlt a od toho sa odvíjajúci rad problémov. Napr. na Prírodovedeckej fakulte UK sa ako dôsledok zmeny pozície predmetu z povinného na voliteľný, resp. nepovinný príprava učiteľov geológie pre SŠ zrušila.

Súčasný stav v príprave učiteľov geológie najmä pre ZŠ a 8-ročné gymnáziá charakterizuje nejednotnosť v odbornej a didaktickej príprave, rad absolútne neriešených problémov, ba niekedy až chaos.

Na prvom mieste treba uviesť, že sa učitelia geologického zamerania pripravujú na univerzitách SR v rámci rozličných študijných odborov, a to prírodopisu a biológie (Prírodovedecká fakulta UK v rámci biológie, Pedagogická fakulta UK v Bratislave prírodopisu, Fakulta prírodných vied UMB v Banskej Bystrici biológie, Pedagogická fakulta UPJŠ v Prešove biológie, Fakulta prírodných vied TU v Trnave prírodopisu a Fakulta prírodných vied UKF v Nitre v rámci biológie). Niektoré fakulty pripravujú učiteľov iba pre ZŠ (napr. Pedagogická fakulta v Trnave a Pedagogická fakulta v Bratislave), iné aj pre SŠ (niektoré fakulty didaktickú prípravu orientujú viac na SŠ, a preto majú učitelia pri nástupe do praxe na ZŠ značné ťažkosti).

Ďalším úskalím sú nejednotné učebné plány, nerovnaká dĺžka štúdia, rozličný spôsob hodnotenia geologických predmetov (kreditný systém s bodovým hodnotením predmetov alebo klasický so zápočtami a skúškami), a tak majú predmety rôznu váhu (povinné a voliteľné) a geológia je alebo nie je súčasťou štátnych záverečných skúšok a pod. Fakulty poskytujú rozličnú, ba dokonca aj nijakú didaktickú prípravu na výučbu geológie. Na väčšine z nich chýba didaktika geológie (okrem Pedagogickej fakulty UMB v Banskej Bystrici) a vo väčšine prípadov nie sú otázky špeciálnej didaktiky geológie ani súčasťou didaktiky prírodopisu alebo biológie.

Nemožno nespomenúť ani rozdiely v terénnej príprave, a najmä fakt, že niekde úplne chýba (napr. na Prírodovedeckej fakulte UK nemajú študenti učiteľských kombinácií s biológiou - okrem kombinácie biológia - geografia - z 25 dní terénnych cvičení ani jeden deň venovaný geológii). Je to paradoxné, ak sa vychádza z faktu, že by absolvent mal vyučovať aj geológiu osobitne náročnú na didaktické sprostredkovanie. Pozitívny vzťah k predmetu, poznávanie a chápanie prírodných dejov, ich výsledkov, ale aj dôsledkov možno u žiakov a študentov najlepšie formovať na vychádzkach (a exkurziách) do okolitej krajiny. Bez schopnosti učiteľa orientovať sa v nej a vedieť v nej aj čítať (práca s topografickou aj geologickou mapou, buzolou, nákresmi, poznávanie prírodnín na mieste ich výskytu, pozorovanie geologických javov a procesov, ovplyvňujúcich všetko dianie - nielen ľudské - v krajine priamo v mieste ich pôsobenia) nemožno vzbudiť u žiakov záujem a nadšenie z poznávania toho, čo sa nedá nahradiť modelmi alebo vzorkami v učebni, laboratóriu či v knižnici.

Kompetentní by sa mali nad tým, kto obstaráva a bude obstarávať výučbu geológie na ZŠ a SŠ, hlboko zamyslieť.

Činnosť konzultačného strediska geologickej sekcie Prírodovedeckej fakulty UK

Konzultačné stredisko pri geologickej sekcii Prírodovedeckej fakulty UK bolo založené 15. februára 1995 s cieľom zlepšiť postavenie geológie v rámci prírodovedných predmetov na ZŠ, najmä skvalitniť výučbu prírodopisu vo 8. roč. pomocou učiteľov v Bratislave a okolí.

Stredisko organizuje prednášky a exkurzie dvarazy za rok, priebežne poskytuje konzultácie, sprevádza skupiny žiakov pri prehliadkach zbierok hornín, minerálov, skamenelín, geologických filmov a pripravuje pomôcky pre učiteľov ZŠ a SŠ. Získava aj poznatky o úrovni a o problémoch pri výučbe geológie. Jeho činnosť je bezplatná a dobrovoľná.

Prednášky z geológie sú zamerané na témy, ktoré si žiadajú sami učitelia ZŠ. Doteraz si o okruhy, ktorým málo rozumejú alebo ktoré prinášajú úplne nové poznatky. Členovia sekcie malí napr. populárno-vedecké prednášky o platňovej tektonike a geologickej stavbe Slovenska a pútavo priblížili učiteľom kryštalografiu, nové poznatky z paleontológie, o nerastných surovinách Slovenska a o ich vplyve na životné prostredie i na politiku štátu. V praktických témach sa učitelia ZŠ zoznámili s meraním geologickým kompasom a s jednoduchými laboratórnymi metódami určovania minerálov.

V spolupráci s Prírodovedeckou fakultou UK a Slovenskou geologickou spoločnosťou, ktorá poskytuje odborníkov a finančný príspevok, sa zorganizovala exkurzia zameraná na geologickú stavbu Malých Karpát (cez Pezinskú Babu) a aplikovanú geológiu, na vodné zdroje (Bratislava), vodné dielo Gabčíkovo a geotermálnu energiu (Dunajská Streda). Okrem autobusových exkurzií sa konali vychádzky zamerané na geologickú stavbu Devínskej Kobyly a dekoračné kamene v uliciach Bratislavy.

Na prednášky a exkurzie chodí 30 až 40 učiteľov zo ZŠ (menej z gymnázií), väčšinou z Bratislavy, niektorí dochádzajú z Malaciek, Senca a Pezinka.

Pre učiteľov sa zhotovili pomôcky, napr. na svojpomocné doplňanie zbierok hornín z lokalít v okolí Bratislavy, prehľad lokalít dekoračného kameňa v centre Bratislavy a zjednodušená tabuľka geologického vývoja Slovenska.

SGS sa usiluje vytvoriť samostatnú sekciu pre učiteľov geológie, konzultačné strediská aj v iných častiach Slovenska, najmä tam, kde sú geologické inštitúcie (Košice, Spišská Nová Ves, Žilina, Banská Bystrica). Upozorňujeme na fakt, že v niektorých krajinách sa z každého vedeckého grantu venuje 1 % financií na propagáciu získaných vedeckých poznatkov vo verejnosti. Apelujeme na zodpovedných pracovníkov, aby sa nevenovali len svojim úzko vedeckým záujmom, ale hľadali širší zmysel svojej práce, aby sa geológia neocitla v ešte horšej pozícii, ako je teraz. Zároveň prosíme o pomoc a nápady pre prácu strediska.

Záver

Na zlepšenie situácie v sledovanej oblasti navrhujeme:

1. Urobiť v učebných plánoch kombinácií pripravujúcich učiteľov geológie nasledujúce zmeny:

a) Študenti aprobácií s biológiou, ktorí budú učiť geológiu, by mali povinne absolvovať všetky geologické disciplíny, ktorých obsah je súčasťou učiva na ZŠ a SŠ, ako aj povinnú odbornú a didaktickú zameranú terénnu prax a exkurziu z geológie.

b) Na univerzitách zaviesť predmet didaktika geológie, príp. jej obsah zahrnúť do didaktiky biológie a do predmetu technika školských pokusov z biológie.

c) Na štátnych záverečných skúškach venovať primeranú časť otázok geológii a didaktike geológie.

2. Profilovať študentov kombinácie environmentalistika - biológia a environmentalistika - chémia v súlade s najnovšími učebnými osnovami pre ZŠ a SŠ na výučbu geológie a do vyšších ročníkov univerzitného štúdia zaradiť predmety s didaktickým zameraním.

3. Doškoľovať učiteľov v praxi, najmä absolventov Prírodovedeckej fakulty UK, formou inovačného doplnkového štúdia alebo grantu zameraného na geologické poznatky a didaktiku geológie.

Presadzovať pedagogické kombinácie s lepším zastúpením geológie a uvažovať o predmete vedy o Zemi na klasickom gymnáziu, príp. o kombináciách s prírodopisom.

5. Vyhľadávať talentovaných študentov ZŠ a SŠ, pomáhať pri SOČ vytvoriť radu oponentov prác SOČ, tím školiteľov pre účastníkov SOČ, vypracovať metodický materiál pre odbor vedy o Zemi, ktorého súčasťou by bola aj geológia, organizovať exkurzie pre žiakov a študentov ZŠ a SŠ atď.

6. SGS by mala vyzvať svojich členov, ktorí pracujú vo vysokých funkciách, aby presadzovali výučbu geológie na stredných školách.

Literatúra

Kahan, Š., 1988: Prečo sa stala geológia popoluškou? *Přírodní vědy ve škole, Praha, 40, 336 - 337.*

Kočárek, E., 1978: Základy didaktiky geologie. 1. časť. *Státní pedagogické nakladateství, Praha.*

Pedagogická encyklopédia Slovenska 1, A-O. 1984 *Veda, Slov. Akad. Vied, Bratislava, 1 - 742.*

Učebné osnovy pre gymnázium. Geológia, nepovinný predmet, 1991, Ministerstvo školstva, mládeže a športu SR, Bratislava, 171 - 176.

Uhereková, M., 1997: Učebné osnovy prírodopisu pre 5. až 9. ročník základnej školy. *Štátny pedagogický ústav Bratislava, 1 - 25.*

Spravodajca Asociácie geológov Slovenska

Rok 1996 bol rokom formovania sa Asociácie geológov Slovenska (AGS), ktorá vznikla, aby združila geológov, ktorých špecializácia nezodpovedá profilácii nijakej z doteraz jestvujúcich profesiových asociácií (SAIG, SAH, SALG, SAG, SGA). Správu o jej vzniku uverejnil aj Geovestník (Mineralia Slovaca, 28, 1996, č. 1). Oficiálne bola zaregistrovaná 7. februára 1996. Po ďalších administratívnych krokoch bol 16. júna 1996 otvorený účet AGS a mohlo sa platiť členské. K 31. decembru 1996 mala AGS 58 platiacich členov, ktorí pracujú v regionálnych centrách (kluboch) v Bratislave, Košiciach a v Banskej Bystrici.

Výbor AGS zvolený na valnom zhromaždení sa prvý raz zišiel v marci 1996 a v zmysle stanov predsedníctvo AGS zvolilo za predsedu V. Bezáka, za podpredsedu S. Jacka a za hospodára M. Sýkoru. Výbor pripravil prihlášku za člena AGS, ktorú s potrebnými informáciami možno dostať u zástupcov klubov: v Košiciach je to prof. Stanislav Jacko (Fakulta BERG TU Košice), v Banskej Bystrici Dr. Ján Spišiak (GÚ SAV, Banská Bystrica) a v Bratislave Dr. Pavol Siman (GS SR, Bratislava). Oficiálna adresa AGS je Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava. Výbor oboznamuje členov s uzneseniami priebežne prostredníctvom zápisníc zo zasadaní zasielaných zástupcom klubov. Celoročnú činnosť zhŕňa správa výboru pre valné zhromaždenie.

Výbor AGS schválil vstup do Únie geologických asociácií Slovenska (ÚGAS) formou zmluvy o súčinnosti, ktorú podpísali predsedovia piatich profesiových asociácií v marci 1996. Cieľom ÚGAS je koordinovať činnosť profesiových asociácií v oblasti ich spoločných záujmov vo vzťahu k iným domácim a zahraničným organizáciám, ako aj k orgánom štátnej správy. Asociácie sú samostatnými a rovnoprávnymi subjektmi a uznesenia ÚGAS sú platné, len keď ich schvália všetky asociácie. Podrobnejšie o štruktúre a činnosti ÚGAS boli publikované v Geovestníku (Mineralia Slovaca, 29, 1997, č. 2).

Jedným z cieľov ÚGAS bolo pripraviť vstup slovenských asociácií do spoločenstva európskych profesiových asociácií združených v EFG (Európska federácia geológov). Výbor ÚGAS sa v júni 1997 rozhodol, že Slovensko vstúpi do EFG zatiaľ bez SAH (valné zhromaždenie SAH so vstupom nesúhlasilo), a to predsedníctvom SAIG, doterajším pozorovateľom v EFG. Slovensko bolo spolu s Dánskom a Poľskom prijaté do EFG v júni 1997 na zasadaní výkonného výboru EFG v Štokholme (bližšie údaje o tom zverejnil R. Ondrášik v Spravodajcovi SAIG, 1997, č. 15).

Valné zhromaždenie AGS sa konalo v máji 1997 opäť postupne v kluboch. Schválilo správu výboru AGS o činnosti a hospodárení. Plán činnosti AGS vychádzal z čl. 2 bodu 2 stanov a bol v základe splnený. Jeho obsahom bola hlavne kooperácia a združenie s ostatnými profesiovými asociáciami (ÚGAS), zastúpenie v Geologickej rade, predkladanie námetov rozvoja geologických vied, pomoc pri výučbe geológie, zmluva o spolupráci s SGS (AGS je kolektívnym členom) a pomoc pri jej odborných akciách (odborná činnosť členov AGS bude naďalej prebiehať hlavne v odborných skupinách SGS). Výbor AGS poslal aj písomné pripomienky sekcii geológie Ministerstva životného prostredia SR ku koncepcii geologického výskumu a prieskumu a k návrhu geologického zákona.

Záverom vyslovujeme želanie, že sa po období konštitovania AGS a ÚGAS zreteľne ukáže opodstatnenosť jestvovania AGS a jej kooperácie s ostatnými slovenskými geologickými asociáciami prostredníctvom ÚGAS.

Za výbor AGS
V. Bezák

Významné životné jubileum RNDr. Jozefa Salaja, DrSc.



Tohto roku sa významného jubilea dožil popredný slovenský biostratigraf RNDr. Jozef Salaj, DrSc. Narodil sa 11. januára 1932 v Želovciach. Základnú školu skončil roku 1943.

Po ročnej brigáde v Ostrave-Kunčiciach študoval na Geologicko-geografickej fakulte KU v Prahe, kde pod vedením vynikajúcich pedagógov, ako bol prof. J. Augusta, prof. J. Špinar, akademik V. Pokorný, akademik R. Kettner a akademik O. Kodym, dostal popri geológii solídne základy aj z paleontológie a biostratigrafie.

Po univerzitných štúdiách nastúpil v auguste 1956 do Geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave a venoval sa geologickému mapovaniu a mikrobiostrtigrafickému výskumu Myjavskej pahorkatiny. Ako prvý kartograficky vymedzil a stratigraficky datoval základné litostratigrafické jednotky senónu a paleogénu označovaného ako gosauský vývoj.

V tom období sa venoval aj výskumu slienitých a flyšových sekvencií kriedy tatrika a fatrika a preukázal ich barémsko-aptský, albský a cenomanský vek.

V rokoch 1961-1965 bolo ťažisko jeho práce v kriedových a paleogénnych sedimentoch na strednom Považí, najmä v manínskej a klapskej jednotke. Osobitnú pozornosť venoval kriedovým súvrstviam, ktoré sa dovtedy datovali len na ojedinelých nálezoch makrofauny.

J. Salaj okruh svojho výskumu postupne rozšíril takmer na celé bradlové pásmo, a tak sa v rozhodujúcej miere zaslúžil o spresnenie litostratigrafických jednotiek, ale aj o nový pohľad na paleogeografický vývoj tejto tektonicky najložitejšej jednotky Západných Karpát. Spolu s najbližšími spolupracovníkmi preukázal plynulú sedimentáciu medzi strednou a vrchnou kriedou, diachronický vek upohlavských zlepencov, dokumentoval prítomnosť senónu v manínskej jednotke a paleocénny a spodnomiocénny vek sedimentov „pribradlového" pásma. Na tomto základe sa zásadne zmenila aj interpretácia tektonického vývoja bradlového pásma, transgresie centrálnokarpatského paleogénu, ako aj paleogeografickej pozície manínskej jednotky.

Začiatkom šesťdesiatych rokov sa vo svete začali intenzívne študovať triasové foraminifery. V súlade s tým - v spolupráci s ďalšími autormi - J. Salaj sústredil pozornosť na túto aktuálnu problematiku, rozličnou intenzitou sa ňou zaoberal aj v ďalších rokoch a zaradil sa medzi popredných znalcov tejto skupiny fosílnych mikroorganizmov a výrazne sa ako prvý pričinil o členenie triasu Západných Karpát na základe foraminifer, biozonácie a o interregionálnu koreláciu tohto útvaru. Výsledky z tohto bádania publikoval v mnohých štúdiách a s K. Borzom a O. Samuelom roku 1993 v monografii Triassic Foraminifers of the West Carpathians. Jeho publikované práce o triase vzbudili veľký medzinárodný ohlas.

V rokoch 1967-1974 sa ťažisko výskumnej práce J. Salaja presunulo do severnej Afriky, kde pracoval v službách Service Géologique de Tunisie. Získané poznatky prezentoval na VI. africkom mikropaleontologickom kolokviu (1974), ktorého bol generálnym sekretárom. Pri tejto príležitosti predložil návrh na hypostratotypy stupňov vrchnej kriedy a paleogénu mediterránnej oblasti. V spolupráci s K. Pozaryskou a J. Szczechurovou (1976) navrhol paleocén v oblasti El Kefu za stratotyp paleocénu v morskom vývoji. Hranicu medzi kriedou a paleocénom tam potom za stratotypovú uznal medzinárodný geologický kongres vo Washingtone. J. Salaj z tejto oblasti navrhol aj stratotypy pre stredný (Harien) a vrchný (Mellégien) paleocén.

Výsledky výskumu v Tunisku publikoval v rade štúdií a komplexne v monografii Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléogéne de la Tunisie septentrionale et orientale (Hypostratotypes tunisiens). Na základe tejto práce mu roku 1976 v Paríži (Université de Paris VI) udelili titul Docteur D'Etat (Dr es SC.).

Po návrate z Tuniska a dvojročnom pracovnom pobyte v Líbyi a v Iraku sa aktívne zapojil do terénneho mikrobiostratigrafického výskumu listov 1:25 000 v oblasti stredného Považia a do prípravy regionálnej geologickej mapy 1:50 000 Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát s vysvetlivkami. Tu, rovnako ako aj v manínskej oblasti, ako prvý upozornil na priaznivú geologickú stavbu z hľadiska výskytu uhľovodíkov (Salaj, 1966).

Dlhšie pracoval na monografii o geológii bradlového a pribradlového pásma stredného Považia, ktorá spolu s geologickou mapou v mierke 1:50 000 vyšla roku 1995.

Bohaté skúsenosti využil J. Salaj aj pri organizovaní 18. európskeho mikropaleontologického kolokvia v Česko-Slovensko, ktorého bol generálnym sekretárom, ako aj v medzinárodnom mikrobiostratigrafickom výskume v rámci projektov IGCP. Významne spolupracoval pri niektorých špeciálnych biostratigrafických výskumoch na Kolumbijskej univerzite (ESRI) a v Amoco Co v Tunisku.

V rámci bilaterálnych dohôd GÚDŠ sa aktívne zúčastňoval na medzinárodnom výskume mezozoika, hlavne triasu. Ako koordinátor s E. Trifonovovou, D. Gheorghianom a V. Coroneouom, na základe foraminifer vypracoval interregionálnu mikrobiostratigrafickú schému triasu Západných Karpát, Balkánu a helenid.

Jubilant vychoval aj rad mladých domácich a zahraničných vedcov, najmä mikropaleontológov.

Od roku 1994 pracuje na Geologickom ústave SAV v Bratislave.

RNDr. Jozef Salaj, DrSc., sa významného jubilea dožil v plnom pracovnom zápale a príkladom optimizmu. Do ďalších rokov činorodej práce mu želáme pevné zdravie, aby mohol nám aj mladej generácii odovzdávať hlboké vedomosti, bohaté skúsenosti a neopakovateľný životný elán.

D. Reháková

Zoznam publikovaných prác

Salaj, J., 1960: Bericht zur Mikrobiostratigraphie der gossauer Kreide im Gebirge Brezovské pohorie und des Paläogene des Hügellandes Myjavská pahorkatina. *Geol. Práce, Zpr., 18, 119 - 130.*

Salaj, J., 1961: Einige Neuen stratigraphischen Kenntnise aus der Kreide des Inneren Klippenzone von Westkarpaten. *Geol. Práce, Zpr., 22, 83 - 97.*

Salaj, J., 1961: Gosauská kriedа. XII. sjazd čs. spol. pre min. a geo., sjazdový sprievodca. *GÚDŠ Bratislava, 68 - 70.*

Began, A. & Salaj, J., 1961: Microfaune de la zone, Leymeriella tardefurcata Leym. de la zone des Klippes au N de Nëv Mesto nad Váhom. *Geol. Práce, Zpr., 22, 97 - 98.*

Samuel, O. & Salaj, J., 1961: Einige Bemerkungen zur Mikrobiostratigraphie der "Dan" - Paläozän Sedimente in der Tschechoslovakischen Westkarpaten. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 12, 2, 165 - 174.*

Salaj, J., 1962: Mikrobiostratigrafia dánu gosauskej kriedy a centrálneho paleogénu Myjavskej pahorkatiny. *Geol. Práce, Zpr., 24, 199 - 204.*

Salaj, J., 1962: Mikrobiostratigraphische studien der Kreide in der Krížná und Manín - Einheit. *Geol. Práce, Zoš., 62, 245 - 259.*

Salaj, J., 1962: Niekoľko profilov strednokriedovým súvrstvím manínskej série. *In: M. Maheľ et al. (Eds.): Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Žilina. GÚDŠ Bratislava, 79 - 81.*

Jendrejáková, O. & Salaj, J., 1962: Über des Vorkommen der Unteren Kreide der Czorsztyner Serie in der Klippenzone. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 13, 2, 183 - 186.*

Samuel, O. & Salaj, J., 1962: Einige Neue Foraminiferenarten aus der Kreide und dem Paläogen von Westkarpaten. *Geol. Práce, Zoš., 62, 313 - 320.*

Salaj, J., 1963: Mezozoikum brezovské deprese. *In: T. Buday et al. (Ed.): Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Gottwaldov. Ústř. Úst. geol., Praha, 557 - 563.*

Salaj, J., 1963: Paleogén centrálních Karpat. *In: T. Buday et al. (Ed.): Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Gottwaldov. Ústř. Úst. geol., Praha, 91 - 97.*

Salaj, J. & Began, A., 1963: Zur Faziellen und Mikrobiostratigraphischen Entwicklung der Oberkreide in der Klippen-zone. *Geol. Práce, Zpr., 30, 113 - 120.*

Salaj, J. & Samuel, O., 1963: Contribution to stratigraphy of Cretaceous of the Klippen belt and Central West Carpathians. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 14, 1, 109 - 125.*

Leško, B., Salaj, J. & Samuel, O., 1963: Paleogene of Slovak Carpathians Klippen Belt. - Carpato-Balkan. *Geol. Assoc., VI. Congr., Warszawa, 87 - 89.*

Samuel, O. & Salaj, J., 1963: Contribution to Paleogene of Myjavská pahorkatina vicinity of Považská Bystrica, Žilina and Eastern Slovakia. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 149 - 163.*

Samuel, O. & Salaj, J., 1963: Zur Mikrobiostratigraphie der Mittel- und Oberkreide im Ostteil der Klippezone. *Geol. Práce, Zpr., 30, 93 - 112.*

Salaj, J., 1964: Mikrobiostratigrafický výskum spodnej a strednej kriedy centrálnych Karpát. *Zpr. geol. Výsk. v Roku 1963. GÚDŠ, Bratislava, 78.*

Salaj, J. & Samuel, O., 1964: Review on the work W. Simon, H. Bartenstein et al., 1962: Leitfossilen der Mikropaläontologie in Arbeitshreis Deutscher Mikropaläontologen. *Geol. Práce, Zpr., 31, 216.*

Began, A. & Salaj, J., 1964: Výskum bradlového pásma na liste Myjava (1:50 000). *Zpr. geol. Výsk. v Roku 1963, 70.*

Began, A., Salaj, J. & Samuel, O., 1964: Einige Bemerkungen zur Arbeit von V. Scheibnerová: Some new informations on the Cretaceous of the klippen belt of West Carpathians. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 15, 2, 311 - 324.*

Leško, B., Salaj, J. & Samuel, O., 1964: Paleogén bradlového pásma slovenských Karpát. *Geol. Práce, Zpr., 31, 95 - 102.*

Samuel, O., Salaj, J. & Vaňová, M., 1964: Formational Biostratigraphy of Central Carpathians. Report of the Twenty-second sess. *Int. Geol. Congr. India, New Delhi, 241 - 252.*

Salaj, J., 1965: Správa o geologickom výskume na liste Myjava. *Zpr. geol. Výsk. v Roku 1964, 56.*

Began, A., Borza, K., Salaj, J. & Samuel, O., 1965: On the age Upohlava Conglomerates. *Geol. Práce, Zpr., 36, 123 - 138.*

Srnánek, J. & Salaj, J., 1965: Remarks to the geology of the Pieniny part of Klippen belt in the vider vicinity of Stará Ľubovňa. *Geol. Práce, Zpr., 35, 61 - 72.*

Salaj, J., 1966: Possibilité du trouvaille de petrole dans le Mésozoique des Carpates occidentales. *Geol. Průzk., 12, 414 - 416.*

Salaj, J., 1966: 9. európske mikropaleontologické kolokvium. *Geol. Práce, Zpr., 40, 185 - 186.*

Salaj, J. & Samuel, O., 1966: Foraminifera der Westkarpaten-Kreide (Slowakei). *Vyd. GÚDŠ, Bratislava, 1 - 292.*

Began, A., Borza, K. & Salaj, J., 1966: Zum Auftreten der Manín-Serie Westlich von Trenčín. *Geol. Práce, Zpr., 40, 168 - 170.*

Biely, A. & Salaj, J., 1966: Zum Frage der Oberkreide-Sedimente im oberen Hron-Tal. *Geol. Práce, Zpr., 40, 172 - 174.*

Salaj, J., Biely, A. & Bystrický, J., 1967: Die Foraminiferen in der Trias der Westkarpaten. *Arch. Sci., phys. natur. Genéve, 19, 2, 211 - 218.*

Salaj, J., Biely, A. & Bystrický, J., 1967: Trias - Foraminiferen in den Westkarpaten. *Geol. Práce, Zpr., 42, 119 - 136.*

Salaj, J. & Jendrejáková, O., 1967: Die Foraminiferen aus der oberen Trias der Westkarpaten. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 18, 2, 311 - 313.*

Kochanová, M., Peržel, M. & Salaj, J., 1967: Vorkommen der Rhaet-Gesteine immitten der liassischen Kalk-Dolomitbrekzien in den Kleinen Karpaten. *Geol. Práce, Zpr., 43, 207 - 208.*

Samuel, O., Salaj, J., Köhler, E. & Borza, K., 1967: Relation of the Cretaceous to the Paleogene in the Klippen Belt of the Váh riverside (West Carpathians). *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 18, 1, 125 - 132.*

Salaj, J. & Samuel, O., 1968: Einige Bemerkungen zum Diskusionbeitrag von Dr. E. Hanzlíková. *Geol. Práce, Zpr., 51, 245 - 253.*

Pesl, V., Salaj, J. & Vass, D., 1968: The Flysch and Klippen Belts, Neogene Basins of West Carpathians. XXIII. Intern. *Geol. Congr., Guide to Excurs. 6 AC, Praha, 3 - 40.*

Biely, A., Bystrický, J., Bajaník, Š., Began, A., Borza, K., Kamenický, J., Kochanová, M., Kullmanová, A., Salaj, J. & Snopko, L., 1968: Geology of the Inner West-Carpathians. XXIII. Intern. *Geol. Congr., Guide to Excurs. 45 AC, Praha, Bratislava, 3 - 44.*

Samuel, O. & Salaj, J., 1968: Microbiostratigraphy and Foraminifera of the Slovak Carpathian Paleogene. *Vyd. GÚDŠ, Bratislaa, 1 - 232.*

Salaj, J., 1969: Zones planctoniques du Crétacé et du Paléogéne de Tunisie. *Proc. Planct. Confer. Genéve 1967, 2, Leiden, 588 - 593.*

Salaj, J., 1969: Quelques remarques sur les problémes microbiostratigraphiques du Trias. *Not. Serv. géol. (Tunis), 31, 5 - 23.*

Salaj, J., 1969: Essai de Zonation dans le Trias des Carpathes occidentales d'aprés les Foraminiféres. *Geol. Práce, Zpr., 123 - 128.*

Salaj, J., 1969: Zones planctiques du Crétacé et du Paléogéne de Tunisie. *Not. Serv. géol. (Tunis), 30, 32 - 37.*

Salaj, J., 1969: Meandrospiranella nov. gen, a new mid-Triassic foraminifer from the West Carpathians, Czechoslovakia. *J. Paleont., 43, 5, Part I of II, 1294 - 1295.*

Ilavský, J. & Salaj, J., 1969: Mikrobiostratigraphie du Crétacé de la région de Kasserine (Tunisie centrale). *Not. Serv. géol. (Tunis), 30, 17 - 31.*

Ilavský, J. & Salaj, J., 1969: Microbiostratigraphie du Crétacé de la région de Kasserine (Tunisie centrale). III. Conf. panafricaine de Mipropal. *Cairo 1968 (Nidoc), 255 - 259.*

Pini, S. & Salaj, J., 1969: Découverte de Jurassique l'Ouest de Medjez El Bab (Tunisie septentrionale). *Not. Serv. geol. (Tunis), 31, 25 - 35.*

Salaj, J., 1970: Quelques remarques sur les problémes de microbiostratigraphie du Crétacé supérieur et du Paléogéne. IVe Coll. *Afr. Micropal., Abidjan 1970, Nice, 357 - 374.*

Salaj, J. & Stráník, Z., 1970: Découverte du Rhétien dans l'Atlas tunisien oriental. *C. R. Acad. Sci., Paris, 271, 2087 - 2089.*

Massin, J. M. & Salaj, J., 1970: Contribution l'étude de la région Nebeur (Tunisie septentrionale). *Bull. Soc. Géol. France, 7, 12, 818 - 825.*

Salaj, J. & Maamouri, A. L., 1971: Remarques biostratigraphiques sur le Sénonien supérieur de l'anticlinal de l'Oued Bazina région de Béja, Tunisie septentrinale. *Not. Serv. géol. (Tunis), 32, 65 - 78.*

Salaj, J. & Stráník, Z., 1971: Rhétien dans l'Atlas tunisien oriental. *Not. Serv. géol. (Tunis), 32, 37 - 44.*

Salaj, J. & Stráník, Z., 1971: Contribution l'étude stratigraphique du Miocéne du Synclinal de Saouaf (Région du Dj. Fkirine, Tunisie orientale). *Not. Serv. geol. (Tunis), 32, 79 - 82.*

Bajaník, Š. & Salaj, J., 1971: Données nouvelles sur la zone de cicatrice de la région d'Oued Zarga, Tunisie septentrionale). *Not. Serv. geol. (Tunis), 32, 3 - 23.*

Biely, A. & Salaj, J., 1971: L'Oligo-Miocéne du Béjaoua oriental (Tunisie septentrionale). *Not. Serv. géol. (Tunis), 34, 71 - 107.*

Bajaník, Š. & Salaj, J., 1971: Oligo-Miocéne du Djebel Chitana (Tunisie septentrionale). *Not. Serv. géol. (Tunis), 34, 109 - 114.*

Salaj, J. & Bajaník, Š., 1972: Essai de subdivision lithostratigraphique du Trias de la Tunisie septentrionale. *Not. Serv. géol. (Tunis), 38, 27 - 33.*

Salaj, J. & Bajaník, Š., 1972: Contribution la stratigraphie du Crétacé et du Paléogéne de la région del'Oued Zarga. *Not. Serv. géol. (Tunis), 38, 63 - 71.*

Biely, A., Rakus, M., Robinson, P. & Salaj, J., 1972: Essai de correlation des formations miocénes au Sud de la Dorsale tunisienne. *Not. Serv. géol. (Tunis), 38, 73 - 92.*

Batík, P., Maamouri, A. L. & Salaj, J., 1972: Le Tortonien dans la zone des ecailles, feuille de Béja au 1:50 000. *Not. Serv. géol. (Tunis), 39, 115 - 119.*

Bajaník, Š. & Salaj, J., 1972: Néogéne sous faciés Bous Sefra entre Téboursouk et Medjez el Bab (Tunisie septentrionale). *Not. Serv. géol. (Tunis), 39, 121 - 135.*

Salaj, J., 1972: Remarques sur Helvetoglobotruncana Reiss, 1957, emend. *Not. Serv. géol. (Tunis), 40, 71 - 74.*

Bajaník, Š. & Salaj, J., 1972: Lithostratigraphie de l'Oligocéne dans la région de Bizerte. *Not. Serv. géol. (Tunis), 40, 75 - 77.*

Bellier, J. P. & Salaj, J., 1972: A propos du genre Rotundina Subbotina, 1953, emend. Salaj 1962 (Globotruncanidae). *Not. Serv. géol. (Tunis), 40, 109 - 112.*

Salaj, J., 1972: Remarques microbiostratigraphiques du Miocéne de Penedés dans la depression prélitorale Catalane. *Not. Serv. géol. (Tunis), 40, 113 - 116.*

Stráník, Z., Memmi, L., Menčík, E. & Salaj, J., 1972: Biostratigraphie du Crétacé inférieur de l'Atlas tunisien oriental. *Conf. Afr. Geol. Ibadam 1970, 529 - 546.*

Bajaník, Š. & Salaj, J., 1973: Quelques remarques sur la tectonique du Néogéne entre Téboursouk et Medjez el Bab. Livre Jubilaire M. Solignac. *Ann. Mines Géol. (Tunis), 26, 121 - 124.*

Biely, A., Memmi, L. & Salaj, J., 1973: La Crétacé inférieur de la région d'Enfidaville. Découverte d'Aptien condensé. Livre Jubilaire M. Solignac. *Ann. Mines Géol. (Tunis), 26, 169 - 178.*

Salaj, J., 1973: Proposition pour les Néostratotypes du Crétacé supérieur (en vue de la zonation des régions de la Téthys). Livre Jubilaire M. Solignac. *Ann. Mines Géol. (Tunis), 26, 219 - 222.*

Salaj, J., Bajaník, Š., Mienčík, E. & Stráník, Z., 1973: Quelques problémes relatifs au Paléocéne du Sillon tunisien et de l'Atlas oriental. Livre Jubilaire M. Solignac. *Ann. Mines Géol. (Tunis), 26, 223 - 231.*

Bajaník, Š., Biely, A. & Salaj, J., 1973: Notice explicative, feuille, 1:50 000, d'Oued Zarga. *Tunis.*

Bellier, J. P. & Salaj, J., 1973: Observation sur deux espéces du genre Rotundina Subbotina, 1953, emend. Salaj 1962. *Rev. Micropaléont. (Paris), 16, 1, 7 - 13.*

Salaj, J., 1974: Microbiostratigraphie du Crétacé supérieur de la région de Pont du Fahs. Livret-guide des excurs. du VIe Coll. *Afr. Micropaléont. (Tunis), 41 - 49.*

Salaj, J., 1974: Microbiostratigraphie du Sénonien supérieur du Danien et du Paléocéne de la région du Kef. Livret-guide des excurs. du VIe Coll. *Afr. Micropaléont. (Tunis), 51 - 57.*

Salaj, J., 1974: Proposition pour des hypostratotypes du Danien et du Paléocéne (localité type de la formation El Haria: le Kef, Tunisie septentrionale). *Not. Serv. géol. (Tunis), 41, 91 - 100.*

Salaj, J., 1974: A propos de Globotruncana calcarata Cushman, 1927. *Not. Serv. géol. (Tunis), 41, 105 - 108.*

Salaj, J., 1974: Contribution la microbiostratigraphie des Hypostratotypes tunisiens du Crétacé supérieur, du Danien et Paléocéne. VIe Coll. *Afr. Micropaléont., Rémusés. (Tunis), 1.*

Salaj, J., 1974: Les problémes microbiostratigraphiques du Trias des Carpates Occidentales tchécoslovaques. VIe Coll. *Afr. Micropaléont., Rémusés, 1.*

Salaj, J., Batík, P., Mameri, N. & Maamouri, A. L., 1974: Le Sénonien supérieur et le Paléogéne de la région des Hédil. Livret-guide des excurs. du VIe Coll. *Afr. Micropaléont. (Tunis), 59 - 66.*

Bajaník, Š. & Salaj, J., 1974: L'Oligo-Miocéne entre Téboursouk et Medjez el Bab. Livret-guide des excurs. du VIe Coll. *Afr. Micropaléont. (Tunis), 73 - 80.*

Bellier, J. P. & Salaj, J., 1974: Les Rotundinae, un nouveau taxon de la famille des Globotruncanidae Brotzen, 1942. *Rémusés des Communications, Serv. géol. Tunisie et Dept. de géol. Fac. Sci. (Tunis), 1.*

Maamouri, A. L. & Salaj, J., 1974: Les Ventilabrellinae et les Pseudotextulariinae, nouveaux taxons de la famille des Heterohelicidae Cushman 1927, emend. VIe Coll. *Afr. Micropal., Résumés, Serv. géol. Tunisie et Dept. géol. Fac. Sci., 1.*

Maamouri, A. L. et Salaj, J., 1974: Subdivision microbiostratigraphiques du Crétacé inférieur

du Djebel Oust (Tunisie septentrionale). Résumés des Communications, 1, VI[e] Coll. *Afr. Micropaléont. (Tunis), 1.*

Rutsch, R. F. & Salaj, J., 1974: Eine Foraminiferen-Fauna aus dem Stratotyp des Helvetien (Mayer-Eymar) - 1958). *Eclogae geol. Helv., 67, 2, 431 - 434.*

Rutsch, R. F. & Salaj, J., 1974: Validité du stratotype de l'Helvetien d'Imuhübel. VI[e] Coll. *Afr. Micropal., Résumés, 1.*

Stráník, Z., Menčík, E., Memmi, L. & Salaj, J., 1974: Biostratigraphie du Crétacé inférieur de l'Atlas oriental. *Not. Serv. géol. (Tunis), 41, 65 - 85.*

Salaj, J., 1975: Contribution la microbiostratigraphie du Mésozoique et du Tertiaire de la Tunisie septentrionale. VIe Coll. *Afr. Micropaléont. (Adis Abeba, Madrid), 703 - 783.*

Salaj, J., 1975: Quelques remarques sur le Miocéne sous faciés de Bou Sefra de Tunisie septentrionale. *Neu. Jb. Geol. Paläont., Abh.; Mh. (Stuttgart), 7, 412 - 423.*

Began, A. & Salaj, J., 1975: In: O. Samuel, K. Borza & E. Köhler (Eds.) 1972: Microfauna and Lithostratigraphy of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the Middle Váh Valley (West Carpathians). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Amsterdam), 483, 5, 2.*

Memmi, L. & Salaj, J., 1975: Le Berriasien de Tunisie. Succession de faunes d'Ammonites, de Foraminiféres et de Tintinoides. Coll. sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon-Neuchatel 1973. *Mém. B. R. G. M. (Paris), 86, 58 - 67.*

Salaj, J., 1976: Benthic zonation of the Lower Cretaceous in the Djebel Zaghouan region. Maritime Sediments, Spec. Publ., 1, Part B, Halifax, 501 - 507.

Salaj, J., 1976: Contribution la microbiostratigraphie du Mésozoique et du Tertiaire de Tunisie septentrionale. *Not. Serv. géol. (Tunis), 42, 29 - 69.*

Salaj, J., 1976: Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléogéne de la Tunisie septentrionale et orientale. Thése de Doctorat d'Etat. Univ. de Paris VI, Labor. de Micropaléont., 1 - 375.

Salaj, J., Pozaryska, K. & Szczechura, J., 1976: Foraminifera zonation and subdivision of the Paleocene hypostratotypes of Tunisia. Acta paleont. pol., 21, 2, 127 - 190.

Salaj, J., 1977: Contribution la microbiostratigraphie du Trias des Carpates occidentales tchécoslovaques. Actes du VI[e] Coll. Afr. Micropaléont., Tunis 1974. Ann. Mines et Géol., 28, 1, 103 - 127.

Salaj, J. & Began, A., 1977: Svjaz verchnego mela Zapadnych Karpat s tetydnoj i borealnoj oblastjami. Proc. XI Congr. Carpathian-Balcan Geol. Assoc., Naukova Duma, Kyjev, 68.

Salaj, J. & Samuel, O., 1977: A propos du Cénomanien supérieur - Turonien de la zone des Klippes des Carpates occidentales slovaques. *Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 2 - 3, 71 - 86.*

Bajaník, Š., Biely, A., Menčík, E., Salaj, J. & Stráník, Z., 1977: Carte géologique de la Tunisie 1/50 000, feuille No 35, Dj. Zaghouan et notice explicative. Ed. Serv. géol. (Tunis), 1 - 70.

Martin, D. L., Memmi, L., Nairn, A. E. M., Salaj, J. & Schmitt, T. J., 1977: Cretaceous magnetic stratigraphy Summary of Progress. *Not. Serv. géol. (Tunis), 43, 55 - 61.*

Salaj, J., 1978: Contribution la microbiostratigraphie des Hypostratotypes tunisiens du Crétacé supérieur, du Danien et du Paléocéne. Les Actes du VI[e] Coll. Afr. Micropal. Tunis 1974. *Ann. Min. Géol., 28, 2, 119 - 145.*

Salaj, J., 1978: Geology of the Pelagian Block; The eastern Tunisian platform. *In: A. E. M. Nairn, F. G. Stehli & W. Kanes (Eds.): The Ocean Basins and Margins. New York, London, Washington, Boston, 361 - 416.*

Salaj, J., 1978: Kriedа a paleogén severného a východného Tuniska. *Mineralia Slov., 10, 1, 35 - 56.*

Salaj, J., 1978: The type section of the Cretaceous and Paleogene of Tunisia proposed for the hypostratotypes and their applications for correlation with planktonic zones of Libya. Second. Symp. on the Geology of Libya, 51 - 52.

Salaj, J., 1978: Tuniské vrchnokriedové a paleocénne hypostratotypy. *Mineralia Slov., 10, 2, 132.*

Salaj, J. & Bellier, J. P., 1978: Une coupe de reference pour la zonation de l'Albien du Cénomanien et du Turonien de Tunisie septentrionale. Ann. Muséum Hist. natur. Nice, I-XXI.

Salaj, J., Kysela, J., Gašparíková, V. & Began, A., 1978: le Danien de la série de Mamin de l'Ouest de Žilina et la question de plissement laramique. *Geol. Práce, Spr., 70, 57 - 81.*

Salaj, J. & Polák, M., 1978: Meandrospira deformata Salaj, as indicator of the change of ecological and paleogeographical conditions. In: Konf., symp., sem. Paleogeografický vývoj Západných Karpát, 213 - 216.

Bajaník, Š., Biely, A. & Salaj, J., 1978: Carte géologique de la Tunisie 1/50 000, feuille No 43, Enfidaville et notice explicative. Ed. Serv. géol. (Tunis), 1 - 41.

Began, A., Haško, J., Salaj, J. & Samuel, O., 1978: Standard profiles for Microbiostratigraphical division of the Middle Cretaceous on the West Carpathians in Czechoslovakia. Ann. Mus. Hist. natur. Nice, 4, X.1-X.19.

Began, A. & Salaj, J., 1978: New paleogeographical knowledge in the Upper Cretaceous and Paleogene of Western and Central Slovakia. In: Konf. symp. sem. Paleogeografický vývoj Západných Karpát, 161 - 174.

Bellier, J. P. & Salaj, J., 1978: Les Rotundinae, un nouveau taxon de la famile des Globotruncanidae Brotzen, 1942. Les Actes du VI[e] Coll. Afr. de Micropal., Tunis 1974. Ann. Mines Géol. (Tunis), 28, 2, 319 - 320.

Maamouri, A. L. & Salaj, J., 1978: Les Ventilabrellinae et les Pseudotextulariinae, deux nouveaux taxons de la famile des Heterohelicidae Cushman, 1927, emend. Les Actes du VI[e] Coll. Afr. Micropaléont., Tunis 1974. Ann. Mines Géol., 28, 2, 103 - 109.

Maamouri, A. L. & Salaj, J., 1978: Subdivision microbiostratigraphiques du Crétacé inférieur du Djebel Oust (Tunisie septentrionale). Les Actes du VI[e] Coll. Afr. Micropaléont., Tunis 1974. Ann. Mines Géol., 28, 2, 91 - 101.

Menčík, E., Salaj, J. & Stráník, Z., 1978: Notice explicative de la feuille géologique 1/50 000 du Dj. Fkirine (Ed.): Serv. géol. (Tunis), 53.

Salaj, J., 1979: Cretaceous-Tertiary boundary events in Tunisia and Libya. Cretaceous-Tertiary boundary events, Symp. Copenhagen 1979. II. Proceedings, 244 - 245.

Salaj, J., 1979: Geological map of Libya 1:250 000, Sheet: Al Quaryat al Gharbiyah NH 33-5. Explanatory Booklet, Tripoli, 9 - 74.

Salaj, J., 1979: Mikrobiostratigrafia rezu Západných Karpát Slovenska na základe foraminifer so vzťahu k rezu tetydnej oblasti. [Autoreferát dokt. diz. práce.] Bratislava, 1 - 33.

Salaj, J., 1979: Two-layered wal structure in Triassic foraminifers of the family Involutinidae. Paleont. Conf. 1977. Univ. Karlova, Praha, 183 - 188.

Salaj, J. & Gašparíková, V., 1979: Microbiostratigraphy of the Upper Cretaceous of the West Carpathians on the basis of foraminifers and nannofossils and the question of relation and migration of Boreal and Tethyan elements. Aspecte der Kreide Europas, IUGS, Series A, 6, 279 - 292.

Salaj, J. & Samuel, O., 1979: Chronostratigrafia vrchnej kriedy a jej aplikácia na Západné Karpaty. *Geol. Práce, Spr., 73, 111 - 160.*

Gašparíková, V. & Salaj, J., 1979: The Cretaceous-Paleogene boundary in the West Carpathians (foraminifera, nannofossils). Cretaceous-Tertiary boundary events, Symp. Copenhagen 1979. II. Proceedings, Copenhagen, 117 - 118.

Salaj, J., 1980: Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléogéne de la Tunisie septentrionale et orientale (hypostratotypes tunisiens). *Vyd. GÚDŠ Bratislava, 1 - 238.*

Salaj, J. & Megerisi, F. M., 1980: Microbiostratigraphy of Upper Senonian and Paleocene of Al Qaryat al Gharbiyah area (Hammada al Hamra, Libya). 5th Iraqi Geol. Congr. Baghdad 1978, Mosul, 387 - 397.

Rutsch, R. F. & Salaj, J., 1980: Validité du Stratotype de l'Helvetien d'Imuhübel. Actes du VI[e] Coll. Afr. Micropaléont. Tunis 1974. Ann. Mines Géol., 28, 3, 397 - 407.

Samuel, O., Salaj, J. & Began, A., 1980: Lithostratigraphical classification of Upper Cretaceous and Paleogene sedimentary rocks of the Myjavská pahorkatina. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 6, 81 - 111.*

Maheľ, M., Kahan, Š., Gross, P., Vaškovský, I. & Salaj, J., 1981: Geologická mapa Strážovských vrchov. *Vyd. GÚDŠ Bratislava.*

Samuel, O., Salaj, J. & Borza, K., 1981: Bispiranella nov. gen. (Foraminifera) from Upper Triassic of West Carpathians. *Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 6, 87 - 91.*

Salaj, J., 1982: Paleogeographic development of the NW part of the West Carpathians of Slovakia. Symp. Mid-cretaceous events Uppsala 1981. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Amsterdam), 39, 3 - 4, 203 - 229.*

Salaj, J. & Began, A., 1982: Paleogeographical and tectonic development of the Senonian and Paleogene to myjavská pahorkatina upland. 2. Symp. kreide, Abstract, 2, München, 71.

Salaj, J. & Gašparíková, V., 1982: Turonian and Coniacian Microbiostratigraphy of the Tethys regions on the basis of foraminifera and nannofossils. 2. Symp. kreide, Abstract, 2, München, 72.

Salaj, J. & Maamouri, A. L., 1982: Rugotruncana kefiana n. sp. du Senonien supérieur d'El Kef. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 33, 4, 463 - 479.*

Mello, J. & Salaj, J., 1982: Trouvaille des calcaires du Crétacé dévelopées sous faciés de Gosau dans la vallée de Miglinc (Karst de Slovaquie). *Geol. Práce, Spr., 77, 49 - 54.*

Salaj, J., 1983: Foraminifera and detailed Microbiostratigraphy of boundary beds of Lower Cretaceous stages in the Tunisian Atlas. Symp. on Cretaceous Stage Boundaries, Abstracts, 175 - 177.

Salaj, J., 1983: Quelques problémes taxonomiques concernant les foraminiféres planctiques et la zonation du Sénonien supérieur d'El Kef. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 32, 2, 187 - 212.*

Salaj, J. & Began, A., 1983: Senonian to Paleogene paleogeographic and tectonic development of the Myjavská pahorkatina Upland (West Carpathians, Czechoslovakia). *Zitteliana, München, 10, 173 - 181.*

Salaj, J., Began, A. & Hanáček, J., 1983: Geological structures of Myjavská pahorkatina (upland) and Čachtické Karpaty Mts. Excursion Guide-Book of the XVIII[th] Europ. Micropal. Coll. (Bratislava), 31 - 53.

Salaj, J., Borza, K. & Samuel, O., 1983: Triassic Foraminifers of the West Carpathians. *Vyd. GÚDŠ Bratislava, 213.*

Salaj, J. & Gašparíková, V., 1983: Turonian and Coniacian microbiostratigraphy of the Tethys regions on the basis of foraminifera and nannofossils. *Zitelliana, München, 10, 595 - 607.*

Borza, K., Gašparíková, V., Michalík, J., Salaj, J. & Vašíček, Z., 1983: A detailed macro- and microbiostratigraphy of the Hauterivian-Barremian boundary beds in Krížna Nappe of Strážovské vrchy Mts., West Carpathians. Symp. on Cretaceous Stage Boundaries, Abstracts, Copenhagen, 30 - 31.

Salaj, J. & Maamouri, A. L., 1983: Campanian - Maastrichtian Boundary in the Tethyan region, based on Planktic foraminifera (Ket ez Zerbia - El Haria and Dj. Fguira Salah, Tunisia). Symp. on Cretaceous Boundaries, Abstracts, 178 - 181.

Began, A., Haško, J., Kysela, J., Salaj, J. & Samuel, O., 1983: Basical features of structure of the Klippen Belt. In: Konf., symp., sem., Excursion Guide-Book of the XVIII[th] Europ. Micropaléont. Coll., Bratislava, 59 - 83.

Bellier, J. P., Caron, M., Donze, P., Herm, D., Maamouri, A. L. & Salaj, J., 1983: Le Campanien sommital et le Maastrichtien de la coupe du Kef (Tunisie septentrionale): zonation sur la base des Foraminiféres planctoniques. *Zitteliana, München, 10, 609 - 611.*

Salaj, J., 1984: Boundaries of Upper Cretaceous hypostratotypes at the profile Djebel Fguira Salah. *Bull. Soc. Geol. Denmark, 33, 1 - 2, 199 - 201.*

Salaj, J., 1984: Cretaceous Tertiary boundary events in Tunisia and Libya. J. Geol. Soc. iraq, 16 - 17, 107 - 125.

Salaj, J., 1984: Foraminifers and detailed microbiostratigraphy of the boundary beds of the Lower Cretaceous stages in the Tunisian Atlas. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 5, 583 - 599.*

Salaj, J., 1984: In: F. Robaszynski, M. Caron, J. M. Gonzáles Donoso, A. H. Wonders & E. W. G. P. E., 1984: Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Rev. Micropaléont., Paris, 26, 3 - 4, 145 - 305.*

Salaj, J., Borza, K. & Samuel, O., 1984: Foraminifera and biostratigraphy of the Trias of the West Carpathians. XXVII. Intern. Geol. Congr. Moskva, Abstracts, 1, 71.

Salaj, J. & Jendrejáková, O., 1984: Ecology and facial relation of some groups of Triassic foraminifers and ostracods of s paleographic importance. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 2, 231 - 240.*

Salaj, J. & Maamouri, A. L., 1984: Campanian/Maastrichtian boundary in Tunisia. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 1, 531 - 558.*

Salaj, J. & Megerisi, M., 1984: Upper Senonian and Paleogene biostratigraphy and paleo-

graphic development of Al Qaryat al Gharbíyah area (Hammada al Hamra) Libya. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 2, 205 - 222.*

Salaj, J. & Samuel, O., 1984: Microbiostratigraphic division of West Carpathians Mesozoic and Paleogene. *Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 9, 13 - 73.*

Salaj, J. & Solakius, N., 1984: The genus Kassabiana Salaj, 1983, from the uppermost Maastrichtian on northeastern Tunisia. Canad. J. Earth Sci., 21, 1199 - 1204.

Began, A., Hanáček, J., Mello, J. & Salaj, J., 1984: Geologická mapa Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát, 1:50 000. *Vyd. GÚDŠ Bratislava.*

Gašparíková, V. & Salaj, J., 1984: Albian to Cenomanian microbiostratigraphy of the Manín Belt on the basis of foraminifers and nannofossils in the Belušské Slatiny - Slopná area. Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Komm. (Wien), 7, 43 - 65.

Salaj, J. & Began, A., 1985: Contribution to tectonics of the Klippen belt and Klape zone of the Middle Váh valley. Správy o geol. Výsk., Reg. geol. Západných Karpát, 21, 101 -104.

Solakius, N. & Salaj, J., 1985: Foraminiferids from Maastrichtian of Enfidaville northeastern Tunisia. J. N. Geol. Paläont. Abh., 170, 2, 220 - 241.

Salaj, J., 1986: Benthic foraminifers of the Archaeoglobitruncana kefiana zone from the basal Maastrichtian in the area of El Kef (Tunisia). Bentos '86, Abstracts, P. 54. Genéve.

Salaj, J., 1986: L'Harien et le Mellégien, les nouveaux étages proposés pour le stratotype du Paléocéne marin prés d'El Kef (Tunisie septentrionale). Les Actes, 1er Congr. nat. Sci. Terre (Tunis), 1981, 263 - 270.

Salaj, J., 1986: Proposition of Turonian boundaries of the tethyan Realm on the basis of foraminifers. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 37, 4, 483 - 499.*

Salaj, J., 1986: The Cretaceous and Paleocene sections of Tunisia proposed as the hypostratotypes and their correlation with planktic zones of Libya. J. Geol. Soc. Iraq, 19, 2.

Salaj, J., 1986: The new Postrugoglobigerina praedaubjergensis zone at the of the stratotype of the marine Paleocene. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 37, 1, 35 - 58.*

Salaj, J., Trifonova, E. & Gheorghian, D., 1986: Problems of triassic microbiostratigraphy (Foraminifers) of the Carpathian-Balkan realm. Benthos '86, Abstracts, 54.

Bystrický, J., Rakus, M., Houša, V., Vašíček, Z. & Salaj, J., 1986: Současný stav chronostratigrafického dělení mesozoika. Zpráva čsl. stratigrafické komisie. *Věst. Ústř. Úst. geol., 61, 311 - 316.*

Solakius, N. & Salaj, J., 1986: A new Kassabiana species from the Uppermost Maastrichtian of northeastern Tunisia. Rev. Esp. Micropaléont. (Madrid), 18, 1, 71 - 77.

Salaj, J., 1987: Integrated microbiostratigraphy of the Albian to basal Santonian and its problems. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 38, 3, 357 - 370.*

Salaj, J., 1987: Problems of the Miocene Bou Sefra facies and the age of rodents from Testour (N. Tunisia). 3rd Symp. Geol. of Libya, Abstracts, 706.

Salaj, J., 1987: Rét, jeho postavenie v mezozoiku a predpokladané rozmiestnenie jednotlivých sedimentačných zón Západných Karpát. Miscellanea micropal. 2, 1, 123 - 152.

Salaj, J., 1987: Súčasné trendy v stratigrafii vrchnokriedových stupňov a ich aplikácia pre Západné Karpaty. *Geol. Práce, Spr., 86, 197 - 209.*

Salaj, J., 1987: The probleme of planktic foraminifers of the family Globotruncanidae. Paleont. konf. Praha 1985. In: V. Pokorný (Ed.): Contribution of Czechoslovak Palaeontology to Evolutionary Science 1945-1985 23 - 38.

Salaj, J., Began, A., Hanáček, J., Mello, J., Kullman, E., Čechová, A. & Sucha, P., 1987: Vysvetlivky k regionálnej mape 1:50 000 Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát. *Vyd. GÚDŠ Bratislava, 1 - 181.*

Salaj, J. & Maamouri, A. L., 1987: Archaeoglobitruncana kefiana foraminiferal Zone of the basal Tethyan Maastrichtian. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 38, 6, 677 - 689.*

Salaj, J. & Nairn, A. E. M., 1987: Age and depositional environment of the Lower Tár "Member" of the Zimám Formation (Upper Senonian) in the northern Hammada al Hamra, Libya. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. (Amsterdam), 63, 3, 121 - 143.* Salaj, J. & Priechodská, Z., 1987: Porovnanie gosauských vývojov senónu a paleogénu Myjavskej pahorkatiny a Severných Vápencových Álp. *Mineralia Slov., 19, 6, 499 - 521.*

Salaj, J. & Wiedmann, J., 1987: The Campanian - Maastrichtian boundary in the El Kef section, Tunisia. 3rd Cretaceous Symp., Abstracts, 53. Tübingen.

Mahel, M. & Salaj, J., 1987: Upper Cretaceous-Paleogene sequens in the Myjavská pahorkatina Upland. Quide to excursions Intern. Conf. Structural Development of the Carpathian-Balkan orogenetic Belt, 1 - 82.

Nairn, A. E. M. & Salaj, J., 1987: Lower Tár Formation (Upper Campanian - Upper Maastrichtian). 3rd Symp. on the Geol. Libya, Abstracts, 85. Tripoli.

Solakius, N. & Salaj, J., 1987: Remarks of the morphology and the phylogenetic development of Rotalipora turonica Brotzen, 1942 and Thalmanninella cushmani (Morrow, 1934). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 38, 3, 295 - 304.*

Salaj, J., 1988: Benthic foraminifers of the Archaeoglobitruncana kefiana Zone from the basal Maastrichtian in the area of El Kef (Tunisia). Rev. Paléobiol., Spéc., 2, 3, 333 - 338.

Salaj, J., 1988: Návrh na stratotypovú hranicu kriedy-paleogén. *In: O. Samuel (Ed.): Súčasné problémy chronostratigrafie paleogénu. Správa zo zasadania čsl. stratigrafickej komisie. Čas. Mineral. Geol., 33, 4, 349 - 355.*

Salaj, J., Trifonova, E. & Gheorghian, D., 1988: A biostratigraphical zonation based on benthic Foraminifera in the Triassic deposits of the Carpatho-Balkan realm. Rev. Paléobiol., Spéc., 2, 153 - 159.

Salaj, J., Trifonova, E., Gheorghian, D. & Todorescu, V., 1988: The Triassic foraminifera microbiostratigraphy of the Carpathian-Balkan and Hellenic Realm. *Mineralia Slov., 20, 5, 387 - 405.*

Salaj, J. & Van Hoeren, Fr. B., 1988: Cenozoic Paleogeographic development of Northern Tunisia, with special reference to stratigraphic record in the miocene trough. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. (Amsterdam), 64, 43 - 57.*

Salaj, J., 1989: Planktic biostratigraphy of the Cretaceous pelagic facies of Tunisia. IGCP, Project No 162. Working group 2 - Pelagic Facies, 1st Meeting, Abstracts, 142 - 162.

Salaj, J. & Wiedmann, J., 1989: Campanian-Maastrichtian boundary in the El Kef area (Northern Tunisia). In: J. Wiedmann (Ed.): Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings of the 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987, 299 - 315. Stuttgart.

Cirekidze, L. R. & Salaj, J., 1989: Biostratigrafičeskaja korreljacija nižnemelovych otloženij Gruzii i Zapadnych Karpat po foraminiferam. In: Konf., symp., sem. In: Sravniteľnaja geologija Kavkaza i Zapadnych Karpat, 39 - 53.

Salaj, J., 1990: Biostratigrafická korelácia a chronostratigrafia flyšových súvrství kriedy bradlovej a pribradlovej zóny a jej paleogeograficko-tektonický vývoj. V. celoslovenská geol. konf. 1990. Abstrakty referátov, 34.

Salaj, J., 1990: Geologická stavba stredného Považia a litologická klasifikácia sedimentov novovymedzených skupín. *Mineralia Slov., 22, 2, 155 - 174.*

Salaj, J., 1990: L'Harien (Paléocéne moyen) et ses limites. Deuxiéme Congr. Nat. Sci. Terre, Tunis, Abstracts, 236.

Salaj, J., 1990: Les problémes de la microbiostratigraphie Crétacé des Carpates occidentales (Slovaquie). Sur la base des foraminiféres planctoniques. IGCP Project No 262, Meeting 22, Kraków 1990. Abstracts 43 - 44.

Salaj, J., 1990: Microbiostratigraphie de l'Albien de la région Zaghouan - El Fahs, Tunisie. Deuxiéme Congrés National des Sciences de la Terre, Tunis.

Salaj, J., 1990: Nové poznatky o geológii a paleogeograficko-tektonickom vývoji bradlového a pribradlového pásma stredného Považia a jeho problematika. In: J. Řehánek (Ed.): Biostratigrafické a sedimentologické studie v mezozoiku Českého masívu a Západních Karpát. Zem. Plyn Nafta, 9a, 93 - 168.

Salaj, J., 1990: Problematic age of Lower-Cretaceous foraminiferal zone Leupoldina cabri. *Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 14, 21 - 25.*

Salaj, J. 1990: Remarques sur la microbiostratigraphie du Crétacé de la Tunisie. IGCP Project no 262, Meeting 1990 Kraków. Abstract, 42.

Salaj, J., 1990: Supplements to the proposed stratotype Albian-Cenomanian boundary (Dj. Fguira Salah, Tunisia). *Geol. Zbor. Geol. carpath., 41, 1, 15 - 22.*

Dlala, M., Donze, P., Maamouri, A. L., M'Rabet, A., Salaj, J. & Turki, D., 1990: Stratigraphie et dynamique sedimetaire des sequences du Crétacé supérieur des bassins de Semana - Douleb - Tiouacha, Tunisie centrale. Deuxiéme Congrés National des Sciences de la Terre, Abstract, 115.

Matmati, M. F., Maamouri, A. L., Ben Haj, M., Salaj, J. & Donze, P., 1990: Le Crétacé supérieur et le Paléocéne de la chaine Faid-Chaabet et Attaris (Axe Nord-Sud, Tunisie Centre-Est). Biostratigraphie - Corrélations stratigraphiques. Dexiéme Congrés National des Sciences de la Terre, Abstract, 192.

Ondra, P., Hanák, J. & Salaj, J., 1990: Petrofyzikální korelace mesozoických a paleogénnych souvrství některých vrtů v Západních Karpatech. *Mineralia Slov., 22, 5, 437 - 442.*

Chihi, L., Donze, P., Maamouri, A. L., M'Rabet, A. & Salaj, J., 1990: Les sequences du Crétacé moyen du Jebel Selloum: nouvelles données stratigraphiques et géodynamiques. Deuxiéme Congrés National des Siences de la Terra, Tunis 1990, Abstract, 101.

Salaj, J., 1991: Horizonty skladkovodných vápencov v súľovských zlepencoch pružinskej oblasti a ich význam pre paleogeografický vývoj územia. *Mineralia Slov., 23, 3, 215 - 222.*

Salaj, J., 1991: Biostratigrafická korelácia flyšových súvrství bradlovej a pribradlovej zóny stredného Slovenska a jej paleogeograficko-tektonický vývoj. *Mineralia Slov., 23, 5, 295 - 313.*

Salaj, J., 1991: L'Harien (=Paléocéne moyen) sous faciés marin (El Kef, Tunisie). Abstract. *Celostátna paleontologická konf. (k 75. nar. prof. Špinara), Praha, 24.*

Salaj, J., 1991: Problems of West Carpathian Cretaceous biostratigraphy on the basis distribution of planktonic foraminifers. *Geol. Carpath., 42, 3, 163 - 168.*

Salaj, J. & Zlinská, A., 1991: Early-Miocene Planctonic foraminifers of marly facies at Považská Teplá (West Carpathians). Abstract. *Celostátna paleontol. konf. (k 75. nar. prof. Špinara), Praha, 24.*

Salaj, J. & Zlinská, A., 1991: Early Miocene Sediments of marly facies from Považská Teplá. *Mineralia Slov., 23, 2, 173 - 178.*

Batik, P., Heyberghs, O., Bismuth, H. & Salaj, J., 1991: L'age Langhien de la formation Ain Grab et de la formation Mahmoud dans le synclinal Saouaf (Tunisie orientale). *Not. Serv. géol. (Tunis), 557, 15 - 34.*

Katsavrias, N., Solakius, N. & Salaj, J., 1991: Age determination of the Agios Konstantinos limestone at Lavrion southeastern Attika, Greece, by means of Foraminifera. *Geol. Carpath., 41, 5, 503 - 509.*

Nairn, A. E. M. & Salaj, J., 1991: The Al Gharbíyah Formation (Upper Campanian - Upper Maastrichtian). 3rd Symposium on the Geology of Libya, Sept. 1987. Proceedings, Elsevier. In: Salem (Ed.): *Geology of Libya. Amsterdam, 4, 1619 - 1633.*

Maamouri, A. L., Salaj, J. & Matmati, M. F., 1991: Le passage Cénomanen-Turonien en Tunisie. Evénements biostratigraphiques et sédimentaires. *Geol. alp. Mém. h. s., Grenoble, 17, 77 - 78.*

Maamouri, A. L., Matmati, M. F., Donze, P. & Salaj, J., 1991: Le Crétacé supérieur de la Chaine Faid-Chaabet et Attaris (Axe Nord-Sud, Tunisie Centre Est): biostratigraphie, corrélations stratigraphiques. 2e Congrés National des Sciences de la Terre, Tunis 1990. *Not. Serv. géol. (Tunis), 57, 35 - 69.*

Skourtis-Coroneou, V., Salaj, J. & Papadeas, G., 1991: Contribution ka microbiostratigraphie du Trias moyen de l'Eubie centrale (Grece). *Geol. Carpath., 41, 5, 365 - 371.*

Plöchinger, B., Salaj, J., Egger, H. & Swadner, H., 1991: Der Nordrandbereich der Nördlichen Kalkalpen zwischen Kaumberg und Altenmarkt an der Triesting (Niederösterreich) und der Mikrofossilinhalt seines kreide-Paläogen-Anteils. *Jb. Geol. B.-A., 135, 2, 783 - 808.*

Salaj, J., 1992: The Foraminifera of Miocene of Bou Sefra in Northern Tunisia. *Geol. Carpath., 42, 5, 295 - 304.*

Borová, D. & Salaj, J., 1992: Biostratigraphy of the Butkov Formation on the base of the planktic foraminifers. *Geol. Carpath., 42, 123 - 126.*

Katsavrias, N., Fytrolakis, N., Tsaila, S. & Salaj, J., 1992: Tectonic event in the Upper Jurassic at the Gevgovo-Tripolis Zone in NE-Psiloritis MNT - Central Crete. *Ann. Geol. Greece, 451 - 458.*

Maamouri, A. L., Salaj, J., Maamouri, M. en Matmati, F., 1992: Cretaceous microbiostratigraphy of Djebel Dyss on the basis of benthonic and planktonic foraminifers (Tunisia). *IGCP 262, 6th Congres of the Geol. Soc. Greece, May 1992. Abstracts, 12 - 13.*

Salaj, J., 1992: Foraminifera and Nannoplankton biozonation of the proposed Tethyan Cam-

panian-Maastrichtian Standard Section at El Kef. IGCP 262 (Tethyan Cretaceous platform correlation). *6th Congres of the Geol. Soc. Geece, Mai 1992. Abstracts, 22 - 23.*

Maamouri, A. L., Matmati, M. F., Salaj, J., Chikhaoui, M. & Zaghbis-Turki, D., 1992: Bahloul Formationb in Tunisia: Biostratigraphical and sedimentological characteristics. Platform - Margins, *International Symposium, Chichilianne, Mai 1992. Abstracts, 1.*

Matmati, M. F., Maamouri, A. L., Ben Haj Ali, M., Salaj, J. & Donze, P., 1992: Le Crétacé supérieur et le Paléocéne de la cainne Faid - Chabet et Attaris (Axe Nord-Sud, Tunisie Centre-Est): Biostratigraphie, Corrélations stratigraphiques. In: R. Curnelle (Ed.): Géologie Africaine, Colloques de geologie de Libreville, Mai 1991. *Elf Aquitaine. Mémoire 13, 285 - 315.*

Salaj, J., 1993: The Súľov Paleogene of the Domaniža Basin in the light of new findings. *Geol. Carpath., 44, 2, 95 - 104.*

Haško, J., Samuel, O. & Salaj, J., 1993: Bradlové pásmo. In: P. Gross, E. Köhler, J. Haško, R., Halouzka, J. Mello, A. Nagy et al. (Eds.): Geológia južnej a východnej Oravy. *Vyd. GÚDŠ Bratislava, 49 - 67.*

Köhler, E., Salaj, J. & Buček, S., 1993: Paleogeographical development of the Myjava sedimentary area (Western Slovakia) during the existence of the Paleocene Reef Complex. *Geol. Carpath., 44, 6, 373 - 380.*

Röhlich, P., Salaj, J. & Tröger, K. A., 1993: Paleontological dating of the prae-Campanian unconformity in the Ghawt S s area. *1st Symposium on the Geology of Sirt Basin. October 1993, Abstracts, 32.*

Maamouri, A. L., Salaj, J., Maamouri, M., Matmati, F. & Zargouni, F., 1994: Le Crétacé inférieur du Jebel Oust (Tunisie Nord-Orientale). Microbiostratigraphie - Biozonation - Apercu Sédimentologique. 12e Coll. Afr. Micropaléont., *2e Coll. Stratigr., Paléogéogr., de l'Atlantique Sud. Abstracts, 93.*

Salaj, J., 1994: Contribution la l'étude microbiostratigraphiques du Paléocéne moyen (= l'Harien) de la région du Kef (Tunisie septentrionale). *Zem. Plyn Nafta, Hodonín, 38, 4, 261 - 289.*

Maamouri, A. L., Salaj, J., Maamouri, M., Matmati, F. & Zargouni, F., 1994: Le Crétacé inférieur du Jebel Oust (Tunisie Nord-Orientale). Microbiostratigraphie - Biozonation - Apercu sédimentologique. *Zem. Plyn Nafta, 39, 1, 73 - 105.*

Fejdiová, O. & Salaj, J., 1994: Litostratigrafická a biostratigrafická charakteristika spodného triasu silicika na profile v Rakovnici. *Zem. Plyn Nafta, 39, 1, 3 - 17.*

Salaj, J. & Maamouri, A. L., 1994: Systematic position of the Genus Archaeoglobitruncana Salaj and Maamouri, 1984 (Foraminiferida). *Zem. Plyn Nafta, 39, 2, 125 - 128.*

Maamouri, A. L., Zaghbib-Turki, D., Matmati, M. F., Chikhaoui, M. & Salaj, J., 1994: La Formation Bahloul en Tunisie centro-septentrionale: variation latérales, nouvelle datation et nouvelle interpretation en terme de stratigraphie séquentielle. *J. Afr. Earth Sci., 18, 1, Pergamon, Elsevier Science Ltd.*

Salaj, J., 1994: Classification and biostratigraphy of the Klippen and Periklippen Belt Paleogene in the Middle Váh Valley (Púchov - Žilina area). Paleont. konf. k nedožitým 70. narod. akad. V. Pokorného, jún 1992. *Univ. Carol. Geol., Praha, 141 - 144.*

Salaj, J., 1995: Geológia stredného Považia (Bradlové a pribradlové pásmo so súľovským paleogénom a mezozoikom severnej časti Strážovských vrchov). 1. časť. *Zem. Plyn Nafta, 39, 3, 195 - 294.*

Salaj, J., 1995: Geológia stredného Považia (Bradlové a pribradlové pásmo so súľovským paleogénom a mezozoikom severnej časti Strážovských vrchov). 2. časť. *Zem. Plyn Nafta, 39, 4, 297 - 395.*

Salaj, J., 1995: Geológia stredného Považia (Bradlové a príbradlové pásmo so súľovským paleogénom a mezozoikom severnej časti Strážovských vrchov) a geologická mapa 1:50 000. 3. časť. *Zem. Plyn Nafta, 40, 1, 3 - 51.*

Maniez-Jannin, F., Banner, F. T., Bartenstein, H., Frieg, C., Ion, J., Peryt, D., Robaszynski, F., Salaj, J. & Weiss, W., 1995: Cretaceous stratigraphic scales based on benthic foraminifera in West European basin (biochromohorizons). *Bull. Soc. géol. France, 166, 5, 565 - 572.*

Borza, V. & Salaj, J., 1995: Remarks to the microbiostratigraphy and paleobathymetrie of the Berriasian and Valanginian pelagic deposits (Western Carpathians, Southern France, Northern Tunisia). *Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries, Brussels. Abstracts, 110.*

Salaj, J. & Maamouri, A. L., 1995: Cretaceous stage boundaries in Tunisia, based on Foraminifera. *Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries, Brussels. Abstracts, 111.*

Borza, V., Salaj, J. & Ondrejičková, A., 1995: Microbiostratigraphy of Pelagic Berriasian and Valanginian Sediments in the West Carpathians in Relation to the Western Mediterranean Region (Tunisia, France). *Slovak Geol. Magazine, 2, 135 - 126.*

Köhler, E. & Salaj, J., 1995: Môžu byť paleogénne rífové komplexy Západných Karpát rezervoármi zemného plynu a ropy? *Zem. Plyn Nafta, 40, 1, 53 - 67.*

Maamouri, A. L. & Salaj, J., 1995: New species of the genus Globuligerina Bignot and Guyader, 1971 and Archaeolkassabella n. gen., n. sp. from the Uppermost Valanginian of Tunisia. *Zem. Plyn Nafta, 40, 2, 131 - 145.*

Salaj, J., Maamouri, A. L. & Zargouni, F., 1995: Biozonal division (Foraminifers) of the Campanian - Maastrichtian of the El Kef profile proposed as Standard for the Tethyan Realm. *Not. Serv. géol. (Tunis), 35, 75 - 101.*

Salaj, J. & Zargouni, F., 1995: L'Harien (Paléocéne moyen) et ses limites stratotypiques (El Kef, Tunisie septentrionale). *Not. Serv. géol. (Tunis), 35, 161 - 185.*

Boorová, D. & Salaj, J., 1996: Poznámky k litofaciálnemu vývoju sedimentov barém-aptu manínskej jednotky. *Zem. Plyn Nafta, 40, 3, 177 - 193.*

Salaj, J., 1996: Tunisian Upper Cretaceous Hypostratotypes as potential candidates of tethyan Stratotypes, including the boundaries. *Zem. Plyn Nafta, 40, 4, 245 - 307.*

Salaj, J., 1996: Contribution la microbiostratigraphie de l'Eocéne des regions de Zaghouan et du Dj. Fkirine (Tunisie nord-orientale). *Zem. Plyn Nafta, 41, 1 - 2, 3 - 71.*

Salaj, J., 1996: Paleocene/Eocene boundary in the pelagic facies of Tunisia. *Symposium on the Paleocene/Eocene and Ypresian/Lutetian Boundaries. Zaragosa, Abstracts, 1.*

Salaj, J., 1996: Ypresian/Lutetian boundary on the pelagic facies of Tunisia. *Symposium on the Paleocene/Eocene and Ypresian/Lutetian Boundaries. Zaragosa, Abstracts, 1.*

Salaj, J. & Köhler, E., 1996: The Paleocene-Eocene boundary in the West Carpathians (Slovakia). *Symposium on the Paleocene/Eocene and Ypresian/Lutetian Boundaries. Zaragosa, Abstracts, 1.*

Röhlich, P., Salaj, J., Tröger, K. A., 1996: Palaeontological Dating of the Pre-Campanian Unconformity in the Gawt Sas Area. In: M. J. Salem (Ed.): The Geology of the Sirt Basin *(1st Symposium on the Sirt Basin, October 1993, Tripoli), Amsterdam, 296 - 313.*

Maamouri, A. L., Salaj, J., Maamouri, M., Matmati, F. & Zargouni, F., 1996: Le Crétacé inférieur du Jebel Oust (Tunisie nord-orientale). Microbiostratigraphie - Biozonation - Apercu Sédimentologique. Abstracts, 720. 12e Coll. Stratigr. et paléogeogr. de l'Atlantique Sud (Eds.: S. Jardiné, I. de Klasz et J. P. Debenay). *Elf Aquitaine édition, Mémoire 16. Pau.*

Maamouri, A. L., Zaghib-Turki, D., Matmati, M. F., Chikhaoui, M. & Salaj, J., 1996: La Formation Bahloul en Tunisie: caractéristiques biostratigraphiques sédimentologiques. Abstracts, 721. *Elf Aquitaine, Mémoire 16. Pau.*

Řehánek, J., Leereveld, H. M., C. H., Verreussel, R. M. C. H. & Salaj, J., 1996: Biostratigraphy and Lithofacies Pattern of the Gresten Formation (Dogger) in South Moravia (Czech Republic), with Emphasis on Reworked Triassic Material. *Jb. Geol. B.-A., Wien, 139, 4, 505 - 521.*

Salaj, J., 1997: Výsledky biostratigrafické štúdie miocénu z vrtu v rašovickej depresii (oblasť Žďánického lesa). *Zem. Plyn Nafta, 41, 3, 127 - 159.*

Köhler, E. & Salaj, J., 1997: Paleocéne-Eocéne Boundary - its present day conception. *Zem. Plyn Nafta, 41, 3, 161 - 175.*

Köhler, E. & Salaj, J., 1997: Časové zaradenie a rozsah významných paleogénnych eventov v Centrálnych Západných Karpatoch. *Zem. Plyn Nafta, 41, 4, 199 - 206.*

Salaj, J., 1997: Medzinárodné konferencie o geológii arabského sveta. *Zem. Plyn Nafta, 41, 4, 227 - 237.*

V tlači

Michalík, J., Barath, I., Boorová, D., Halásová, E., Mišík, M., Ožvoldová, L., Rakús, M., Reháková, D., Salaj, J. & Soták, J.: Stratigrafické národné referenčné profily na Slovensku. *Mineralia Slov.*

Salaj, J.: Biostratigraphical division of the Turonian to Santonian in Tunisia (El Kef area). *Geol. Carpath.*

Salaj, J. & M'Zoughi, M.: Nouvelles données sur la microbiostratigraphie (foraminiféres) et paléogeographie du Trias de Tunisie. *Zem. Plyn Nafta.*

Salaj, J.: Information on the New IGCP/UNESCO Project 393: neritic events at the Middle-Upper Eocene boundary and its first meeting. *Zem. Plyn Nafta.*

Salaj, J.: Prehľad biostratigrafie vrchnej kriedy a paleogénu bradlového a pribradlového pásma. Konf. k 100. nar. D. Andrusova.

Rabhi, M., Maamouri, A. L. & Salaj, J.: Les series du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur l'Ouest de Mejez El Bab. Caracterisation micropaléontologique et condition de dépôts. *Not. Serv. géol. (Tunis).*

Salaj, J., 1997: Nový IGCP/UNESCO Projekt 393: Neritic events at the Middle-Upper Eocene boundary. *Čas. Predsedníctva Slov. Akad. Vied.*

Maamouri, A. L., Salaj, J., Maamouri, M., Matmati, M. F. & Zargouni, F., 1997: Lower Cretaceous microbiostratigraphy of Jabal Oust on the basis of benthonic and planktonic foraminifers (Tunisia) and comparision with Vocontihian trough. Proceedings of the Second International Conference on Geology of the Arab World, January 22 - 26, 194, *Cairo University.*

Salaj, J., 1997: Microbiostratigraphie de l'Albien de la région Zaghouan - El Fahs, Tunisie. Actes du 2e Congrés National des Sciences de la terre. Tunis 24. - 30.9. 1995. *Not. Serv. géol. (Tunis).*

RNDr. Vladimír Hanzel, CSc., šesťdesiatročný



V septembri tohto roku oslávil v plnom pracovnom zápale svoje významné životné jubileum jeden z popredných predstaviteľov slovenskej hydrogeológie RNDr. Vladimír Hanzel, CSc., vedúci pracovník Geologickej služby Slovenskej republiky.

Je to príležitosť vhodná zamyslieť sa nad jeho doterajším prínosom do rozvoja hydrogeológie a čo i len stručne zhodnotiť jeho prácu, vedeckovýskumnú, odbornú i organizačnú činnosť.

Vladimír Hanzel sa narodil 4. septembra 1937 v Ladomerskej Vieske na Pohroní. Po maturite na Gymnáziu v Kremnici roku 1955 študoval inžiniersku geológiu a hydrogeológiu na Geologicko-geografickej fakulte UK v Bratislave. Štúdiá skončil roku 1960. Roku 1972 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu Puklinovo-krasové vody chočskej jednotky a série Veľkého boku Nízkych Tatier.

Jubilant od roku 1960 doteraz pracuje v Geologickom ústave D. Štúra (dnes Geologická služba SR). Bol riešiteľom alebo spoluriešiteľom radu výskumných úloh z oblasti podzemných vôd, najmä mezozoika a glacigénnych sedimentov kvartéru. Viedol a úspešne zavŕšil hydrogeologický výskum severovýchodných svahov Nízkych Tatier, Belianskych Tatier, Vysokých Tatier a severozápadných svahov Pezinských Karpát. Výsledky tohto výskumu pomohli pri riešení zásobovania Popradu, Kežmarku, Spišskej Novej Vsi, Liptovského Mikuláša atď. pitnou vodou.

Ako zodpovedný redaktor zostavil dve základné hydrogeologické mapy v mierke 1:200 000 (list Poprad a Košice) a zúčastnil sa pri tvorbe ďalších dvoch mapových listov (Svidník a Žilina). V nadväznosti to ako zodpovedný redaktor so spolupracovníkmi zostavil hydrogeologickú mapu Nízkych Tatier, Krivánskej Fatry a Tatier v mierke 1:50 000.

V rokoch 1971 - 1986 bol vedúcim štyroch štátnych výskumných úloh. Najvýznamnejšou z nich bola edícia základných hydrogeologických máp v mierke 1:200 000 z celého územia Slovenska (1978). Komplexné spracovanie získaných poznatkov predstavovala úloha Podzemné vody Slovenska a prognóza ich využitia (1984). Je autorom 17 projektov výskumných úloh a viac ako 100 záverečných správ.

Jubilant výsledky svojej odbornej a vedeckej práce odovzdal odbornej verejnosti (sčasti ako spoluautor) vo forme takmer 150 publikácií, konferenčných príspevkov a pod.

Na medzinárodnej vedeckej úrovni sa V. Hanzel zapojil do spracúvania mapy odtoku podzemných vôd strednej a východnej Európy v mierke 1:1 500 000 a monografie o odtoku podzemných vôd strednej a východnej Európy, ktoré boli súčasťou Medzinárodného hydrologického programu UNESCO (1982). V rámci KBGA bol spoluautorom monografie o krasovo-puklinových vodách karpatsko-balkánskeho horského systému (1994) a v rámci vedecko-technickej spolupráce s bývalým ZSSR sa zúčastnil na príprave monografie o hydrogeologických otázkach ochrany podzemných vôd pred znečistením (1978). Je spoluautorom Mapy hydrogeofaktorov Západných vonkajších Karpát a ich predpolia ako súčasti geologického atlasu Západných vonkajších Karpát, ktorý vydal Państwowy Instytut Geologiczny Warszawa s Geologickým ústavom D. Štúra. Spolupracoval aj pri príprave monografie o podzemných vodách Európy a v rokoch 1984 - 1990 v rámci Medzinárodného hydrogeologického programu UNESCO skúmal vplyv antropogénnych faktorov na režim podzemných vôd.

Jubilant bol a je aktívny aj vo výchove nových hydrogeológov, a to ako konzultant, vedúci diplomových prác i ako člen komisie pre štátne záverečné skúšky. Bol členom komisie pre obhajoby kandidátskych dizertačných prác z inžinierskej geológie a hydrogeológie.

Ocenením odbornej práce jubilanta bolo a je aj jeho členstvo a pôsobenie v ďalších odborných komisiách, v redakčných, edičných, oponentských radách ai. Bol vedeckým redaktorom odborného časopisu Západné Karpaty - séria hydrogeológie a inžinierska geológia, vysvetliviek k základným hydrogeologickým mapám v mierke 1:200 000 ap.

V súčasnosti je členom vedeckej rady Geologickej služby SR, aprobačnej komisie máp, redakčnej rady časopisu Slovak Geological Magazine, členom redakčnej rady časopisu Podzemná voda, Slovenskej geologickej rady pri MŽP SR, komisie pre skúšky odbornej spôsobilosti z geológie pri MŽP SR atď. Je členom Slovenskej geologickej spoločnosti, ako aj Medzinárodnej asociácie hydrogeológov. Rozsiahla a záslužná je celoživotná organizačná práca RNDr. V. Hanzela, CSc. V rokoch 1971 - 1986 bol vedúcim oddelenia hydrogeológie a v rokoch 1986 - 1990 námestníkom riaditeľa Geologického ústavu D. Štúra pre výskum.

Bol iniciátorom a spoluzakladateľom Slovenskej asociácie hydrogeológov (SAH) a od jej založenia roku 1991 doteraz vykonáva funkciu jej generálneho tajomníka. Aktívne pôsobil pri príprave a zakladaní odborného periodického časopisu SAH Podzemná voda. Zúčastnil sa na príprave a zakladaní Únie geologických asociácií Slovenska a je v súčasnosti jej tajomníkom. Je aj členom organizačného výboru 29. kongresu IAH, ktorý bude roku 1999. Bol spoluorganizátorom mnohých odborných kongresov, konferencií a sympózií. Niektoré z nich, napr. 23. medzinárodný geologický kongres v Prahe (1968), 10. kongres Karpato-balkánskej geologickej asociácie (1973), konferencia o výskume, prieskume a využití horúcich podzemných vôd (1977), Medzinárodné sympózium o perme Západných Karpát (1979), mali medzinárodnú úroveň. Ako odborný garant organizoval 3., 6. a 8. celoštátnu hydrogeologickú konferenciu.

V ostatnom období spoluorganizoval štyri sympóziá a konferencie, v dvoch z nich bol odborným garantom, resp. predsedom organizačného výboru.

Za bohatú činnosť na vedeckom, odbornom a organizačnom poli dostal jubilant v rokoch 1973 až 1989 viac ocenení a uznaní, okrem iného štátne banícke vyznamenanie Za pracovnú vernosť a Zlatú medailu Ministerstva ochrany životného prostredia Poľskej republiky.

Pri príležitosti významného životného jubilea RNDr. Vladimíra Hanzela, CSc., treba vyzdvihnúť aj jeho osobné a ľudské vlastnosti. Patrí medzi ne aj niekoľkonásobné bezprísperkové darovanie krvi, za čo mu roku 1986 udelili Zlatú Jánskeho plaketu.

Milý Vlado, dovoľ, aby som Ti v mene Slovenskej asociácie hydrogeológov, celej hydrogeologickej obce, priateľov, ako aj vo svojom mene zaželal do ďalších rokov pevné zdravie, veľa pracovných úspechov a pohodu v kruhu Tvojich najbližších.

L. Melioris

Zoznam publikovaných vedeckých a odborných prác

Hanzel, V., 1964: K problémom kysličníka uhličitého v Juhoslovenskej panve. *Geol. Práce, Spr., 32.*

Hanzel, V. & Choma, M., 1964: Hydrogeologický výskum CO_2, vo vzťahu k ťažbe uhlia v JUP. Sprievodca Za minerálnymi a pitnými vodami Slovenska. Žilina.

Hanzel, V., 1964: Správa o základnom hydrogeologickom výskume juhoslovenskej uholnej panvy vo vzťahu k CO_2. *Správy o geologických výskumoch 2 - Slovensko, Bratislava.*

Hanzel, V. et al., 1968: Niektoré poznatky z hydrogeologickej exkurzie v Taliansku. *Geol. Průzk., 10 - 11.*

Hanzel, V. & Gazda, S., 1970: Režim prameňov puklinovo-krasových vôd SV svahov Nízkych Tatier. *Zbor. referátov na V. hydrogeologickú konferenciu, Gottwaldov.*

Hanzel, V., 1970: Puklinovo-krasové vody série Veľkého boku a možnosti ich vodohospodárskeho využitia. *Zbor. Zachytávanie a využívanie krasových vôd, Bratislava.*

Hanzel, V., 1970: Puklinovo-krasové vody série Veľkého boku. *Geol. Práce, Spr., 53.*

Hanzel, V. & Gazda, S., 1971: Niektoré poznatky o režime puklinovo-krasových vôd SV svahov Nízkych Tatier. *Geol. Práce, Spr., 56.*

Hanzel, V. & Repka, T., 1972: Mineral Waters Vyšné Ružbachy and effects of mining of travertine upon these waters. *Procedings of the Symposium Protection of Mineral Waters, Karlovy Vary.*

Hanzel, V. & Májovský, S., 1972: Niektoré poznatky z geofyzikálneho štúdia Vysokých Tatier pre potreby hydrogeologického prieskumu. *Zbor. z celoštátnej konferencie O využití geofyziky v inženýrské geologii a hydrogeologii, II. diel, Brno.*

Hanzel, V., 1973: Puklinovo-krasové vody Jánskej doliny v Nízkych Tatrách. *Geol. Průzk., 15, 7.*

Hanzel, V. & Repka, T., 1973: Podzemnyje vody okresnostej Vyšných Ružbach. *Mineralia Slov., 5, 2.*

Matula, M., Kullman, E. & Hanzel, V. et al., 1973: Gidrogeologičeskaja i inženernogeologičeskaja exkurzia. *Sprievodca exkurzie H, X. kongres KBGA. GÚDŠ Bratislava, 75.*

Hanzel, V., 1973: High Tatras - hydrogeological Conditions of Glacial Sedimentes. Hydrogeological and enginesning - geological exkurzion Guide to Exkursion H, X. CCBGA, Bratislava.

Hanzel, V. & Šalaga, L., 1974: Podzemné vody mezozoika. Materiály III. celoslovenskej geologickej konferencie, II časť, sekcia hydrogeológia, Bratislava.

Böhm, V., Hanzel, V. & Porubský, A., 1974: Slovenská hydrogeológia za 20 rokov socialistickej výstavby. Materiály III. celoslovenskej geologickej konferencie, II. časť, sekcia hydrogeológia, Bratislava.

Bujalka, P., Hanzel, V. & Ostrolucký, P., 1974: Výskum a prieskum obyčajných podzemných vôd na Slovensku. Materiály III. celoslovenskej konferencie, II. časť, sekcia hydrogeológia, Bratislava.

Hanzel, V., 1974: Karst-fissure waters of the northern slopes of Low Tatras. Proceedings of the X[th] Congress CBGA, section V. *GÚDŠ, Bratislava.*

Hanzel, V., 1974: Podzemné vody chočského príkrovu a séria Veľkého boku na SV svahoch Nízkych Tatier. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 1.*

Hanzel, V., 1974: Poznatky z hydrogeologického výskumu kvartérnych sedimentov Vysokých Tatier a ich predpolia. *Mineralia Slov., 6, 3.*

Hanzel, V. & Frankovič, J., 1974: Hydrogeologické zhodnotenie a využitie puklinovo-krasových vôd v oblasti Liptovskej Tepličky. *Zbor. Využitie a ochrana krasových vôd. Banská Bystrica.*

Hanzel, V., Gazda, S. & Bujalka, P., 1974: Súčasný stav v hydrogeologickom výskume a prieskume podzemných vôd mezozoika SSR a problémy ich ochrany. *Zbor. Využitie a ochrana krasových vôd. Banská Bystrica.*

Hanzel, V., 1975: III. juhoslovanské sympózium o hydrogeológii a inžinierskej geológii. *Geol. Práce, Spr., 63.*

Hanzel, V., 1976: Vodohospodársko-hydrogeologická mapa 1:200 000 - povodie Popradu. *In: Smerný vodohospodársky plán SSR - povodie SVPX. MLVH Bratislava.*

Daňková, H., Hanzel, V., Kněžek, M., Krásny, J., Matuška, M., Škvarka, L. & Šuba, J., 1977: Groundwater run off in Czechoslovakia. *J. Hydrogeol. Sci., 4, 2, Warszawa.*

Daňková, H., Hanzel, V., Kněžek, M., Krásny, J., Matuška, M. & Šuba, J., 1977: Mapa podzemního odtoku ČSSR v mierke 1:1 500 000. *In: A. A. Konaplјancev et al. (Eds.): Karta podzemnogo stoka Centralnoj i Vostočnoj Evropy masštaba 1:1 500 000. Vseginteo, Moskva.*

Hanzel, V., 1977: Puklinovo-krasové vody severovýchodných svahov Nízkych Tatier a vplyv skrasovatenia na ich režim. *Slov. Kras, Liptovský Mikuláš, 15.*

Hanzel, V., 1977: Hydrogeologický výskum Slovenska. *Vodohospod. spravodajca, Bratislava, 2.*

Hýroššová, E., Hanzel, V. & Rosenbach, J., 1977: Koncepcia a dlhodobá perspektíva hydrogeológie v SSR. *Hydrogeologická ročenka 1977. ČGÚ - SGÚ, Praha.*

Hanzel, V., Franko, O., Bondarenková, Z. & Rebro, A., 1977: Exkurzný sprievodca po zdrojoch horúcich podzemných vôd SSR. *Vyd. VTS Bratislava ku konferencii s medzinárodnou účasťou Výskum, prieskum, využitie a ochrana horúcich podzemných vôd v ČSSR konanej 8. - 11.11.1977.*

Hanzel, V., 1978: III. medzinárodné sympózium o použití indikátorov pre sledovanie pohybu podzemných vôd. *Geol. Práce, Spr., 70.*

Hanzel, V., 1978: Niekoľko poznatkov o vyhľadávaní a využití geotermálnych zdrojov v USA a na Islande. *Mineralia Slov., 10, 2.*

Gazda, S. & Hanzel, V., 1978: Problematika ochrany podzemných vôd TANAP-u z hľadiska súčasných hydrogeologických a geologických poznatkov. *Zbor. prác o TANAP-e č. 20. Tatranská Lomnica.*

Goldberg, V. M., Gazda, S., Hanzel, V., Pelikán, V., Hoppe, D., Plesnik, K., Repka, T., Mišút, O., Moldan, B., Banský, V. & Kovařík, K., 1978: Monografia Hydrogeologické problémy ochrany podzemných vôd pred znečistením. *Vsegingeo, Moskva.*

Hanzel, V., 1978: Hlavné zámery hydrogeologického výskumu na Geologickom ústave Dionýza Štúra v rokoch 1981 - 1985. *Hydrogeologická ročenka 1977, Praha.*

Hanzel, V. & Májovský, J., 1978: Application of Geophysical methods in hydrogeological survey of Belianske Tatry (Czechoslovakia). Proceedings II., XXII. International Geophysical Symposiu. Prague, September 13. - 16. 1977, 603 - 615.

Gazda, S. & Hanzel, V., 1978: Relation of Chemical Composition of Groundwaters to Geological-tectonic Structure, Geomorphology and Hydrogeology of the West Carpathian Mesozoic. Proceedings International Symposium on Karsthydrogeology. Budapest, 141 - 158.

Daňková, H., Hanzel, V., Kněžek, M., Krásny, J., Matuška, M. & Šuba, J., 1981: Mapa odtoku podzemní vody ČSSR v mierke 1:100 000. *ČHMÚ Praha.*

Gazda, S., Hanzel, V., Hyánková, K. & Melioris, L., 1979: Hydrogeochémia kryštalinika glacigénnych a glacifluviálnych sedimentov Vysokých a Západných Tatier. *Geol. Práce, Spr., 73, 187 - 202.*

Hanzel, V., 1979: Základný hydrogeologický výskum v Stredoslovenskom kraji v rokoch 1969 - 1979. *Zbor. prednášok Podzemné zdroje pitných vôd a ich ochrana - seminár. Zvolen, 12. - 14. 9. 1979.*

Gazda, S. & Hanzel, V., 1979: Vzťah chemického zloženia podzemných vôd ku geologickej stavbe, geomorfológii a hydrogeológii mezozoika Západných Karpát. Zbor. prednášok zo seminára v Malackách. *IGHP, Žilina.*

Gazda, S. & Hanzel, V., 1980: Influence of natural factors on chemical properties of groundwaters in the West Carpathians Mesozoic. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 3, 121 - 141.*

Hanzel, V. & Májovský, J., 1980: Príspevok geofyziky k vyhľadávaniu štruktúr podzemných vôd v karbonátoch mezozoika Belianskych Tatier. *Zbor. referátov zo seminára Aplikace geofyzikálnych metod pri průzkumu krasu a ve speleologii. Geofyzika, Brno, Jedovnice, 1. - 3. 10. 1980, 22 - 32.*

Hanzel, V. & Franko, O., 1980: Hydrogeologické pomery Liptovskej kotliny. *In: Gross et al. (Ed.): Geológia Liptovskej kotliny. GÚDŠ Bratislava, 126 - 137.*

Hanzel, V. & Gazda, S., 1980: Geotermálne zdroje Islandu a ich využívanie. Hydrogeologická ročenka 1979. *SGÚ - ČGÚ, ČSMG, IGHP Žilina, 125 - 147.*

Bujalka, P., Hanzel, V., Kullman, E., Frankovič, J. & Šubová, A., 1981: Návrh pozorovacej siete hladín podzemných vôd v predkvartérnych útvaroch Slovenska. *Hydrofond 8, SHMÚ Bratislava.*

Bujalka, P., Cibulka, L., Hanzel, V., Kullman, E., Šuba, J., Pospíšil, P. & Zakovič, M., 1981: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. *Hydrofond 9, SHMÚ Bratislava, 302.*

Hanzel, V., 1981: Perspektíva výskumu podzemných vôd na Slovensku. Zbor. prednášok zo sympózia 50 rokov skúmania podzemných vôd na Slovensku. Piešťany 13. - 14. 10. 1981, SÚV ČSVTS, HMÚ Bratislava.

Bujalka, P. & Hanzel, V., 1981: Hydrogeologický výskum a prieskum obyčajných podzemných vôd a jeho ďalšie zámery. *Zbor. referátov IV. slovenskej geologickej konferencie. Sekcia 6 Hydrogeol. a geotermálna energia, zv. 6. Dom techniky - SGÚ Bratislava, 25 - 39.*

Hanzel, V., Lamoš, D. & Račický, M., 1981: Najdôležitejšie úlohy a ciele výskumu a prieskumu v oblasti hydrogeológie a geotermálnej energie. *Zbor. referátov IV. slovenskej geologickej konferencie. Sekcia 6 Hydrogeol. a geotermálna energia, zv. 6. Dom techniky - SGÚ Bratislava, 5 - 24.*

Hanzel, V., 1981: Ground Waters of Paleozoic of the Gemerides in the West Carpathians. Abstracts 12[th] Congres CBGA, September 8 - 13, 1981. *Published by the Institute of Geology and Geophysics, Bucharest.*

Hanzel, V., 1981: Hydrogeologický výskum obyčajných vôd Slovenska. *Vodohospod. spravodajca, 24, 4, VÚVH Bratislava.*

Hanzel, V. & Polák, M., 1982: Niekoľko geologických a hydrogeologických poznatkov o mezozoiku v predpolí Vysokých Tatier. *Geol. Práce, Spr., 77.*

Bujalka, P., Hanzel, V. & Lamoš, D., 1982: Očerk gidrogeologičeskich uslovij Slovackoj socialističeskoj respubliky i ich rešenie. *Zbor. prednášok 7. Jugoslovenski sipozium o hidrogeologiji i inžinierskoj geologiji. Novi Sad.*

Krásny, J., Kněžek, M., Šubová, A., Daňková, A., Matuška, M. & Hanzel, V., 1982: Odtok podzemní vody na území Československa. *Český hydrometeorologický ústav. Čsl. výbor pre hydrológiu k MHP UNESCO, Praha, 50.*

Hanzel, V., 1982: Hydrogeologické pomery Liptovskej kotliny. *In: P. Gross et al. (Eds.): Vysvetlivky ku geologickej mape Liptovskej kotliny 1:50 000. GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V., 1982: Hydrogeologické pomery juhovýchodnej časti Podunajskej nížiny. *In: Vaškovský (Ed.): Vysvetlivky ku geologickej mape juhovýchodnej časti Podunajskej nížiny 1:50 000. GÚDŠ Bratislava, 65 - 71.*

Hanzel, V., 1982: Le mésozoique dans le promontoire des Hautes Tatry - conditions hydrogéologique. Le quide d'excursion. *GÚDŠ Bratislava, 39 - 42.*

Šuba, J., Bujalka, P., Cibulka, L., Kullman, E. & Hanzel, V. et al., 1982: Hydrogeologické rajóny SSR 1:500 000. *Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.*

Krásny, J., Matuška, M., Šuba, J., Hanzel, V., Škvarka, L., Danková, A. & Kněžek, M., 1982: Karpato-Balkánskaja provincija podzemnogo stoka. *In: A. A. Konapljancev: Podzemnyj stok territorii centralnoj i vostočnoj Evropy. VSEGINGEO, Moskva, 187 - 202.*

Hanzel, V. & Nemčok, J., 1983: Zdroj termálnej vody vo Vrbove (Popradská kotlina). *Geol. Práce, Spr., 81, 131 - 145.*

Hanzel, V. & Nemčok, J., 1983: Termálne vody pod Vysokými Tatrami. *Geol. Průzk., 1, 25, 26 - 27.*

Hanzel, V., 1983: Hydrogeologická charakteristika Slovenského rudohoria. *In: Š. Bajaník (Ed.): Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria - východná časť, v mierke 1:50 000. GÚDŠ Bratislava, 223.*

Kullman, E. & Hanzel, V., 1983: Hydrogeologické mapy a ich význam pre ochranu životného prostredia v puklinovom a puklinovo-krasovom hornino-vom prostredí. *Zbor. prednášok z odborného seminára Geológia a ochrana životného prostredia. ZP ČSVTS pri SGÚ Bratislava, 14. 10. 1983:*

Hanzel, V., 1984: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000 list 27 Poprad. *GÚDŠ Bratislava.*

Bujalka, P., Hanzel, V. & Kačmík, E., 1984: Hydrogeologický výskum a prieskum obyčajných podzemných vôd v SSR v rokoch 1971 až 1985. Novosti vedy a techniky, odborný seminár novinárov na tému Voda a životné prostredie, 16. - 17. 2. 1984 v Malackách. *Slovenská technická knižnica, Bratislava, 99 - 107.*

Hanzel, V., Gazda, S. & Vaškovský, I., 1984: Hydrogeológia južnej časti Vysokých Tatier a ich predpolia. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 208.*

Hanzel, V., 1984: Termálne vody v jv. predpolí Vysokých Tatier. *Zbor. referátov VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie Puklinové a puklinovo-krasové vody a problémy ich ochrany. GÚDŠ Bratislava, 197 - 202.*

Hanzel, V., 1984: VIII. celoštátna hydrogeologická konferencia. Geol. Průzk., 10.

Dovina, V., Franko, O., Hanzel, V. & Kullman, E., 1984: Prehľad hydrogeológie Liptovskej kotliny a priľahlých pohorí. Po obyčajných a minerálnych podzemných vodách Liptovskej kotliny a priľahlých pohorí. *Hydrogeol. sprievodca VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie, Račkova dolina 6. - 8. júna 1984. GÚDŠ Bratislava.*

Dovina, V., Hanzel, V. & Šalagová, V., 1984: Podzemné vody kryštalinika, najstaršieho paleozoika a mezozoika a ich hydrogeologické problémy. *Hydrogeol. sprievodca VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie. GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V., 1984: Podtatranské - Tri studničky. Hydrogeologický charakter mezozoika juhozápadného predpolia Vysokých Tatier. *Hydrogeol. sprievodca VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie. GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V., Neupauer, L. & Rehorovská, K., 1984: Podzemné vody mezozoika a poriečnej nivy Váhu a ich využitie. *Hydrogeol. sprievodca VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie. GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V. et al., 1984: Puklinové a puklinovo-krasové vody a problémy ich ochrany. *Zbor. referátov z VIII. celoštátnej hydrogeologickej konferencie. GÚDŠ Bratislava, 383.*

Zakovič, M. & Hanzel, V., 1985: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000 list Svidník. *GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V. & Vrana, K., 1985: Kvalita podzemných vôd v horských oblastiach Západných Karpát a problémy jej ochrany. *Zbor. referátov II. hydrologických dní na Zemplínskej Šírave. SHMÚ Košice, 38 - 1, 38 - 13.*

Hanzel, V., 1985: Groundwaters of Eastern Tatra Mts. and their foreland. Proceeding reports of the XIII-th Congres of KBGA. *Geol. Inst. Cracow, 435 - 437.*

Hanzel, V., 1985: Hydrogeologický výskum a prieskum SSR v 7. päťročnici a jeho prínos pre rozvoj zdrojov podzemných vôd a geotermálnej energie. *Zbor. prednášok z odbornej konferencie Prínos slovenskej geológie pre národné hospodárstvo v 7. PRP. GÚDŠ Bratislava, 81 - 102.*

Vaškovský, I., Hanzel, V. & Vaškovská, E., 1985: Niekoľko nových poznatkov o priestorovom rozšírení a zložení kvartérnych sedimentov na južných svahoch Vysokých Tatier a ich predpolia. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 10, 173 - 195.*

Bajo, I., Bujalka, P., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Šuba, J. & Šubová, A., 1985: Preskúmanosť hydrogeologických rajónov SSR 1:500 000. *Vydal SHMÚ Bratislava.*

Hanzel, V., 1985: Hydrogeológia vrtu SV - 1. *In: J. Ivanička et al. (Eds.): Štruktúrny vrt SV-1 (Stará Voda). Region. Geol. Západ. Karpát, 19, 27 - 31.*

Vaškovský, I., Hanzel, V. & Vaškovský, E., 1986: Structure and composition of quaternary sediments at the southern foreland of the Vysoké Tatry Mts. *Geol. Inst., Krakow.*

Hanzel, V. & Vrana, K., 1986: Hydrogeological and hydrogeochemical aspects of the water protection of the Tatra National Park. Proceedings of the 19th Congres of the international association of hydrogeologists. *Stav. geol., Praha.*

Hanzel, V., 1986: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list Košice. *GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V., 1986: Hydrogeológia Rimavskej kotliny a priľahlej časti Slovenského rudohoria. *In: D. Vass (Ed.): Vysvetlivky ku geologickej mape Rimavskej kotliny a priľahlej časti Slovenského rudohoria 1:50 000. GÚDŠ Bratislava, 177.*

Hanzel, V., Kullman, E., Dovina, V., Škvarka, L. & Vrana, K., 1986: Prognózy obyčajných podzemných vôd SSR. *Region. Geol. Západ. Karpát. Správy o výskumoch GÚDŠ Bratislava, 177 - 188.*

Hanzel, V., 1986: Hydrogeologické štruktúry puklinovo-krasových vôd v Belianskych Tatrách a na severných svahoch Vysokých Tatier. *Region. Geol. Západ. Karpát, 21. Správy o výskumoch GÚDŠ Bratislava, 189 - 194.*

Vaškovský, I., Brestenská, E., Hanzel, V., Kantor, J., Miko, O. & Vaškovská, E., 1986: Never knowledge on geological conditions in the area of the southern part of great Bratislava. *Region. Geol. Západ. Karpát, 21. Správy o výskumoch GÚDŠ Bratislava, 11 - 20.*

Hanzel, V., 1986: Regionálny hydrogeologický výskum SSR v 7. päťročnici. *Vodohospodársky spravodajca 6. VÚVH. Bratislava, 201 - 208.*

Hanzel, V. & Vrana, K., 1986: Prognózne zdroje obyčajných podzemných vôd Slovenska a ich kvalita. *Geol. Průzk., 11, 308 - 311.*

Vozár, J., Began, A., Hanzel, V. & Samuel, O., 1986: Správy o výskumoch Geologického ústavu Dionýza Štúra. *Region. Geol. Západ. Karpát, 21.*

Vaškovský, I., Hanzel, V. & Vaškovská, E., 1986: Structure and composition of quaternary sediments at the southern foreland of the Vysoké Tatry Mts. *Geol. Inst., Krakow.*

Hanzel, V., 1987: Puklinovo-krasové vody Belianskych a Vysokých Tatier. *Slovenský kras, 25, Liptovský Mikuláš.*

Hanzel, V., 1987: Niekoľko poznatkov zo zachytávania a využívania puklinovo-krasových vôd. *Zbor. zo seminára Optimalizácia využitia puklinových a puklinovo-krasových podzemných vôd. GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V. & Vrana, K., 1987: Hydrogeologické a hydrochemické aspekty ochrany podzemných vôd SSR. *Zbor. zo IV. poľsko-čsl. sympózia Ochrana a znečisťovanie podzemných vôd. Bierunovice.*

Bajo, D., Bujalka, P., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Šuba, J. & Šubová, A., 1987: Využiteľné zásoby podzemných vôd Slovenska (stav k 31. 12. 1987). *Hydrofond 17, SHMÚ Bratislava.*

Hanzel, V. & Vrana, K., 1987: Specific Problems of groundwater protection in alpine areas of West Carpathians Mts. Proceedings International conference on the Vulnerability of soil and groundwater to pollutants. *RIVM, Hague.*

Kullman, E. & Hanzel, V., 1988: Optimalizácia využitia puklinových a puklinovo-krasových vôd. Zbor. referátov zo seminára. *GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V., 1988: Mapa hydrogeofaktorov čsl.-poľských Karpát 1:500 000. *Hydrogeol. ročenka 1986 - 1988. ČÚG - SÚG Praha.*

Zakovič, M., Baňacký, V., Bodiš, D., Franko, O., Hanzel, V. & Kordík, T., 1988: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000 list 26 Svidník. *GÚDŠ Bratislava.*

Bajo, I., Bujalka, P., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Šubová, A. & Šuba, J., 1988: Mapa využiteľných zásob podzemných vôd SSR. *Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.*

Vrana, K. & Hanzel, V., 1988: Groundwater Quality Monitoring in Mountainous Areas (West Carpathians, Slovakia). *Hydrogeology of Mountainous Areas. International Workshop 6 - 11 June 1988, Štrbské Pleso, Czechoslovakia.*

Hanzel, V., 1988: Zdroje a kvalita obyčajných podzemných vôd na Slovensku. *Informační týdeník Federálního úřadu pro tisk a informace, 25, Praha.*

Hanzel, V., Bujalka, P. & Vrana, K., 1988: Zdroje podzemných vôd SSR a ich ochrana. Resumé prednášok z odbornej konferencie Úlohy geológie v životnom prostredí. *SGÚ Bratislava.*

Kullman, E. & Hanzel, V., 1988: Genesis, Regime and Utilization of Karst Waters. Proceedings of the IAH 21st congress Karst Hydrogeology and Karst Environment Protection, 21, 1. *Geol. publishing house, Beijing.*

Zakovič, M., Hanzel, V., Kullman, E. & Jetel, J., 1988: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list Žilina. *GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V., Jetel, J. & Vrana, K., 1989: Hydrogeological and hydrogeochemical mapping in the West Carpathian (Slovakia). *Memoires of the International Symposium on Hydrogeological Maps as Tools for Economic and Social Development. Hannover.*

Vrana, K. & Hanzel, V., 1989: Influence of antropogenic factors upon groundwater quality in mountains of the West Carpathians Extended Abstracts. *14. Congress CBGA, Sofia.*

Hanzel, V., Jetel, J., Poprawa, D. & Chowaniec, J., 1989: Hydrogeofactors Map of the Western outer Carpathians and their Foreland in Geological atlas of the Western outer Carpathians and their Foreland. *Panstwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.*

Malík, P., Hanzel, V. & Vrana, K., 1989: Hydrogeologická a hydrogeochemická charakteristika podzemných vôd mladšieho paleozoika sv. svahov Nízkych Tatier. *Spr. o výskumoch 25, GÚDŠ Bratislava.*

Vrana, K., Hanzel, V. & Bodiš, D., 1989: Štúdium antropogénnych vplyvov na režim podzemných vôd v horských oblastiach. *Zbor. zo seminára čsl. riešiteľov v rámci MHP, Modra - Harmónia.*

Hanzel, V., Kullman, E. & Vrana, K., 1989: Contamination and Protection of Fissure - karst Waters in Slovakia (Czechoslovakia). *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 8.*

Hanzel, V., Vrana, K., Kullman, E., Dovina, V. & Škvarka, L., 1989: Groundwater resources in Slovakia (Czechoslovakia). *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 8.*

Hanzel, V., 1989: Hydrogeológia Rimavskej kotliny. *In: D. Vass and M. Elečko (Eds.): Geológia Rimavskej kotliny. GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V., Bondarenková, Z., Bujalka, P., Fides, J., Franko, O., Melioris, L., Račický, M., Vrana, K. & Zakovič, M., 1990: Prínosy slovenskej hydrogeológie pre národné hospodárstvo a jej zámery do roku 2000. Abstrakty referátov V. celoslovenskej geologickej konferencie. *SGS Bratislava.*

Hanzel, V., Škvarka, L., Dovina, V. & Zakovič, M., 1990: Výskum podzemných vôd Slovenska a jeho zameranie do roku 2000. Abstrakty referátov V. celoslovenskej geologickej konferencie. *SGS Bratislava.*

Hanzel, V., Vrana, K. & Zakovič, M., 1990: Výskum podzemných vôd Slovenska a jeho ďalšie zamerania. *Geol. Práce, 12.*

Hanzel, V. & Vrana, K., 1990: Hydrogeologický výskum Slovenska a jeho prínos k rozvoju zdrojov obyčajných podzemných vôd. Zbor. Prínos 50-ročnej činnosti GÚDŠ k rozvoju slovenskej geológie. *GÚDŠ Bratislava.*

Zakovič, M., Hanzel, V., Kullman, E., Jetel, J., Franko, O. & Bodiš, D., 1990: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000, list 26 - Žilina. *GÚDŠ Bratislava.*

Hanzel, V. & Zakovič, M., 1990: Hydrogeologické pomery Plešín, Čergova, Ľubovnianskej a Ondavskej vrchoviny. *In: J. Nemčok et al. (Eds.): Vysvetlivky ku geologickej mape 1:50 000. GÚDŠ Bratislava.*

Májovský, J. & Hanzel, V., 1991: Prínos geofyziky k poznaniu hydrogeologických pomerov Tatier a Popradskej kotliny. *Geol. Práce, Spr., 93.*

Hanzel, V., 1991: Regionálne hydrogeologické mapy v mierke 1:50 000 v zámeroch Geologického ústavu D. Štúra. *Zbor. prednášok zo seminára Regionálne hydrogeologické mapy v mierke 1:50 000. Slovenská asociácia hydrogeológov. Bratislava.*

Hanzel, V., Bujalka, P., Melioris, L. & Šuba, J., 1991: Zborník zo seminára Regionálne hydrogeologické mapy v mierke 1:50 000. *Slovenská asociácia hydrogeológov. Bratislava.*

Hanzel, V., 1991: Výsledky hydrogeologického výskumu Slovenska v rokoch 1986 - 1990. Prednášky na seminári odbornej skupiny hydrogeológie. *Mineralia Slov., Košice.*

Hanzel, V., 1991: Ing. Kullman, DrSc. jubilea je. *Zbor. prednášok zo seminára Regionálne hydrogeologické mapy v mierke 1:50 000. Slovenská asociácia hydrogeológov. Bratislava.*

Hanzel, V., 1992: Hydrogeológia Bielanských Tatier a severných svahov Vysokých Tatier. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 10.*

Bujalka, P., Hanzel, V. & Melioris, L., 1992: Regionálny hydrogeologický výskum a prieskum vo vzťahu k ekológickým problémom. *Zbor. prednášok zo sympózia Využívanie podzemných vôd vo vzťahu k ekológii. Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, 53 - 64.*

Kullman, E. & Hanzel, V., 1992: Zborník prednášok zo sympózia Využívanie podzemných vôd vo vzťahu k ekológii. *Slovenská asociácia hydrogeológov. Bratislava, 183.*

Hanzel, V., 1992: Hydrogeologický výskum Slovenska v rokoch 1986 - 1990. *Novosti vedy a techniky, Bratislava.*

Fendek, M., Hanzel, V., Bodiš, D. & Nemčok, J., 1992: Hydrogeotermálne pomery Popradskej kotliny. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 10, 99 - 129.*

Hanzel, V., 1993: Zdroje podzemných vôd a ich vyjadrenie v hydrogeologických mapách. *Zbor. referátov z konferencie s medzinárodnou účasťou Vodné zdroje a ich ochrana. SF STU Bratislava, 200 - 211.*

Hanzel, V., Krahulec, P., Melioris, L. & Struňák, V., 1994: Zborník referátov z medzinárodného sympózia Minerálne vody východného Slovenska. *Slovenská asociácia hydrogeológov. Bratislava, 160.*

Hanzel, V., 1994: Regionálny hydrogeologický výskum Slovenska. *Zbor. referátov z pracovného seminára s medzinárodnou účasťou Racionálne využívanie vodných zdrojov Slovenska. Slovenská spoločnosť pre bezpečnosť a hygienu práce. Bratislava, 1 - 8.*

Kullman, E. & Hanzel, V., 1994: Karst-fissure waters in mesozoic carbonate rocks of West Carpathians (Slovakia). *In: Ž. Stefanović & B. Filipović (Eds.): Ground waters in carbonate rocks of the Carpathian-Balkan mountain range CBGA, Belgrade, 113 - 148.*

Hanzel, V., 1994: Životné jubileum prof. L. Meliorisa, DrSc. *Mineralia Slov., 6, 26, 9 - 11.*

Vrana, K., Hanzel, V. & Girman, J., 1995: Influence of Land Use on Water Quality in Mountainous Areas - A case study from Slovakia. *Slovak Geol. magazine, 1, 95.*

Hanzel, V., Bím, M., Bujalka, P., Kullman, E., Melioris, L. & Račický, M., 1995: Hydrogeologický výskum a prieskum Slovenska po roku 1990 a jeho zámery. *Podzemná voda, 1, 1. Bratislava.*

Bujalka, P., Hanzel, V., Melioris, L. & Račický, M., 1995: Stav hydrogeologického výskumu a prieskumu v SR a jeho ďalšia orientácia. *Mineralia Slov., 6.*

Hanzel, V., Kullman, E., Melioris, L. & Šindler, M., 1995: Groundwater resources of Slovakia - their Use and Protection. Memoires of the 26. Congress of the IAH. *Edmonton, Canada.*

Hanzel, V., 1996: Hydrogeologic Research of Slovakia. *Geol. Práce, Spr., 101.*

Hanzel, V., Vrana, K. & Čimborová, J., 1996: Ground water on western slopes of the Devín and Pezinok Carpathians. *Geol. Práce, Spr., 101.*

Hanzel, V., Šalagová, V. & Vrana, K., 1996: Explanations to hydrogeologic map of the Kriváňska Fatra region at a scale 1:50 000. *Geol. Práce, Spr., 101.*

Hanzel, V. & Melioris, L., 1996: Podzemné vody Slovenska - ich podiel na zásobovaní obyvateľstva. *Podzemná voda, 2, 2, SAH Bratislava.*

Hanzel, V. & Vrana, K., 1996: Krasovo-puklinové vody Bôrinského krasu - ich chemické zloženie a ochrana. *Podzemná voda, 3, 1, SAH Bratislava.*

Hanzel, V., Zakovič, M., Vrana, K., Elečko, M., Polák, M. & Pristaš, J., 1996: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape SR 1:200 000, list 27 - Poprad. *Vyd. GÚDŠ Bratislava.*

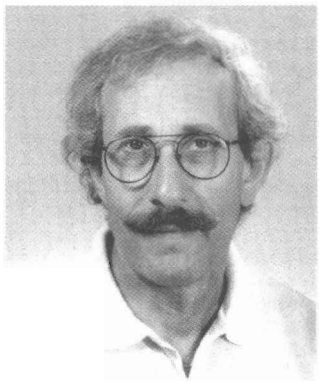
Bujalka, P. & Hanzel, V., 1997: Slovenská hydrogeológia po zániku Slovenskej geologickej spoločnosti. *Mineralia Slov., 4.*

Hanzel, V., 1997: Hydrogeologické pomery Slovenského krasu. *In: J. Mello (Ed.): Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1:50 000. Vyd. GÚDŠ Bratislava.*

Franko, O., Jetel, J., Hanzel, V., Bodiš, D., Böhm, V., Bujalka, P., Fides, J. & Hyánková, K., 1997: Geologický terminologický slovník - Hydrogeológia. *Vyd. GÚDŠ Bratislava (v tlači).*

Hanzel, V., 1997: Hydrogeologické pomery Slovenska. *In: S. Rapant, R. Vrana & D. Bodiš: Geochemický atlas Slovenskej republiky. Časť 1. Podzemné vody. GÚDŠ Bratislava (v tlači).*

RNDr. Ján Vlčko, CSc., päťdesiatročný



RNDr. Ján Vlčko, CSc., sa narodil 1. septembra 1947 v Trnave. Po maturite na Strednej všeobecnovzdelávacej škole v Bratislave študoval (od roku 1970) na Prírodovedeckej fakulte UK inžiniersku geológiu a hydrogeológiu. Už ako študent (od roku 1969) pracoval v práve sa tvoriacom oddelení inžinierskej geológie Geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave, kde zostal aj po skončení vysokoškolského štúdia. Zotrval tam až do roku 1976 (od roku 1972 ako vedúci oddelenia). Od roku 1976 doteraz pôsobí ako vedecký pracovník na katedre inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave.

Jubilant sa od počiatku svojho pôsobenia v inžinierskej geológii zaoberal regionálnym inžinierskogeologickým výskumom, mapovaním a hodnotením územných celkov na účely územného plánovania a urbanizácie a aktívne sa zúčastňoval na tvorbe metodiky spracúvania špeciálnych inžinierskogeologických máp, aplikácii moderných postupov hodnotenia geologického prostredia (kvantitatívne hodnotenie, rozhodovacia analýza ai.) a na zavádzaní výpočtovej techniky do tvorby inžinierskogeologických máp. Zúčastňoval sa na zostavovaní inžinierskogeologických podkladov pre viaceré veľké územné celky a sídelno-regionálne aglomerácie (Záhorská nížina, Zvolen - Banská Bystrica, Košice - Prešov, Veľká Bratislava ai.). V ostatnom období sa zameriava i na hodnotenie vplyvu geologického prostredia na historické objekty situované v jadrách miest (najmä v Banskej Štiavnici), ako aj na solitárne historické objekty, najmä stredoveké hrady (Spišský hrad, hrad Lietava, ai.) a na sakrálne stavby (napr. kláštor Skalka). V rámci monitoringu geofaktorov životného prostredia SR sa zaoberá stabilitou horninových masívov v podloží historických objektov a objektov situovaných na presadavých zeminách. Ako vedecký pracovník vykonáva aj pedagogickú činnosť formou prednášok, cvičení a vedením diplomantov (doteraz 10).

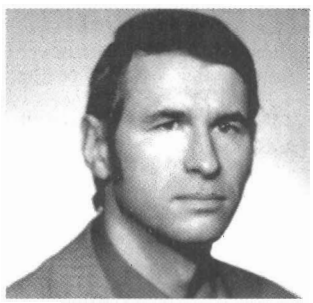
Vedecký aj odborný prínos jubilanta je známy doma i v zahraničí. Bol aktívnym účastníkom na viacerých domácich aj zahraničných konferenciách, kongresoch a sympóziách (Atény, Lisabon, Granada ai.). Je členom redakčnej rady časopisu Environmental Geology (Springer Verlag), členom Medzinárodnej asociácie inžinierskej geológie (IAEG), Slovenskej asociácie inžinierskych geológov a členom výboru bratislavskej pobočky SGS. V rámci IAEG je zástupcom Slovenskej republiky v komisii pre inžinierskogeologické mapovanie a v komisii pre ochranu historických objektov.

Vedeckú a pedagogickú činnosť jubilanta dokumentuje jedna monografia, 15 zahraničných publikácií, 42 príspevkov v domácich zborníkoch a časopisoch a spoluautorstvo jedných vysokoškolských skrípt.

Jubilujúcemu kolegovi a priateľovi želáme všetko najlepšie, najmä veľa zdravia a spokojnosti v rodinnom kruhu i na pracovisku, ako aj veľa tvorivých úspechov v ďalšej činnosti.

M. Hrašna

Doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., päťdesiatročný



Doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., sa narodil 16. augusta 1947 v Trenčíne. Po skončení základnej školy a maturite na Strednej všeobecnovzdelávacej škole v Trenčíne študoval od roku 1965 na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave inžinierskú geológiu a hydrogeológiu. Štúdium absolvoval s vyznamenaním roku 1970. V tom istom roku nastúpil na internú vedeckú aspirantúru na Geologickej fakulte Moskovskej štátnej univerzity a skončil ju roku 1973 obhajobou kandidátskej dizertačnej práce Problémy štúdia stability svahov metódami modelovania. Roku 1973 nastúpil na katedru inžinierskej geológie a hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave ako vedecký asistent. Celá jeho ďalšia profesionálna dráha je spätá s týmto pracoviskom, kde pôsobil ako vedecký pracovník, odborný asistent a docent (od roku 1987). Od roku 1995 má čiastočný úväzok aj v oddelení inžinierskej geológie Geologickej služby Slovenskej republiky.

V rámci odbornej činnosti sa jubilant v prvých rokoch práce venoval aplikácii fyzikálneho a matematického modelovania v inžinierskej geológii a inžinierskogeologickému mapovaniu, neskôr sa zameral na hodnotenie vlastností a fyzického stavu horninových masívov. V období projektovej prípravy lokalít na výstavbu prečerpávacích vodných elektrární (PVE) na Slovensku bol zodpovedným riešiteľom úlohy ŠPTR Hodnotenie a výber stavenísk PVE a zúčastnil sa na inžinierskogeologickom prieskume a hodnotení viacerých lokalít plánovanej výstavby PVE, najmä na príprave PVE Ipeľ, kde sa sústredil najmä na problematiku hodnotenia horninového prostredia na realizáciu podzemných objektov. Získané poznatky zužitkoval pri hodnotení horninového prostredia na ďalších lokalitách výstavby náročných inžinierskych diel (NJŠ Voznica, zárez Veľká Stráž ai.) a súborne ich zhrnul v dvoch metodických príručkách pre prax, vydaných INGEO Žilina. V súčasnosti v súvislosti s programom výstavby diaľníc na Slovensku spolupracuje pri hodnotení stavu horninových masívov predovšetkým v miestach projektovaných tunelov.

Súčasťou komplexného hodnotenia horninových masívov je aj aplikácia moderných metód laboratórneho a terénneho výskumu vlastností hornín z hľadiska ich využitia ako stavebného materiálu. V súvislosti s tým sú cenným príspevkom moderné expresné metódy (point load test ai.) pri hodnotení materiálov, ktoré jubilant aplikoval pri viacerých stavbách (napríklad VD Turček). V rámci komplexného monitoringu geofaktorov životného prostredia sa v súčasnosti zaoberá aj monitoringom zosuvov a iných svahových deformácií.

Rozsiahla je aj jubilantova pedagogická činnosť. Prednáša viac profilujúcich predmetov (napr. metódy inžinierskogeologického výskumu, inžinierska geológia v stavebníctve ai.), vedie odborné semináre, praktické cvičenia a mapovacie kurzy. Vychoval dvanásťich diplomantov, ktorí sa úspešne uplatnili v praxi. V súčasnosti je školiteľom štyroch doktorandov.

Vedecká a odborná činnosť jubilanta je známa doma aj v zahraničí. Bol generálnym reportérom na viacerých celoštátnych odborných podujatiach (Inžinierska geológia a energetická výstavba, Inžinierska geológia, výskum a prax ai.), zúčastnil sa na príprave medzinárodnej konferencie o zosuvoch roku 1993 a bol spoluediteľom zborníka z tohto podujatia (Landslides, A. A. Balkema, 1993). Aktívne sa zúčastnil na viacerých zahraničných konferenciách a odborných akciách (Moskva, Turín, Atény). Rozsiahlu vedeckú a pedagogickú činnosť jubilanta predstavujú dve monografie vydané v zahraničí, 11 publikácií v zahraničných časopisoch, 44 článkov v domácich časopisoch a zborníkoch, dve metodické príručky a spoluautorstvo piatich vysokoškolských skrípt. Bol zodpovedným riešiteľom a spoluriešiteľom viacerých výskumných a prieskumných úloh a vedeckých grantov a spracoval o nich (sčasti ako spoluautor) 28 správ a posudkov.

Významná je aj jubilantova aktivita vo vedeckých a odborných spoločnostiach. Je členom Slovenskej geologickej spoločnosti, dva roky bol tajomníkom národnej skupiny Medzinárodnej asociácie inžinierskej geológie a už štvrtý rok je tajomníkom výboru Slovenskej asociácie inžinierskych geológov. Od roku 1991 je zodpovedným redaktorom časopisu Acta Geologica Universitatis Comenianae.

Pri významnom životnom jubileu želajú doc. RNDr. Petrovi Wagnerovi, CSc., kolegovia z obidvoch pracovísk všetko najlepšie, najmä veľa zdravia a spokojnosti a do ďalších rokov života veľa elánu a tvorivej invencie.

M. Hrašna

Terminológia zlepencových klastov

Michal Potfaj

Rozruch okolo terminológie (názvov) častí psefitických hornín v slovenskej geologickej terminológii vznikol v 70. rokoch, keď sa geologická komunita dostala do konfrontácie s jazykovedcami, pretože v odborných geologických textoch bežne používala nespisovný termín **valún** na označenie kameňa zvyčajne transportovaného vodou, a to bez bližšej charakteristiky jeho tvaru. Podľa nášho náhľadu bol termín **valún** významovo podopretý reťazcom **váľať - ováľaný - valún**. To viedlo Marschalka (1975) k jeho obhajobe a presadil jeho používanie aj napriek odporu redaktorov, ktorí ponúkali alternatívu **okruhliak**. Marschalko mal - opäť podľa nášho názoru - pravdu, keď argumentoval významovou neprimeranosťou termínu (názvu) **okruhliak** (utvoreného od adjektíva okrúhly), indikujúcim špecifickosť tohto predmetu východiacu z jeho okrúhleho, oblého (zaobleného) tvaru.

Osobitne podčiarkujeme fakt, že nie všetky úlomky sú okrúhle a s oblými hranami, a tak zostáva otázka, ako treba pomenovať poloostrohranné či ostrohranné úlomky, lebo neprijateľnosť spojenia **ostrohranný okruhliak** je očividná. Nateraz nie je neriešiteľná ani situácia, keď treba pomenovať súbor s ostrohrannými aj s guľatými (oblými) telesami.

Kušnír (1994) český termín **valoun** a jeho nevhodne slovakizovanú podobu **valún** jednoznačne odmieta a zo správne utvorených a v bežnej lexike fungujúcich slovenských slov **okruhliak** a **obliak** odporúča medzi geologické termíny zaradiť a v odborných geologických textoch používať názov **obliak**.

Ako vidno, názvy **okruhliak** a **obliak** vychádzajú iba z morfológie, z tvaru pomenovaných predmetov. Forme **obliak** možno navyše vyčitovať významovú nezhodu s vyjadrením tvaru ostrohranného, transportom iba málo alebo vôbec nezaobleného kameňa. Podľa SSJ 2 (1960) je **obliak** „plochý, pohybom vody vyhladený kameň, kamienok" a **okruhliak** „okrúhly vyhladený kameň, okružliak", ako aj „úlomky rozpadnutých hornín zaokrúhlené činnosťou tečúcej vody". Pri hesle **okruhliak** je vo výklade (nie vo forme slova) už aj istá genetická informácia.

Slovom zvariak (veľký okrúhly hladký žulový kameň) a žabica (biely tvrdý, často plochý riečny zrnitý kameň, kremenec) sa nemusíme osobitne zaoberať, lebo nepomenúvajú úlomky hornín rozličného tvaru viac-menej transportované v akomkoľvek prostredí.

V poľskej terminológii (Gradzinski et al., 1986) sa ako všeobecný používa termín (názov) **ziarno (zrno)**, ale už na označenie hruboklastického sedimentu (štrku, zlepenca) **otoczak**, t. j. ováľaný (vo vode otáčaný) kameň. Názov **otoczak** teda nie je motivovaný morfologicky, tvarom. Významovo analogický český termín je **valoun** (Petránek, 1963; Kukal, 1986; Svoboda et al., 1983), ale aj tam sa pri klasifikácii v najširšom význame používa **klast**, resp. **úlomek** (Kukal) a **klastická častice** (Petránek, op. cit.). Petránek (l. c.) ešte aj podľa veľkosti rozlišuje **zrno** (do 2 mm), **valoun**, (do 25 cm) a **balvan** (nad 25 cm).

V Kukalovej klasifikácii (1985) v škále názvov ostrohranných úlomkov je rad *kamínek - kámen - blok* a zaoblených *oblázek - valoun - balvan*. O klasifikácii psefitov ako hornín sa stále vedú diskusie, a preto sa ňou nezaoberám, ale sústreďujem sa najmä na terminológiu.

V anglickej terminológii **clast** označuje individuálnu zložku (štruktúrny prvok) sedimentárnej horniny vzniknutú mechanickým zvetrávaním, **pebble** značí malý, zvyčajne zaoblený kamienok a **fragment** kus horniny/minerálu pochádzajúci z prv jestvujúcej masy. Ani tu sa nevychádza z morfológie (Glossary of geology, 1987). Hoci ide o významovo blízke termíny, rozdiely medzi nimi sú zjavné.

V slovenskej terminológii stále chýba výstižný jednoslovný názov horninového úlomku, ktorý by naznačoval jeho transport, prípadne aj stupeň opracovania, ale nebol by motivovaný tvarom. Vzhľadom na spôsob vzniku zlepencov a brekcií a povahu premiestňovania úlomkov by som sa prihováral za ponechanie výstižného termínu **valún**. Mám však pocit, že pre nežiaducu dedičnú väzbu na český **valoun** bude tento termín tŕňom v oku jazykovým puritánom a neprejde „lustráciou", a preto navrhujem nahradiť ho slovotvorným novotvarom *ovaliak*.

Pre zložky psefitických hornín navrhujem takéto slovenské termíny (názvy):

Okruhliak - okrúhly, ováľaný kus viac-menej izometrického tvaru. Termín nemá genetický, ale morfologický význam. Ešte špecifickejší význam môže mať novotvar *guliak* (izometrický guľovitý tvar, dobre zaokrúhlený).

Obliak - oblý tvar, hrany zaoblené (SSJ 2, 1960). Je to jednoznačne morfologický termín. Jeho anglickým ekvivalentom je *pebble* a francúzskym *galet*.

Obliak (valún, ováľanec) - ováľaný klast bez presnejšieho určenia tvaru. Dominuje v ňom genetický (ováľaný), nie morfologický význam. Môže mať hrany viac-menej zaoblené alebo aj (polo)ostrohranné. Je to odvodenina od slova váľať - gúľaním, prevaľovaním posunovať (SSJ 5, 1965). Jeho českým ekvivalentom je *valoun*, anglickým *fragment* alebo *clast* (pro parte tu aj úlomok) a francúzskym *caillou*.

Zrno - pre významovú špecifickosť tohto slova pokladám ho za vhodný názov pre úlomky veľké do 2 mm, teda pre triedu pieskovcov.

Naďalej nám v slovenčine chýbajú názvy pre jednoznačne ostrohranné tvary. Dalo by sa uvažovať o termíne **ostriak** či **hranatec**, ale ten druhý by sa dal pomýliť s eolickým hrancom. Zdá sa, že by sme mohli vystačiť s genetickým výrazom **ovaliak**.

Literatúra

Bates, R. L. & Jackson, J. A. (eds.), 1987: Glossary of geology. *Alexandria, Virginia, Am. Geol. Inst., 788.*

Gradzinski, R., Kostecka, A., Radomski, A. & Unrug, R., 1986: Zarys sedymentologii. *Warszawa, Wyd. geol., 628.*

Kukal, Z., 1985: Návod k pojmenování a klasifikaci sedimentů. *Praha, ÚÚG, 80.*

Kukal, Z., 1986: Základy sedimentologie. *Praha, Academia, 468.*

Kušnír, P., 1994: Valún, okruhliak a obliak. *Mineralia Slov., 26, 2, 3.*

Marschalko, R., 1975: Sedimentologický výskum paleogénnych zlepencov bradlového pásma a priľahlých jednotiek a prostredie ich vzniku (východné Slovensko). *Náuka o Zemi, Geol., 9, 1 - 145.*

Slovník slovenského jazyka. Zv. 2. Red. Š. Peciar. *Bratislava, VSAV 1960, 648.*

Slovník slovenského jazyka. Zv. 5. Red. Š. Peciar. *Bratislava, VSAV 1965, 848.*

Petránek, J., 1963: Usazené horniny. *Praha, NČSAV, 720.*

Plán odborných akcií Slovenskej geologickej spoločnosti na I. polrok 1988

V I. polroku 1998 usporiadajú pobočky Slovenskej geologickej spoločnosti a odborné skupiny tieto akcie:

Banskobystrická pobočka
(predseda RNDr. M. Háber, CSc.)

16. 2. 1998
M. Lukaj: Geologická problematika vývoja hlbinného úložiska rádioaktívnych odpadov.
Miesto: Zasadačka GÚ SAV, Severná 5, Banská Bystrica.
Zabezpečuje M. Háber.

16. 5. 1998
Exkurzia s výkladom pre učiteľov základných a stredných škôl:
Geologická stavba a ložiská nerastných surovín v okolí Banskej Bystrice.
Zabezpečujú J. Soták a S. Jeleň.

Bratislavská pobočka
(predseda RNDr. J. Hók, CSc.)

29. 1. 1998
M. Kohút a V. Bezák: Granitoidné intrúzie škótskych Kaledoníd.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje V. Bezák.

5. 2. 1998
Fórum mladých
Miesto: PriFUK, Mlynská dolina 1, hodina a miestnosť budú spresnené dodatočne.
Zabezpečuje P. Reichwalder.

26. 2. 1998
I. Petrík: Chaos a fraktaly v geológii; teória a aplikácie.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje J. Hók.

26. 3. 1998
E. Wallbrecher: Exhumation of Basement domes in Northeast Africa during Panafrican Orogeny. (Prof. E. Wallbrecher, Ústav geológie a paleontológie K. F. Univerzity Graz, Rakúsko)
Miesto: PriFUK, Bratislava, Mlynská dolina B-1, č. miest. 501, 14:00 hod.

Košická pobočka
(predseda prof. RNDr. F. Zábranský, CSc.)

Január 1998
Fórum doktorandov Zabezpečuje S. Jacko

Február 1998
Seminár Aktuálne problémy SGR
S. W. Faryad: Metamorfóza rakoveckej jednotky a jej význam pre rekonštrukcie variského tektonometamorfného vývoja gemerika.
Z. Németh a Ľ. Gazdačko: Nové poznatky o geologickej stavbe severogemerickej zóny.
S. W. Faryad: Tektonometamorfný vývoj meliatskej jednotky.
T. Sasvári: Nové štruktúrno-ložiskové poznatky z ložiska Nižná Slaná.
Zabezpečuje S. W. Faryad.

Apríl 1998
Seminár Geologicko-ložiskové problémy terciéru Východného Slovenska.
J. Janočko, S. Jacko a S. Karoli: Nové poznatky o stavbe východnej časti centrálno-karpatského paleogénneho bazénu.
R. Rudinec, M. Mořkovský a J. Magyar: Centrálno-karpatský paleogén - druhá ropoplynonosná provincia Západných Karpát.
J. Magyar, M. Mořkovský a F. Jung: Nové naftovo-geologické výsledky pomedzia Slanských vrchov.
P. Bačo a J. Bodnár: Geologická interpretácia magnetickej a gravimetrickej anomálie v širšom okolí Slivníka.
Z. Bacsó: Neogénna mineralizácia typu Kuroko v hraničnej zóne Západných a Východných Karpát.
Zabezpečuje S. Jacko.

21. 5. 1998
Seminár Slovenský magnezit: problémy ložiskovej geológie - úpravy - spracovanie - marketing.
Zabezpečuje J. Slavkovský.

Spišskonovoveská pobočka
(predseda Ing. Martin Radvanec, CSc.)

Február 1998
S. Pramuka: Geochemické výsledky z oblasti Vysokých Tatier - vplyv na životné prostredie.
Miesto: GS SR, Markušovská cesta 1, Spišská Nová Ves, zasadačka. Termín bude upresnený na plagáte.
Zabezpečuje M. Radvanec.

Geofyzikálna skupina (predseda doc. RNDr. J. Lanc, CSc.)

12. 3. 1998
M. Puchnerová a L. Zbořil: Tibreg Phare - medzinárodný projekt.

14. 5. 1998
Seminár Geofyzikálna spolupráca s Maďarskom - výsledky riešenia spoločných úloh: Program bude upresnený na plagáte.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje J. Lanc.

Geochemicko-mineralogická skupina (predseda doc. RNDr. M. Chovan, CSc.)

2. 4. 1998
J. Spišiak: Antropogenné zaťaženie ťažkými kovmi pôd Žiarskeho regiónu.

4. 6. 1998
T. Lanczos: Počítačové modelovanie chemického zloženia prírodných vôd.

23. 4. 1998
S. Rapant a D. Bodiš: Index kontaminácie a jeho aplikácia v podzemných vodách vo Fínsku a na Slovensku.

Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje M. Chovan

17. 4. 1998
Prednáškový deň: mineralogické, petrografické a geochemické prednášky pracovníkov PriFUK Praha.
Miesto: PriFUK, Bratislava, Mlynská dolina. Čas a číslo miestnosti budú spresnené na plagáte.

Hydrogeologická skupina (predseda RNDr. M. Benková)

19. 3. 1998
Prednáškové popoludnie
J. Michalko a P. Malík: Stabilné izotopy vo vodách tatranských plies.
P. Malík a J. Michalko: Izotopová analýza sulfátovej síry v snehových zrážkach na Slovensku.
Z. Ženišová a R. Fľaková: Kvalita vôd prameňov Bratislavského lesného parku.

28. 5. 1998
Prednáškové popoludnie
V. Jaško a kol.: (Aquipur Ba): Smolník - monitoring banských vôd.
M. Mikita a kol. (Geotest Ba): Dekontaminácia/rehabilitácia lokalít - hlavné typy riešení.
V. Vilinovič a kol. (geotest Ba): Systém hydraulickej ochrany podzemných vôd. Slovnaft - súčasný stav a výsledky.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje K. Benková.
Prípadné zmeny termínov a náplní prednášok budú včas oznámené formou plagátov.

Inžinierskogeologická skupina
(predseda doc. RNDr. R. Holzer, CSc.)

19. 2. 1998
R. Holzer: Svahové deformácie a iné prírodné hazardy v Japonsku.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje R. Holzer.

Ložisková skupina

22. 1. 1998
Prednáškové popoludnie
I. Kraus: Kaolíny v štáte Georgia (USA) a nové poznatky o kaolínoch Slovenska.
I. Rojkovič: Rudné ložiská v juhozápadnom Fínsku a zasadanutie SGA.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje I. Rojkovič.
V rámci popoludnia sa uskutoční voľba predsedu odbornej skupiny.

5. 3. 1998
J. Zuberec, Z. Hroncová a J. Kozáč: Výskum netradičných surovín, ich úprava a využitie (metodika, dosiahnuté výsledky a ich ďalšia perspektíva).
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.
Zabezpečuje J. Zuberec.

Paleontologická skupina
(predseda RNDr. Jozef Michalík, DrSc.)

6. 5. 1988
D. Boorová a M. Potfaj: Nové biostratigrafické výsledky štúdia porubského súvrstvia vo Veľkej Fatre (lok. Balcová, obalová sekvencia).
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:00 hod.
Zabezpečuje K. Fordinál.

Skupina ropnej geológie
(predseda RNDr. P. Ostrolucký, CSc.)

Apríl 1998
Prednáškové popoludnie: Nové výsledky prieskumu na ropu a zemný plyn vo viedenskej panve v Rakúsku a na Slovensku.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.
Termín prednášok, resp. prípadna zmena témy budú oznámené na plagáte.

Sedimentologická skupina
(predseda doc. RNDr. M. Kováč, CSc.)

8. 4. 1998
Sedimentologický seminár
Prednášatelia a prednášky budú spresnené v pozvánke na mesiac apríl a na plagáte.

Skupina štruktúrnej geológie (predseda doc. RNDr. D. Plašienka, CSc.)

25. 3. 1998
Prednáškové popoludnie
Program popoludnia sa spresní na plagáte.
Zabezpečuje D. Plašienka.

Vulkanologická skupina
(predseda RNDr. L. Šimon)

30. 4. 1998
Prednáškové popoludnie
D. Vass a L. Šimon: Geológia, vulkanizmus a transformný zlom Mŕtveho mora (Izrael).
V. Konečný: Vulkanizmus v Mexiku.
Miesto: GS SR, Mlynská dolina 1, Bratislava, zasadačka - 3. poschodie, 13:30 hod.

Významné životné jubileá členov Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 1998

Päťdesiatroční jubilanti

RNDr. Mária Gálisová	28. 9. 1948
RNDr. Milan Havrila	9. 12. 1948
RNDr. Ján Kráľ, CSc.	13. 6. 1948
P. g. Jozef Ondrejka	14. 2. 1948
RNDr. Anton Vojtko	19. 12. 1948

Šesťdesiatroční jubilanti

RNDr. Dušan Cabala	13. 1. 1938
Erhard Felber	16. 11. 1938
RNDr. Miroslav Filo	9. 6. 1938
RNDr. Jozef Hricko, CSc.	31. 10. 1938
Doc. RNDr. Miroslav Hrašna, CSc.	29. 9. 1938
Doc. RNDr. Jozef Jablonský, CSc.	19. 12. 1938
Prof. RNDr. Igor Mucha, DrSc.	12. 6. 1938
RNDr. Ladislava Ožvoldová, CSc.	7. 12. 1938
RNDr. Ján Pristaš, CSc.	13. 6. 1938
Ing. Ľubor Slovák	11. 11. 1938
RNDr. Anna Šubová	26. 2. 1938
Ing. Vojtech Záviš	21. 11. 1938

Šesťdesiatpäťroční jubilanti

RNDr. Jozef Beňka, CSc.	6. 3. 1933
Doc. RNDr. Štefánia Dávidová, CSc.	18. 8. 1933
RNDr. Emil Káčnik	21. 2. 1933
RNDr. Pavel Priščák	25. 9. 1933
RNDr. František Regásek, CSc.	2. 10. 1933
RNDr. Miroslav Slavkay, CSc.	22. 7. 1933
Ing. Rudolf Slovík	15. 1. 1933
RNDr. Ábel Tužinský	20. 10. 1933
Doc. RNDr. Jozef Veselský, CSc.	17. 12. 1933
Doc. RNDr. Július Zelman, CSc.	4. 7. 1933

Sedemdesiatroční jubilanti

Prof. Ing. Ján Babčan, DrSc.	8. 4. 1928
RNDr. Galina Andrusova-Vlčeková, CSc.	3. 8. 1928
RNDr. Jozef Gubač, CSc.	27. 11. 1928
RNDr. Jozef Hromec	31. 1. 1928
Ing. Lívius Janovič	5. 12. 1928
Prof. RNDr. Milan Mišík, DrSc.	3. 2. 1928

Osemdesiatroční jubilanti

RNDr. Bartolomej Leško, DrSc.	3. 6. 1918

V mene celej geologickej verejnosti všetkým jubilantom srdečne blahoželáme a do ďalších rokov želáme veľa tvorivých síl.

doc. RNDr. Peter Reichwalder, CSc.
predseda SGS

Rady autorom

Každý autor sa usiluje, aby jeho článok bol nielen obsahovo, ale aj graficky na vysokej úrovni. Vaše ilustrácie budú kvalitné, ak presne dodržíte naše inštrukcie.

Už pri príprave obrázka treba zvážiť, či sa umiestni na jeden stĺpec alebo na dva stĺpce, resp. na celú tlačenú stranu. Vhodne upravený obrázok (veľkosť písmen, hrúbka čiar možno reprodukovať aj v pomere 1:1, alebo odporúčame urobiť kresby (perovky) väčšie, ako sa predpokladá ich veľkosť po vytlačení. Perovky majú byť zhotovené sýtym čiernym tušom. Pri obrázkoch urobených na počítači treba redakcii poslať originálne obrázky (nie xeroxové kópie) vytlačené na pauzovacom papieri - *tlač laserovou tlačiarňou v kamerálnej podobe pri vysokom rozlíšení (min. 300 DPI)*. Pri zostavovaní obrázkov redakcia odporúča pracovať s programami vo vektorovom zobrazení (napr. Corel Draw). Neodporúčame používať veľmi tenké čiary (tzv. vlasovej hrúbky) ani na obrysy, ani vo výplni.

Úmerne k predpokladanému zmenšeniu treba zvoliť hrúbku čiar, veľkosť písma, čísiel, hustotu šrafovania a pod. Text možno napísať väčším aj menším písomom (nie verzálkami - veľkými písmenami), a to podľa toho, čo sa má zvýrazniť. Optimálna veľkosť písma v časopise po zmenšení je pri veľkých písmenách a číslach 2 mm a pri malých písmenách 1,6 mm.

Všeobecne

1. Rukopis v dvoch exemplároch a originál obrázkov s jedným odtlačkom musia byť vyhotovené podľa inštrukcií pre autorov časopisu Mineralia Slovaca. V opačnom prípade redakcia článok vráti autorovi pred jeho zaslaním recenzentovi.
2. Ak je možnosť, pošlite text článku na diskete 3,5", spracovaný v editore T602 (WinText602, Ami Pro, MS Word, WordPerfect; PC) alebo MS Word, QuarkXPress (Mac) v norme Kamenických alebo Latin2. S disketou zašlite aj jeden výtlačok textu na papieri.
3. Rozsah článku je najviac 20 rukopisných strán včítane literatúry, obrázkov a vysvetliviek. Uverejnenie rozsiahlejších článkov musí schváliť redakčná rada a ich zaradenie do tlače bude zdĺhavejšie.
4. Články sa uverejňujú v slovenčine, češtine, angličtine, resp. ruštine. Abstrakt a skrátené znenie článku (resumé) je obyčajne anglické (ak je článok v angličtine, potom resumé je v slovenčine).
5. Súčasne s článkom treba redakcii zaslať autorské vyhlásenie. Obsahuje meno autora (autorov), akademický titul, rodné číslo, trvalé bydlisko.

Text

1. Úprava textu včítane zoznamu literatúry prispôsobte súčasnej úprave článkov v časopise.
2. Text sa má písať s dvojitou linkovou medzerou (riadkovač 2), na strane má byť 30 riadkov, šírka riadku je asi 60 znakov.
3. Abstrakt aj s nadpisom článku sa píše na samostatný list. Obsahuje hlavné výsledky práce (neopakovať to, čo je už vyjadrené nadpisom), nemá obsahovať citácie a jeho rozsah nemá byť väčší ako 200 slov. (Abstraktu treba venovať náležitú pozornosť, lebo slúži na zostavovanie anotácií.)
4. Text má obsahovať úvod, charakteristiku (stav) skúmaného problému, resp. metodiku práce, zistené údaje, diskusiu a záver
5. Zreteľne treba odlíšiť východiskové údaje od interpretácií.
6. Neopakovať údaje z tabuliek a obrázkov, iba ich komentovať a odvolať sa na príslušnú tabuľku, resp. obrázok.
7. Text treba členiť nadpismi. Hlavné nadpisy písať do stredu, vedľajšie na ľavý okraj strany. Voliť najviac tri druhy hierarchických nadpisov. Ich dôležitosť autor vyznačí ceruzkou na ľavom okraji strany: 1 - hierarchicky najvyšší, 2 - nižší, 3 - najnižší nadpis.
8. V texte sa uprednostňuje citácia v zátvorke, napr. (Dubčák, 1987; Hrubý et al., 1988) pred formou ... podľa Dubčáka (1987). Ani v jednom prípade sa neuvádzajú krstné mená.
9. Umiestnenie obrázkov a tabuliek sa označí ceruzkou na ľavom okraji rukopisu, resp. stĺpcového obťahu.
10. Grécke písmená použité v texte treba identifikovať na ľavom okraji slovom (napr. sigma).
11. Pri písaní starostlivo odlišujte pomlčkou od spojovníka.
12. Symboly, matematické značky, názvy skamenelín, slová a pod., ktoré treba vysádzať kurzívou, autor v rukopise podčiarkne vlnovkou.
13. K článku je treba pripojiť kľúčové slová.
14. Abstrakt, resumé, vysvetlivky k obrázkom a názvy tabuliek predloží autor redakcii aj v angličtine.

Ilustrácie

1. Musia byť vysokej kvality. Majú dokumentovať a objasňovať text. Originál (pred zmenšením) môže mať rozmer najviac 340 x 210 mm. Maximálny rozmer ilustrácie vytlačený v časopise je 170 x 230 mm. Skladacie ilustrácie treba úplne vylúčiť.
   V prípade, že ide o počítačovo vytvorené ilustrácie, prosíme o ich zaslanie na diskete 3,5" vo formáte CorelDraw (PC), Adobe Illustrator (PC, Mac) alebo Aldus FreeHand (Mac).
2. Ilustrácie pripravovať s vedomím, že sa budú zmenšovať (zvyčajne o 50 %) na šírku stĺpca (81 mm) alebo strany (170 mm). Podľa toho pripravovať ich veľkosť a formou, resp. ich zoskupenie.
3. Voliť takú veľkosť písma a čísel, aby po zmenšení najmenšie písmená boli 1,2 mm. Úmerne zmenšeniu voliť aj hrúbku čiar.
4. Obrázky popisovať šablónou, nie voľnou rukou.
5. Všetky ilustrácie včítane fotografií musia obsahovať grafickú (metrickú) mierku.
6. Zoskupené obrázky, napr.: fotografie, diagramy, musia byť pripravené (nalepené) ako jeden obrázok a jeho časti treba označiť písmenami (a, b, c atď.). Takto zoskupené obrázky sa citujú ako jeden obrázok. Zoskupené fotografie treba starostlivo upraviť a nalepiť na biely kriedový papier.
7. Fotografie musia byť ostré, čiernobiele, kontrastné a vyhotovené na lesklom papieri. Je vhodné, aby sa zmenšovali minimálne o 50 %.
8. Na všetkých obrázkoch sa na okraji (na fotografiách na zadnej strane) ceruzkou uvedie číslo obrázku a meno autora. Na fotografiách sa šípkou doplní aj orientácia obrázku.
9. Na mapách a profiloch voliť jednotné vysvetlivky, ktoré sa uvedú pri prvom obrázku.
10. Názvy obrázkov a vysvetlivky sa píšu strojom na osobitný list.
11. Všetky ilustrácie sa musia citovať v texte.
12. Ilustrácie sa zasielajú redakcii už imprimované, teda pri korektúre ich už nemožno opravovať a dopĺňať.
13. Farebné ilustrácie sú vítané, ale náklady na ich tlač hradí autor.

Tabuľky

1. Tabuľky sa píšu na osobitný list. Rozsah a vnútornú úpravu tabuliek zvoľte tak, aby sa tabuľka umiestnila do stĺpca alebo na šírku strany. Rozsiahlejšie tabuľky sa neprijímajú.
2. Údaje zoraďujte do tabuľky iba vtedy, ak sa nedajú uviesť v texte.
3. Nadpis tabuľky a prípadný sprievodný text sa píše strojom na osobitný list (úpravu nadpisov pozri v časopise).
4. Vertikálne čiary v tabuľkách nepoužívať.
5. Tabuľky sa číslujú priebežne a uverejňujú sa v číselnom poradí.

Literatúra

1. V zozname literatúry sa v abecednom poriadku uvádza iba literatúra citovaná v danom článku. Citácia označená „v tlači" sa môže uviesť v zozname, len ak je z citovaného článku aspoň stĺpcová korektúra. Citácie s doplnkom „v prípade", „zadané do tlače" sú neplnohodnotné a nemajú sa používať ani v texte. Citácia „osobná informácia" sa cituje iba v texte (Zajac, os. informácia, 1988).
2. Používať nasledujúci spôsob uvádzania literatúry:
   Kniha
   Gazda, L. & Čech, M., 1988: Paleozoikum medzevského príkrovu. Alfa Bratislava, 155.
   Časopis
   Vrba, P., 1989: Strižné zóny v komplexoch metapelitov. Mineralia Slov., 21, 135 - 142.
   Zborník
   Návesný, D., 1987: Vysokodraselné ryolity. In: Romanov, V. (red.): Stratiformné ložiská gemerika. Špec. publ. Slov. geol. spol., Košice, 203 - 215.
   Manuskript
   Radvanský, F., Slivka, B., Viktor, J. & Srnka, T., 1985: Žilné ložiská jedľoveckého príkrovu gemerika. Záverečná správa z úlohy SGR-geofyzika. Manuskript - archív GP Spišská Nová Ves, 28.
3. Pri článku viac ako dvoch autorov sa v texte cituje iba prvý autor s dodatkom et al., ale v zozname literatúry sa uvádzajú všetci.
4. Ak sa v článku (knihe) cituje názov, údaje a pod. iného autora, ktorý nie je spoluautorom publikácie, potom sa v texte cituje vo forme (Gerda in Kubka, 1975), ale v zozname literatúry sa uvádza iba Kubka, J., 1975.