6/27/1995
ISSN 0369-2086

Mineralia slovaca

LABORATÓRNE A TECHNOLOGICKÉ SKÚŠKY GEOLOGICKÝCH MATERIÁLOV

Vám urobia Geoekologické laboratória v Turčianskych Tepliciach, laboratória s dlhoročnou tradíciou a skúsenosťami.

Ponúkajú tieto služby:

- overenie technologických vlastností rudných a nerudných surovín (kameň, štrk, piesok, tehliarske a keramické suroviny ...)
- chemické, fyzikálno-chemické a iné laboratórne rozbory geologických materiálov a látok kontaminujúcich geologické prostredie anorganického a organického pôvodu, materiálov fyto a zoogénneho pôvodu a odpadov
- servisné laboratórne práce
- komplexné riešenie úloh súvisiacich s analýzou, vyhodnocovaním a monitorovaním jednotlivých zložiek životného prostredia
- analytické stanovenie obsahu zlata (vyšší aj stopový obsah)

Kontakt: Ing. Jaroslav Valko (tel. 0841/2202; 2445)
Ing. Ján Kohút (tel./fax 0841/2203)

Geoekologické laboratóriá, š. p.
Robotnícka ul. 841/20
039 13 Turčianske Teplice

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) vychádza šesťkrát ročne. Vydavateľ: Geocomplex, a. s., Bratislava. Spoluvydavateľ: Slovenská geológia, š. p., Spišská Nová Ves. Sadzba v redakcii Mineralia Slovaca systémom DTP Apple Macintosh. Tlač: Graf-Opal Prešov.
Predplatné v roku 1995: Členovia Slovenskej geologickej spoločnosti 82,70 Sk, študenti 42,40 Sk (vrátane DPH), nečlenovia spoločností a 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, P. O. Box 113, 040 11 Košice. Telefón/fax: 095/437 846.

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) is published bimonthly by the Geocomplex, a. s., Bratislava and Slovenská geológia, state enterprise, Spišská Nová Ves. Text was written, edited and composed on a DTP system using Apple Macintosh computers in the editorial office Mineralia Slovaca.
Subscription for 1995 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Subscription can be sent Mineralia Slovaca, Werferova 1, P. O. Box 113, 040 11 Košice, Slovakia.
Advertising: Contact managing editor. Address of the Editorial office: Mineralia Slovaca, Werferova 1, P. O. Box 113, 040 11 Košice, Slovakia; Phone/fax: 42/95/437 846.

© Geocomplex, a. s., Bratislava

Obsah - Contents

Mineralia slovaca 27 (1995) • 6

Hurai, V., Širaňová, V., Marko, F. & Soták, J.
Uhľovodíky vo fluidných inklúziách kremeňovo-kalcitových žíl centrálnokarpatského paleogénu
Hydrocarbons in fluid inclusions from quartz-calcite veins hosted in Paleogene flysch sediments of the Central Western Carpathians 383

Chovan, M., Póč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J.
Sb-Au(As-Pb) mineralizácia ložiska Magurka, Nízke Tatry
Ore mineralization Sb-Au(As-Pb) at the Magurka deposit, Nízke Tatry Mts. 397

Kušnierová, M.
Biologicko-chemické lúhovanie tetraedritu
Biological leaching of tetrahedrite 407

Sasvári, T., Maťo, Ľ. & Zacharov, M.
Štruktúrna, mineralogická a litostratigrafická charakteristika Striebornej žily v rožňavskom rudnom poli
Structural, mineralogic and lithostratigraphic characteristic of the Strieborná vein, Rožňava ore field 412

Jacko, S., Vozár, J. & Polák, M.
Nové poznatky o geologickej stavbe Braniska a Čiernej hory
New knowledges about geological structure of the Branisko Mts. and Čierna hora Mts. 417

Hrašna, M. & Vlčko, J.
Vývoj inžinierskogeologického mapovania na Slovensku a súčasné trendy jeho rozvoja
The development and actual trends in engineering geological mapping in Slovakia 419

Bajo, I. & Jetel, J.
Nové hydrogeologické poznatky z východného Slovenska
New information on hydrogeology of East Slovakia 425

Turanová, L., Turan, J., Čelková, A. & Ševc, J.
Vplyv ťažby a úpravy magnezitovej a magnezitovo-mastencovej suroviny na životné prostredie
The impact of magnesite and magnesite-talc exploitation and dressing for the environment 429

Grecula, M.
Vymieranie v histórii Zeme - náhodné alebo zákonité udalosti?
Extinctions in Earth History - Random or Regular Events? 433

GeoVestník

OBÁLKA: Kryštály chalkopyritu narastené na drúze kryštálov kremeňa. Veľkosť do 4 mm. Lokalita: Banská Štiavnica. Zbierka: Rudolf Ďuďa, Košice.
COVER: Chalcopyrite crystals grown on druse of quartz crystals. Size is up to 4 mm. Loc. Banská Štiavnica. Collection: R. Ďuďa, Košice.

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
Geocomplex, a. s.
Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia

REDAKČNÁ RADA - EDITORIAL BOARD

Predseda - Chairman
Boris Bartalský
Slovenská geológia, š. p., Spišská Nová Ves

Vladimír Bezák, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Miroslav Filo, Geocomplex, Bratislava
Dušan Grman, Geoconzult, Košice
Dušan Hovorka, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Pavel Hvožďara, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Egon Fussgänger, Ingeo, Žilina
Vlastimil Konenčný, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Ján Kozáč, Slovenská geológia, ATNS, Košice
Eduard Köhler, Geologický ústav SAV, Bratislava
Milan Mišík, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
Ivan Vrubel, Geofyzika, Brno
Ladislav Novotný, Uránpres, Spišská Nová Ves
Ivan Pagáč, Výskum a vyhľadávanie nafty a plynu, Bratislava
Miroslav Račický, Ministerstvo životného prostredia, Bratislava
Rudolf Rudinec, Nafta, Michalovce
Peter Reichwalder, Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Juraj Tözsér, Ministerstvo životného prostredia, Bratislava
Imrich Varga, Maseva, Košice
Dionýz Vass, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava
Eva Zacharová, Geofond, Bratislava

REDAKCIA - EDITORIAL STAFF

Vedúci redakcie - Managing editor
Mária Greculová

Redaktor - Editorial assistent
Mária Dryjová

Technické spracovanie - Production editor
Jozef Rajňák

Združenie MINERALIA SLOVACA Corporation

Predseda - Chairman
Karol Egyűd
Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Členovia združenia - Members of the corporation

Geocomplex, a. s., Bratislava
Geoconsult, a. s., Košice
Geofond, Bratislava
Geofyzika, a. s., Brno
Geologia, s. r. o., Spišská Nová Ves
Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava
IGHP, a. s., Žilina
INGEO, a. s., Žilina
Nafta, a. s., Gbely
Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
Slovenská geológia, š. p., Spišská Nová Ves
Výskum a vyhľadávanie nafty a plynu, š. p., Bratislava

MINERALIA SLOVACA
Ročník 27 - 1995
OBSAH

Andráš, P. & Chovan, M.: Ullmannit z ložiska Trojárová (Malé Karpaty) 75
Andráš, P. & Ragan, M.: Sulfidické rudy s neviditeľným zlatom na Slovensku 57
Aubrecht, R. & Krištín, J.: Pôvod klastického turmalínu v liasových sedimentoch Malých Karpát 37
Bajo, I. & Jetel, J.: Nové hydrogeologické poznatky z východného Slovenska 425
Baráth, I. & Kováč, M.: Sedimentologická a paleogeografická charakteristika pliocénnej delty Hrona v komjatickej depresii dunajskej panvy 236
Bezák, V., Šefara, J., Bielik, M. & Kubeš, P.: Stavba litosféry Západných Karpát: geofyzikálna a geologická interpretácia 169
Ďurža, O. & Chovan, M.: Termoelektrické napätie molybdenitu z granitoidných masívov Západných Karpát 283
Faryad, S. W.: Stanovenie P-T podmienok metamorfózy horninových komplexov Spišsko-gemerského rudohoria 9
Fazekaš, J.: Nové poznatky z handlovského uhoľného ložiska - dobývací priestor baňa Cigeľ 273
Fendeková, M.: Analýza režimu výdatnosti prameňa Drienovec 225
Forgáč, J., Streško, V. & Škvarka, L.: Výskyt toxických prvkov v oblasti Banskej Štiavnice 45
Forgáč, J. & Streško, V.: Ortuť v pôde a v dnových sedimentoch potokov Malých Karpát a ich podhorí 375
Grecula, M.: Vymieranie v histórii Zeme - náhodné alebo zákonité udalosti? 433
Háber, M., Jeleň, S. & Kašpar, P.: Fyzikálno-optické vlastnosti pevných roztokov Au a Ag 29
Hojstričová, V., Vass, D. & Žáková, E.: Kontaktné a hydrotermálne účinky šiatorskej intrúzie na sedimenty fiľakovského súvrstvia (Cerová vrchovina) 20
Hovorka, D. & Dubíková, K.: Dva typy „azbestu" z Dobšinej 106
Hók, J., Kováč, P. & Rakús, M.: Výsledky štruktúrneho výskumu Vnútorných Karpát a ich interpretácia 231
Hrašna, M. & Vlčko, J.: Vývoj inžinierskogeologického mapovania na Slovensku a súčasné trendy jeho rozvoja 419
Hudáčková, N.: Ekotypová variabilita rodu *Ammonia* Brünnich 1772 v Paratetýde a jej paleoekologický význam 133
Hudec, P. P.: Porovnanie kanadských a slovenských metód hodnotenia vhodnosti kameňa do stavebných konštrukcií 145
Hurai, V., Širaňová, V., Marko, F. & Soták, J.: Uhľovodíky vo fluidných inklúziách kremeňovo-kalcitových žíl centrálnokarpatského paleogénu 383
Chmielewská-Horváthová, E.: Poznatky z využívania klinoptilolitu pri deamonizácii odpadovej vody u nás a vo svete 268
Chovan, M., Pčč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J.: Sb-Au(As-Pb) mineralizácia ložiska Magurka, Nízke Tatry 397
Jacko, S., Vozár, J. & Polák, M.: Nové poznatky o geologickej stavbe Braniska a Čiernej hory 417
Jesenák, K. & Fajnor, V. Š.: Distribúcia stopových prvkov v bentonite Stará Kremnička - Jelšový potok 221
Kováč, M. & Túnyi, I.: Interpretácia paleomagnetických údajov zo západnej časti Centrálnych Západných Karpát 213
Kozur, H. & Mock, R.: Prvý dôkaz jurského veku sedimentov v zóne folkmárskej sutury meliatika a jeho tektonické dôsledky 301
Kozur, H., Mock, R. & Ožvoldová, L.: Vek červených rádiolaritov meliatika z Bohúňova a poznámky k hranici anis - ladin 153
Kráľ, J., Zielinski, G. & Fordinál, K.: Izotopový pomer $^{87}Sr/^{86}Sr$ v troch schránkach mäkkýšov z terciéru Západných Karpát 365
Kušnierová, M.: Vplyv oxidácie arzenopyritového koncentrátu na výťažnosť následného lúhovania Au 64
Kušnierová, M.: Biologicko-chemické lúhovanie tetraedritu 407
Majzlan, J. & Ozdín, D.: Cu-Pb-Bi sulfosoli z Nízkych Tatier 290
Marsina, K.: Prognózne hodnotenie skarnovo-medenoporfýrovej mineralizácie v Štiavnických vrchoch na základe litogeochemických a iných kritérií 89
Medveď, J., Streško, V. & Kubová, J.: Referenčné materiály v geológii a geochémii 278
Modlitba, I.: Inžinierskogeologické hodnotenie horninového prostredia pre posudzovanie vplyvu aktivít na životné prostredie (EIA) 251
Mojzeš, A., Nikolaj, M. & Pašteka, R.: Výsledky geofyzikálneho prieskumu na lokalite Sokolec (rázdielsky blok pohoria Tríbeč) 261
Nagy, A., Fordinál, K., Brzobohatý, R., Uher, P. & Raková, J.: Vrchný miocén juhovýchodného okraja Malých Karpát (vrt Ma-1, Bratislava) 113
Orlický, O., Túnyi, I. & Vass, D.: Paleomagnetické vlastnosti šiatorských andezitov a pieskovcov fiľakovského súvrstvia v ich kontaktnom dvore 243
Palivcová, M. & Ledvinková, V.: Granitový problém a stav výzkumu granitu v knize D. B. Clarka (1992) 294
Palivcová, M. & Waldhausrová, J.: Povaha a vznik granitu (W. S. Pitcher, 1993) 298
Pauditš, P., Šamajová, E. & Turan, J.: Výskyt hydrotermálnych zeolitov pri Pukanci v Štiavnických vrchoch 67
Pavlarčík, S.: Agregáty limonitu v strednotriasových karbonátoch Belianskych Tatier pri Tatranskej Kotline 293
Petrík, I., Broska, I., Bezák, V. & Uher, P.: Granit typu Hrončok - hercýnsky granit A typu v strižnej zóne 351
Plašienka, D.: Pôvod a štruktúrna pozícia vrchnokriedových sedimentov v severnej časti Považského Inovca. Druhá časť: Štruktúrna geológia a paleotektonická rekonštrukcia 179
Pospíšil, L.: Transgemerický tektonický systém a jeho interpretace z údajů dálkového průzkumu země (DPZ) 319
Rakús, M., Vašíček, Z. & Pavlarčík, S.: Amonity albu z jaskyne Mokrá diera v Javorovej doline (vysokotatranská sukcesia, Vysoké Tatry) 207
Reháková, D.: Nové poznatky o distribúcii kalpionelíd vo vrchnojurských a spodnokriedových súvrstviach Západných Karpát 308
Remšík, A.: K článku O. Franka Geotermálna preskúmanosť Slovenska (diskusia) 78
Rojkovič, I., Porubčan, V. & Siman, P.: Nález meteoritu pri obci Rumanová 331
Sasvári, T., Maťo, Ľ. & Zacharov, M.: Štruktúrna, mineralogická a litostratigrafická charakteristika Striebornej žily v rožňavskom rudnom poli 412
Slavkay, M. & Beňka, J.: Geológia, mineralógia a metalogenéza oloveno-zinkových rúd pri Ardove 79
Slavkay, M., Krištín, J., Porubčan, V., Repka, T. & Fejdi, P.: Meteorit As Sarir zo Sahary 343
Soták, J., Biroň, A., Kotulová, R., Rudinec, R. & Spišiak, J.: Stavba podložia východoslovenskej panvy vo svete faktov a regionálnotektonických súvislostí 1
Stankovič, J.: Mikroštruktúra dezintegrovaného chryzotilu z Dobšinej pozorovaná transmisným elektrónovým mikroskopom 287
Turanová, L., Khun, M., Turan, J. & Čelková, A.: Ťažké kovy v čiernych bridliciach ložiskových oblastí Západných Karpát a ich vplyv na životné prostredie 99
Turanová, L., Turan, J., Čelková, A. & Ševc, J.: Vplyv ťažby a úpravy magnezitovej a magnezitovo-mastencovej suroviny na životné prostredie 429
Vass, D.: Odraz globálnych zmien morskej hladiny na severnom okraji maďarského paleogénu vo fiľakovskej a v novohradskej panve (južné Slovensko) 193

MINERALIA SLOVACA
Volume 27 - 1995
CONTENT

Andráš, P. & Chovan, M.: Ullmannite from Trojárová deposit (Malé Karpaty Mts., Western Carpathians) 75
Andráš, P. & Ragan, M.: Sulphide ores with invisible gold in Slovakia (Western Carpathians) 57
Aubrecht, R. & Krištín, J.: Provenance of detrital tourmaline in the Lower Jurassic of the Malé Karpaty Mts. 37
Bajo, I. & Jetel, J.: New information on hydrogeology of East Slovakia 425
Baráth, I. & Kováč, M.: Sedimentology and paleogeography of the Pliocene Hron river delta in the Komjatice depression (Danube Basin) 236
Bezák, V., Šefara, J., Bielik, M. & Kubeš, P.: Lithospheric structure in the Western Carpathians: geophysical and geological interpretation 169
Ďurža, O. & Chovan, M.: Thermoelectrical power of molybdenite from Western Carpathians granitoid massives 283
Faryad, S. W.: Determination of P-T conditions of metamorphism in the Spiš-Gemer Ore Mts. (Western Carpathians) 9
Fazekaš, J.: A new knowledge from layer of brown coal Handlová - the exploitation space Baňa Cigeľ 273
Fendeková, M.: Analysis of the régime of Drienovec spring discharges, Eastern Slovakia 225
Forgáč, J., Streško, V. & Škvarka, L.: Occurrence of toxic elements in the Banská Štiavnica area (Central Slovakia) 45
Forgáč, J. & Streško, V.: Mercury in soils and stream sediments of the Malé Karpaty Mts. 375
Grecula, M.: Extinctions in Earth History - Random or Regular Events? 433
Háber, M., Jeleň, S. & Kašpar, P.: Physical-optical properties of Au-Ag alloys 29
Hojstričová, V., Vass, D. & Žáková, E.: Contact and hydrothermal effects of the Šiator intrusion on sediments of the Fiľakovo formation (Cerová vrchovina Upland) 20
Hovorka, D. & Dubíková, K.: Two "asbestos" types from Dobšiná 106
Hók, J., Kováč, P. & Rakús, M.: Structural investigations of the Inner Carpathians - results and interpretation 231
Hrašna, M. & Vlčko, J.: The development and actual trends in engineering geological mapping Slovakia 419
Hudáčková, N.: Ecotype variability of genus *Ammonia* Brünnich 1772 in the Neogene of Paratethys and their paleoecological significance 133
Hudec, P. P.: Comparison of Canadian and Slovak methods of evaluation of stone suitability into building constructions 145
Hurai, V., Širáňová, V., Marko, F. & Soták, J.: Hydrocarbons in fluid inclusions from quartz-calcite veins hosted in Paleogene flysch sediments of the Central Western Carpathians 383
Chmielewská-Horváthová, E.: Review of the clinoptilolite utilization for wastewater ammonia removal in Slovakia and abroad 268
Chovan, M., Póč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J.: Ore mineralization Sb-Au(As-Pb) at the Magurka deposit, Nízke Tatry Mts. 397
Jacko, S., Vozár, J. & Polák, M.: New knowledges about geological structure of the Branisko Mts. and Čierna hora Mts. 417
Jesenák, K. & Fajnor, V. Š.: Distribution of trace elements in Stará Kremnička - Jelšový potok bentonite 221
Kováč, M. & Túnyi, I.: Interpretation of the paleomagnetic data from western part of the Central Western Carpathians 213
Kozur, H. & Mock, R.: First evidence of Jurassic in the Folkmar Suture Zone of the Meliaticum in Slovakia and its tectonic implications 301
Kozur, H., Mock, R. & Ožvoldová, L.: The age of red radiolarites from the Meliaticum of Bohúňovo (Slovakia) and remarks to the Anisian - Ladinian boundary 153
Kráľ, J., Zielinski, G. & Fordinál, K.: $^{87}Sr/^{86}Sr$ in three mollusc shells from the Tertiary rocks of the Western Carpathians 365
Kušnierová, M.: Effects of biooxidation on gold recovery by thiourea leaching 64
Kušnierová, M.: Biological leaching of tetrahedrite 407
Majzlan, J. & Ozdín, D.: Cu-Pb-Bi sulfosalts from the Nízke Tatry Mts. 290
Marsina, K.: Evaluation of skarn related porphyry copper mineralization in the Štiavnické vrchy Mts. on the basis of lithogeochemical and some other criteria 89
Medved, J., Streško, V. & Kubová, J.: Reference materials in geology and geochemistry 278
Modlitba, I.: Engineering-geological valuation of the rock environment for the environmental impact assessment (EIA) 251
Mojzeš, A., Nikolaj, M. & Pašteka, R.: Complex surface geophysical exploration in the Sokolec area (the Rázdiel block of the Tríbeč Mts.) 261
Nagy, A., Fordinál, K., Brzobohatý, R., Uher, P. & Raková, J.: Upper Miocene from SE margin of the Malé Karpaty Mts. (well Ma-1, Bratislava) 113
Orlický, O., Túnyi, I. & Vass, D.: Palaeomagnetic properties of the Šiator andesites and the sandstones of the Fiľakovo Formation in their contact zone 243
Palivcová, M. & Ledvinková, V.: Granite problem and the state of the research of granite in the book of D. B. Clarke (1992) 294
Palivcová, M. & Waldhausrová, J.: W. S. Pitcher 1993: The nature and origin of granite 298
Pauditš, P., Šamajová, E. & Turan, J.: Occurrence of hydrothermal zeolites near Pukanec in the Štiavnické vrchy Mts. (Central Slovakia) 67
Pavlarčík, S.: Aggregates of limonite in the Middle Triassic carbonates of the Belianske Tatry Mts. near Tatranská Kotlina 293
Petrík, I., Broska, I., Bezák, V. & Uher, P.: The Hrončok (Western Carpathians) type granite - a Hercynian A-type granite in shear zone 351
Plašienka, D.: Origin and structural position of Upper Cretaceous sediments in the northern part of the Považský Inovec Mts. Part 2: Structural geology and paleotectonic reconstruction 179
Pospíšil, L.: Transgeneric tectonic system and its interpretation from data of the remote sensing (RS) 319
Rakús, M., Vašíček, Z. & Pavlarčík, S.: Albian ammonites from the cave Mokrá diera in the Javorová valley (Vysoké Tatry Succession, High Tatras) 297
Reháková, D.: New data on calpionellid distribution in the Upper Jurassic/Lower Cretaceous formations (Western Carpathians) 308
Remšík, A.: Discussion to the article Geothermal energy exploration in Slovakia by O. Franko 78
Rojkovič, I., Porubčan, V. & Siman, P.: A meteorite finding near the village of Rumanová (Western Slovakia) 331
Sasvári, T., Maťo, Ľ. & Zacharov, M.: Structural, mineralogic and lithostratigraphic characteristic of the Strieborná vein, Rožňava ore field 312
Slavkay, M., Krištín, J., Porubčan, V., Repka, T. & Fejdi, P.: Meteorite As Šarir from Sahara 343
Slavkay, M. & Beňka, J.: Geology, mineralogy and metallogeny of lead - zinc ores at Ardovo 79
Soták, J., Biroň, A., Kotulová, J., Ruckinec, R. & Spišiak, J.: Geological structure of the East Slovakian basin basement in the light of facts and regional tectonic context 1
Stankovič, J.: Microtexture of desintegrated chrysotile from Dobšiná observed by transmission electron microscope 287
Turanová, L., Khun, M., Turan, J. & Čelková, A.: Heavy metals in the black shales from some deposits of the Western Carpathians and their influence on environment 99
Turanová, L., Turan, J., Čelková, A. & Ševc, J.: The impact of magnesite and magnesite - talc exploitation and dressing for the environment 429
Vass, D.: Global sea level changes reflected on Northern margin of the Hungarian Paleogene the Fiľakovo and Nógrád (Novohrad) Lower Miocene Basins (South Slovakia) 195

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 383 - 396

Uhľovodíky vo fluidných inklúziách kremeňovo-kalcitových žíl centrálnokarpatského paleogénu

VRATISLAV HURAI[1], VIERA ŠIRAŇOVÁ[1], FRANTIŠEK MARKO[2] a JÁN SOTÁK[3]

[1]Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava
[2]Prírodovedecká fakulta UK, katedra geológie a paleontológie, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava
[3]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 26.9.1995)

Hydrocarbons in fluid inclusions from quartz-calcite veins hosted in Paleogene flysch sediments of the Central Western Carpathians

The paper summarizes information gained from hydrocarbon-rich fluid inclusions hosted in the veins, penetrating Paleogene sediments of the Central Western Carpathians. Properties of the inclusion hydrocarbons, gases and aqueous solutions have been studied by microthermometry, gas chromatography, Raman and infrared spectroscopy. The fluid inclusion data permitted reconstruction of paleothermal and paleopressure history of the basin.

Úvod

Modelovať migráciu uhľovodíkov v sedimentárnom bazéne bez údajov z fluidných inklúzií v minerálach vzniknutých pri diagenetických a epigenetických procesoch nemožno. Fluidné inklúzie sú často jediným zdrojom informácií o termálnej histórii a o zmenách zloženia uhľovodíkov v sedimentárnom bazéne a okrem toho sa v nich zachovala pôvodná hustota fluid, ktorá v kombinácii s údajmi o teplote dovoľuje rekonštruovať tlak.

V posledných rokoch sa intenzívne skúma uhľovodíkový potenciál paleogénnych flyšových sedimentov Západných Karpát, pričom sa tu iba nedávno začali využívať aj moderné geochemické metódy zahŕňajúce napríklad aj výskum zloženia bitúmenových extraktov z hornín a odraznosť vitrinitu. Táto práca obsahuje prvé informácie o zložení a termodynamických parametroch fluid, ktoré cirkulovali v kremeňovo-kalcitových žilkách pretínajúcich flyšoidné súvrstvia centrálnokarpatského paleogénu.

Lokalizácia vzoriek

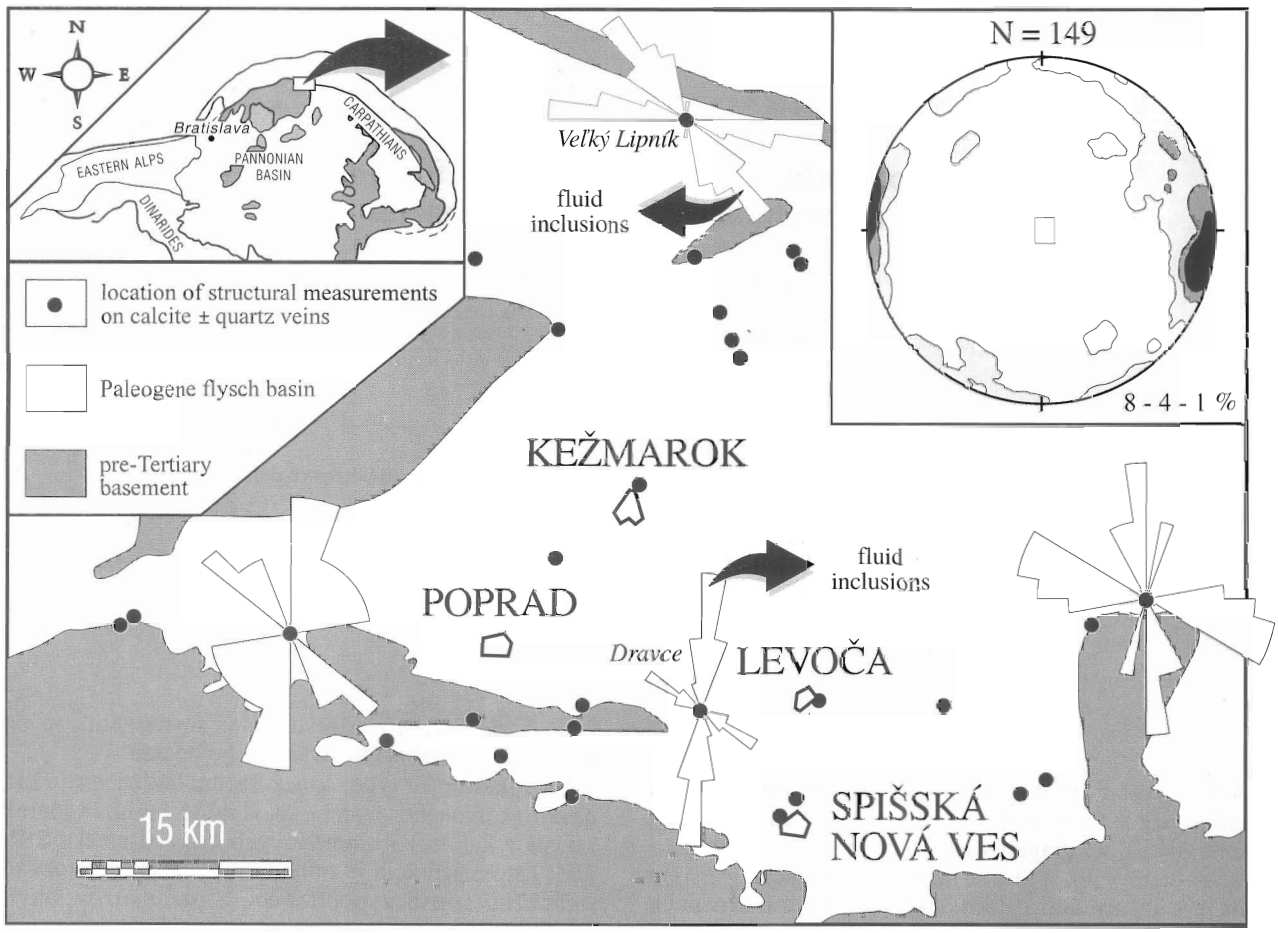
Fluidné inklúzie sme skúmali na dvoch lokalitách (obr. 1). Lokalita Veľký Lipník je v severnej časti skúmaného územia a budujú ju eocénne sedimenty šambronskej štruktúrnej zóny. Kremeňovo-kalcitové žilky hrubé niekoľko cm tu sledujú dva hlavné tektonické smery. Fluidné inklúzie sa našli v žilkách smeru SZ - JV, mladších, ako sú kalcitové žilky smeru V - Z až VVJ - ZZS. Najmladšie trhliny smeru SV - JZ nie sú mineralizované. Genéza mineralizovaných trhlín nie je celkom jasná. Mohli vznikať ako relatívne staré štruktúry už počas subsidencie alebo neskôr pri vytvorávaní tektonického stresu počas formovania sa bezprostredne susediaceho bradlového pásma.

Na lokalite Dravce, ktorá sa nachádza na južnom okraji skúmaného územia, sa fluidné inklúzie identifikovali v kalcitovo-kremeňových žilkách smeru SSV - JJZ. Táto orientácia je totožná so smerom tenzora tektonického stresu vypočítaného z parametrov šmykových trhlín spôsobených horizontálnym posunom. Žilky pravdepodobne reprezentujú mineralizované tenzné trhliny, ktoré zvyčajne vznikajú pri výzdvihu sedimentárneho bazéna ako výsledok meniacej sa geometrie zemského povrchu (Price a Cosgrowe, 1991). V sedimentoch centrálnokarpatského paleogénu mohli takéto trhliny vznikať po oligocénnej sedimentácii ako výsledok relatívnej extenzie, ktorej smer bol paralelný s dlhšou osou invertujúceho bazéna.

Analytické metódy

Fluidné inklúzie sa identifikovali polarizačným mikroskopom v obojstranne leštených platničkách hrúbky 0,2 - 0,3 mm. Teplota fázových premien sa sledovala na zariadení fy CHAIXMECA, umožňujúcom pozorovať inklúzie v rozsahu -196 až +600 °C. Zariadenie bolo kalibrované pomocou chemicky čistých anorganických látok so známou teplotou tavenia a fluidných inklúzií so známou teplotou fázových premien. Reprodukovateľnosť merania bola ± 0,1 °C pri teplote od -100 do +100 °C a ± 0,5 °C mimo tohto rozsahu.

Nedeštruktívna chemická analýza plynnej fázy a C vo fluidných inklúziách sa uskutočnila pomocou laserovej mikrosondy MICRODIL 28 (C.R.E.G.U, Vandoeuvre-les-Nancy, Francúzsko) a konfokálnej laserovej sondy XY 800 (DILOR GmbH, Bensheim, Nemecko). Obidve sondy boli vybavené multikanálovým detekto-



Obr. 1. Distribúcia kremeňovo-kalcitových žiliek vo flyšovom bazéne Centrálnych Západných Karpát s ružicovými diagramami dokumentujúcimi orientáciu žíl vybraných lokalít. Kontúrový diagram v hornom pravom rohu sumarizuje póly kalcitových žíl južnej časti študovaného územia.

Fig. 1. Distribution of calcite (± quartz) veins in the Paleogene flysch basin of the Central Western Carpathians, with rose histograms showing vein orientation in selected localities. Contour diagram in the upper right corner summarizes poles to calcite veins from the southern part of the sedimentary basin.

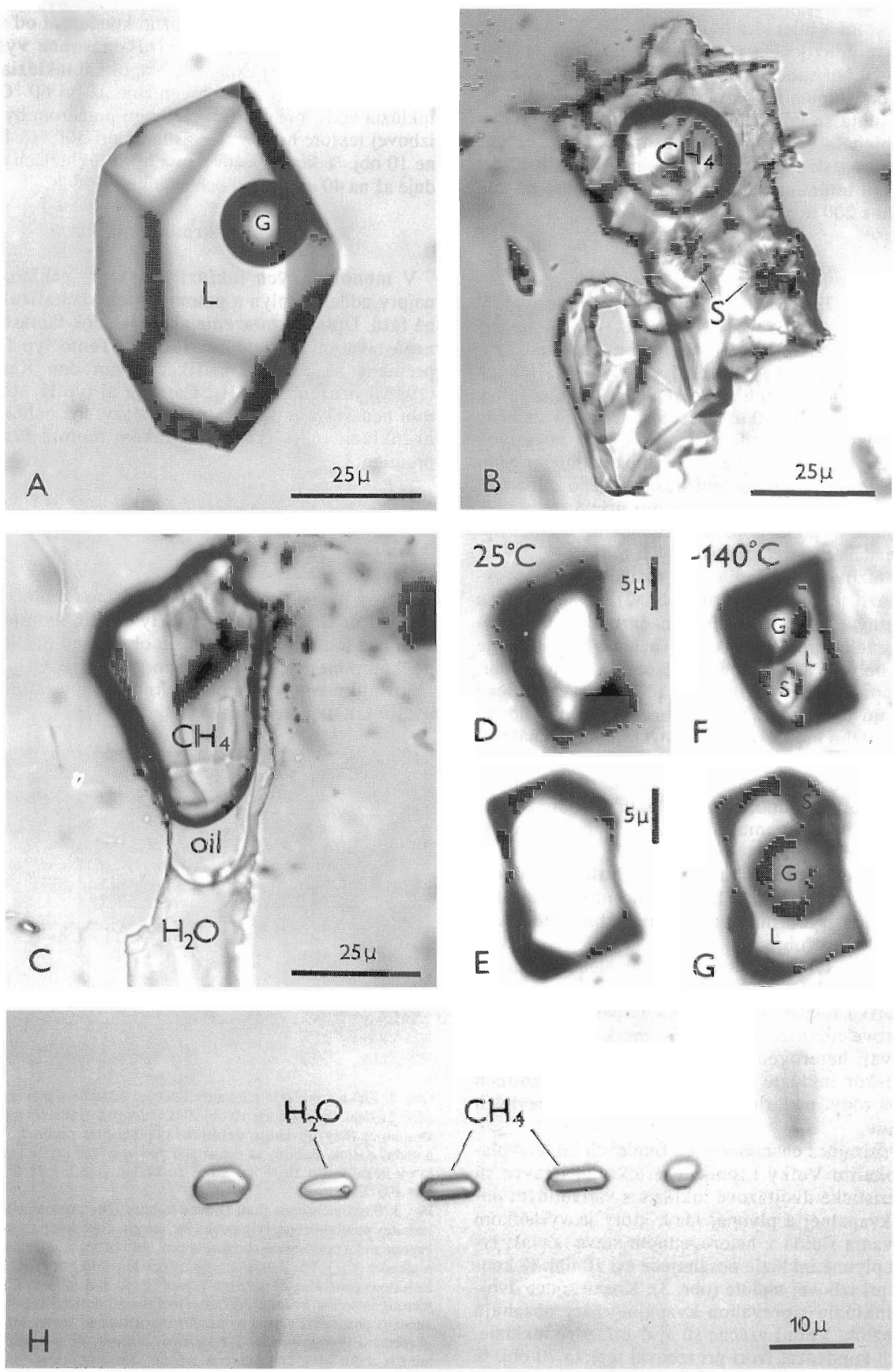
rom s 1024 diódami, ktorý slúžil na registráciu Ramanovho žiarenia vznikajúceho interferenciou monochromatického laserového lúča s vlnovou dĺžkou 514,5 alebo 632,8 nm produkovaného argónovým laserom s výkonom 5 a 3 W. Interpretácia spektier bola založená na rovniciach a postupoch, ktoré zhrnul Dubessy et al. (1989).

Úlomky kremeňa, separované pod binokulárnou lupou a vyčistené v zriedenej HCl, sa rozdrvili v oceľovom valci a obsah narušených inklúzií extrahoval 40 hodín soxhletom za použitia chloroformu ako rozpúšťadla. Ropná, smolná a asfaltová frakcia sa z bitúmenového extraktu oddelila elúciou n-hexánom, benzénom a benzénovo-metanolovou zmesou.

Kvantitatívne zastúpenie n-alkánov v ropnej frakcii sa analyzovalo v plynovom chromatografe Hewlett-Packard 5890 vybavenom 50 m kapilárovou kolónou HP-5 a plameňovo-ionizačným detektorom (FID). Tep-

Obr. 2. Fluidné inklúzie v kremeni zo žiliek v eocénnych sedimentoch šambronskej zóny z lokality Veľký Lipník. a - primárna inklúzia tvaru kryštálového negatívu; písmeno G označuje bublinu vodnej pary, L - vodný roztok, b - pseudosekundárna nepravidelná vodná inklúzia s kvapalným metánom (CH_4) a s dvoma radiálne koncentrickými agregátmi vyšších uhľovodíkov (s), c - mnohofázová pseudosekundárna inklúzia skladajúca sa z vodného roztoku (H_2O), ropy a kvapalného metánu (CH_4), d, e - primárne jednofázové inklúzie plynov, f, g - v týchto inklúziách sa pri ochladzovaní vytvára bublina plynného metánu (G) a oktaédrická pevná fáza (s), pravdepodobne CO_2; L označuje kvapalný metán, h - systém primárnych inklúzií umiestnený pozdĺž prírastkovej plochy kremeňa; inklúzie dokumentujú existenciu nemiešateľnej zmesi metánu a vody.

Fig. 2. Fluid inclusions in quartz hosted by Eocene sediments at the Veľký Lipník locality. a - Primary, negative crystal-shaped aqueous inclusion in quartz. G denotes vapour and L - aqueous liquid phase, b - A pseudosecondary irregular aqueous inclusion containing liquid methane (CH_4) and two radially concentric aggregates of higher hydrocarbons (s), c - A polyphase pseudosecondary inclusion consisting of aqueous liquid (H_2O), oil and methane liquid (CH_4). d, e - Primary monophase gaseous inclusions, f, g - On freezing, these inclusions develop a bubble of gaseous methane (G) and an octahedral solid phase (s), most likely carbon dioxide. L denotes methane liquid, h - A trail of primary inclusions aligning a growth zone. The inclusions document heterogeneous trapping and immiscibility between water- and methane-rich phases.


G
L
25µ
A
CH4
S
25µ
B
CH4
oil
H2O
25µ
C
25°C
5µ
D
-140°C
G
L
S
F
5µ
E
S
G
L
G
H2O
CH4
10µ
H

lota detektora a injektora bola 310 a 270 °C. Ako nosný plyn sa použilo He s prietokom 2,4 ml/min. Teplotný profil bol spočiatku izotermálny pri 40 °C a potom teplota stúpala rýchlosťou 5 °C/min až do 300 °C a táto teplota sa udržiavala 30 min. Injekcia bitúmenov prebiehala v bezštrbinovom móde. Infračervené spektrum sa získalo na spektrofotometri Perkin-Elmer 597 z 10 µl bitúmenového extraktu vtlačeného do tablety spolu s 200 mg KBr.

Fluidné inklúzie

Typológia a fázové zloženie

Fluidné inklúzie sú rozšírené hlavne v kryštalizovanom kremeni a menej často aj v polykryštalických agregátoch kalcitu. Ich veľkosť neprekračuje 100 µ a najčastejšie je 10 - 30 µ. Väčšinou sú nepravidelného tvaru a často majú podobu kryštálových negatívov usporiadaných v trojrozmernych zhlukoch alebo paralelne s prírastkovými zónami hostiteľského minerálu. Tieto znaky sú charakteristické pre primárny pôvod. Rozšírené sú aj inklúzie pseudosekundárneho charakteru usporiadané naprieč prírastkových zón.

Podľa fázového zloženia sme rozlíšili niekoľko typov inklúzií (niektoré ilustruje obr. 2). Kvapalnú fázu tvorí vodný roztok, ropa alebo nadkritická zmes plynov s prevahou metánu. Vodný roztok vždy obsahuje plynovú bublinu zaberajúcu 5 - 25 obj. % inklúzie (obr. 2a). Kvapalné uhľovodíky sú väčšinou svetlozelené a vytvárajú film medzi vodným roztokom a plynovou bublinou alebo niekoľko izolovaných globúl vznášajúcich sa vo vodnom roztoku. Vyskytujú sa vždy spolu s metánom (obr. 2c). Nadkritické plynné zmesi sú prítomné vo forme jednofázových inklúzií (obr. 2 d, e) alebo spolu s bitúmenmi a vodným roztokom tvoria mnohofázové inklúzie.

Pevné bitúmeny sa zriedka spozorovali vo vodnom roztoku ako bezfarebné až hnedé koncentricky radiálne agregáty s pestrými interferenčnými farbami pod skríženými nikolmi (obr. 2b).

Plynnú fázu tvorí najčastejšie metán alebo vodná para bez prímesi ďalších plynov.

Z hľadiska relatívneho veku sú spravidla najstaršie jednofázové inklúzie kvapalného metánu. Po nich sa zachytávali heterogénne zmesi metánu a vody (obr. 2h) a neskôr inklúzie vodného roztoku s variabilnou prímesou ropy, nadkritickej plynnej zmesi a pevných bitúmenov.

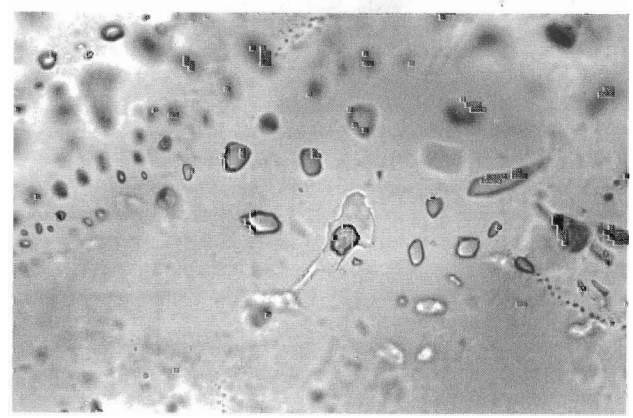
Predchádzajúca charakteristika fluidných inklúzií platí pre lokalitu Veľký Lipník. Pre lokalitu Dravce sú charakteristické dvojfázové inklúzie s variabilným pomerom kvapalnej a plynnej fázy, ktorý je výsledkom zachytávania fluida v heterogénnom stave. Zvlášť typické sú plynné inklúzie obsahujúce asi 10 obj. % kondenzátu pri izbovej teplote (obr. 3). Koexistujúce dvojfázové inklúzie s prevahou kvapalnej fázy obsahujú vodný roztok. Veľmi vzácne sú aj dvojfázové inklúzie, v ktorých kondenzát tvorí pri izbovej teplote 70 obj. % inklúzie. V takom prípade možno kondenzát od vodného roztoku odlíšiť podľa niekoľkonásobne vyššieho koeficienta tepelnej expanzie. Napríklad inklúzia so 70 obj. % kondenzátu sa homogenizuje už pri 60 °C, kým inklúzia vody s rovnakým fázovým pomerom by sa pri izbovej teplote homogenizovala až pri 300 °C. Podobne 10 obj. % kondenzátu v plynných inklúziách expanduje až na 40 obj. % pri ochladení na -196 °C.

Optická mikrotermometria

V monofázových inklúziách sa pri ochladzovaní najprv oddeľuje plyn a potom v nich kryštalizuje pevná fáza. Úplné vymrazenie ako výsledok metastability nenastáva ani pri teplote -196 °C. Tento typ fázovej premeny sa podľa klasifikácie van den Kerkhofa (1988a) označuje ako H_2. Častý je aj typ H_1, pri ktorom nenastáva nukleácia pevnej fázy. Pri ochladzovaní inklúzií tohto typu býva takáto teplota fázových premien:

$$L + G \xrightarrow{-105° \text{ až } -73\ °C} L \text{ alebo } G, \text{ a } L + G + S \xrightarrow{-129° \text{ až } -90\ °C} L + G$$
$$\xrightarrow{-114° \text{ až } -78\ °C} L \text{ alebo } G$$

Fázová premena H_1 s homogenizačnou teplotou (Th) pod -82,6 °C je typická pre čistý metán, kým inklúzie s Th nad touto hodnotou musia obsahovať ďalšie plynné komponenty, najpravdepodobnejšie CO_2 alebo uhľovodíky s nízkou molekulárnou váhou, ktoré majú vyššiu kritickú teplotu ako CH_4 (tab. 1).



Obr. 3. Fluidné inklúzie z lokality Dravce. Inklúzie s prevahou plynného metánu obsahujú asi 10 obj. % kondenzátu. Inklúzia s prevahou kvapalnej fázy obsahuje deformovanú bublinu plynného metánu a vodný roztok. Bubliny sa deformujú pod vplyvom kryštalizácie hydrátov neznámeho zloženia, ktoré zostávajú stabilné až do teploty 80 - 100 °C.

Fig. 3. Fluid inclusions from Dravce locality. The photomicrograph illustrates pseudosecondary gaseous inclusions, containing methane-rich vapour and a condensate composed probably of low-molecular-weight n-alkanes (C_{4+}). The inclusions are associated with two-phase aqueous inclusions consisting of methane vapour (dark) and aqueous liquid. Numerous invisible hydrate crystals precipitated during freezing in the aqueous phase and persist to room temperature to cause deformation of methane vapour bubble. The hydrates disintegrate sluggishly on heating to about 80 °C and their composition remains unclear.

Tab. 1
Termodynamické parametre vybraných anorganických a organických plynov
Thermodynamic parameters of selected inorganic and organic gas compounds

Názov	Vzorec	Trojný bod		Kritický bod		
		T (°C)	P (10^5 Pa)	T (°C)	P (10^5 Pa)	D ($g.cm^{-3}$)
Dusík	N_2	-210,0 [4]	0,1253 [4]	-147,0 [4]	33,99 [4]	0,314 [4]
Kysličník uhličitý	CO_2	-56,6 [2]	5,18 [2]	31,06 [2]	73,76 [1]	0,466 [2]
Sírovodík	H_2S	-82,9 [3]	0,25 [3]	100,4 [3]	89,9 [3]	0,349 [3]
Metán	CH_4	-182,465 [5]	0,11696 [5]	-82,599 [5]	45,992 [5]	0,16266 [5]
Etán	C_2H_6	-182,802 [1]	$1,1 \times 10^{-5}$ [8]	32,18 [1]	48,714 [1]	0,213 [6]
Propán	C_3H_8	-187,68 [1]	$3,3 \times 10^{-9}$ [8]	96,65 [1]	42,42 [1]	0,226 [6]
Bután	C_4H_{10}	-138,29 [1]	$4,0 \times 10^{-6}$ [8]	152,01 [1]	37,967 [1]	?
Pentán	C_5H_{12}	-129,721 [1]	?	196,5 [1]	33,69 [1]	0,232 [6]
Hexán	C_6H_{14}	-95,0 [7]	?	234,2 [7]	29,2 [6]	0,234 [6]
Heptán	C_7H_{16}	-90,6 [7]	?	267,1 [7]	26,4 [6]	0,234 [6]
Oktán	C_8H_{18}	-56,8 [7]	?	296,2 [6]	24,2 [6]	0,233 [6]

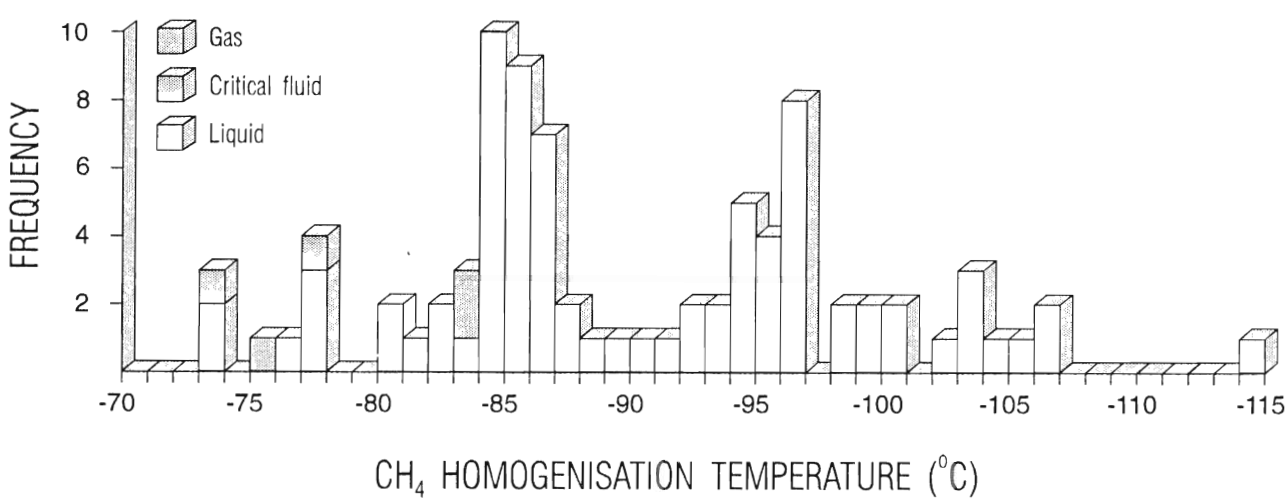
1. Hiza et al. (1982), 2. Angus et al. (1976), 3. van den Kerkhof & Hein (1992), 4. Kidnay et al. (1985), 5. Kleinrahm & Wagner (1986), 6. Raznyevich (1984), 7. Weast (1988), 8. Allamagny (1976) in Mullis (1987)

Oktaédrická pevná fáza, nukleujúca v inklúziách s fázovou premenou typu H_2, môže teoreticky reprezentovať CO_2, H_2S alebo pevný roztok obidvoch zložiek. Histogram homogenizačnej teploty jednofázových inklúzií s prevahou metánu ilustruje obr. 4.

Zastúpenie plynných komponentov a hustotu inklúzií typu H_2 možno odvodiť z fázového diagramu systému CH_4-CO_2 (Thiéry et al., 1994). Na obr. 6 vidno, že koncentrácia CO_2 v sledovaných inklúziách neprekračuje 6,3 mol. %. Kritická homogenizácia sa spozorovala pri teplote -73,6 °C, čo zodpovedá obsahu 8 mol. % CO_2 v zmesi (Thiéry et al., 1994). Zhoda obidvoch údajov je evidentná, avšak Ramanovou spektrometriou sa v inklúziách tohto typu identifikovali aj ďalšie plynné komponenty.

Optická mikrotermometria plynných inklúzií z lokality Dravce priniesla do istej miery kontroverzné výsledky. Ochladzovanie inklúzií viedlo iba k expanzii kondenzátu, ale zamrznutie alebo precipitácia pevnej fázy sa nezistili ani pri teplote -196 °C. Tento jav je typický pre metán alebo dusík, ktoré sa vyznačujú nízkou hodnotou trojného bodu. Kontroverzná je homogenizačná teplota, ktoré sa pohybuje od 59,9 do 73 °C (homogenizácia na plyn). Jedna inklúzia homogenizovala na kvapalinu pri 61,6 °C. Kritická homogenizácia sa zistila pri 80 - 83 °C. Tieto hodnoty sú omnoho vyššie ako kritická teplota metánu, dusíka alebo ich zmesi, a preto je nevyhnutné predpokladať prítomnosť malého množstva ďalších plynných komponentov s kritickým bodom nad 80 °C, najmä H_2S, propánu a vyšších uhľovodíkov (tab. 1). Ale prevaha metánu alebo dusíka v plynnej zmesi je nevyhnutnou podmienkou udržania metastabilnej kvapaliny pri teplote kvapalného dusíka (-196 °C).

Teplota tavenia ľadu v inklúziách vodného roztoku sa na obidvoch lokalitách pohybovala najčastejšie od 0



Obr. 4. Histogram homogenizačnej teploty monofázových inklúzií s prevahou metánu z lokality Veľký Lipník.
Fig. 4. Histogram of homogenization temperatures of methane-rich inclusions from Veľký Lipník.

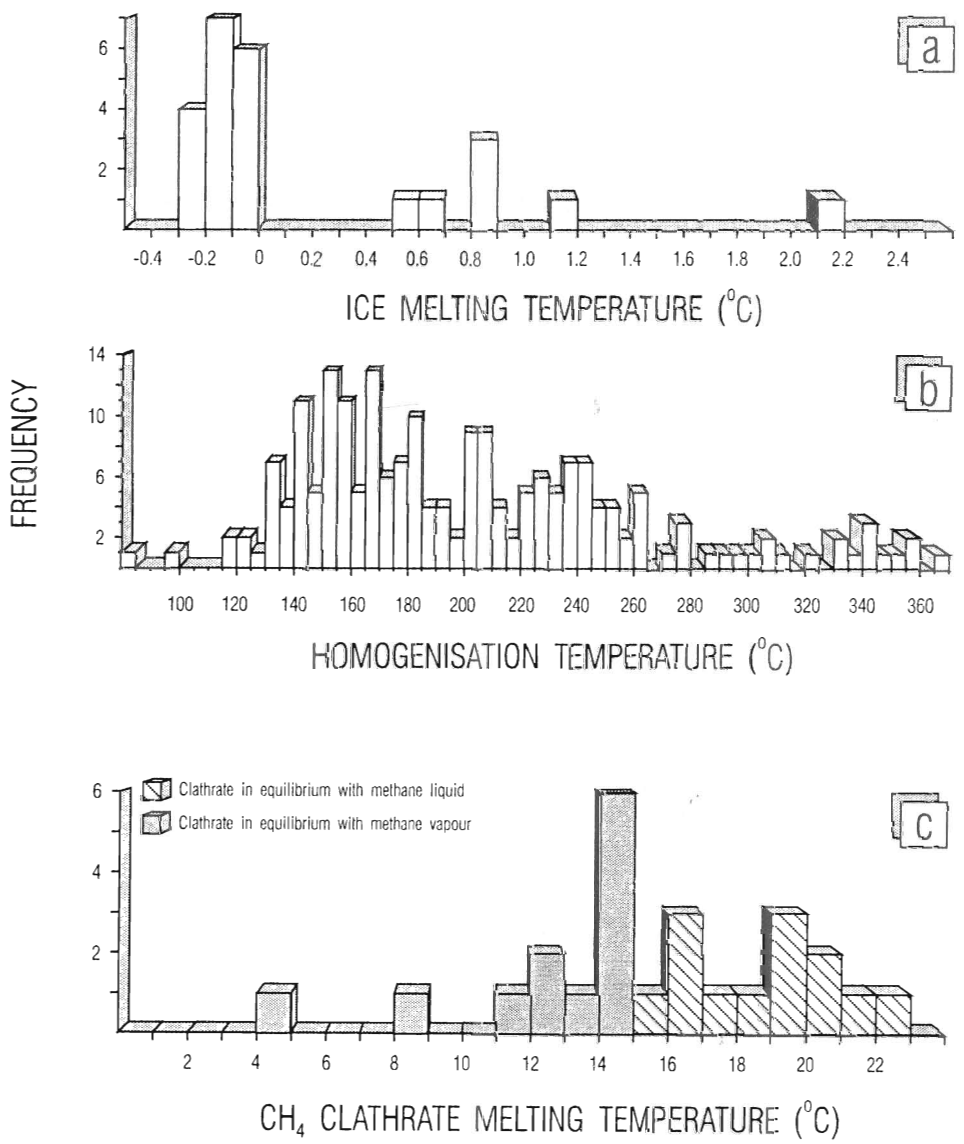
do -0,3 °C, čo zodpovedá salinite 0 - 0,5 hmot. % NaCl ekvivalentov (Bodnar, 1993). Hodnoty nad bodom mrazu (obr. 5a) sú výsledkom tavenia metastabilného ľadu, ktorý sa tvorí v inklúziách s vysokou hustotou.

Eutektická teplota vodnej fázy sa pre veľmi nízku celkovú salinitu nemohla stanoviť. Pomer hlavných katiónov sa orientačne zistil vo výluhu z drvených úlomkov kremeňa, kde sa pomocou AAS určilo (v at. %) Na^+ (66,9), K^+ (18,9), Mg^{2+} (12,2) a Ca^{2+} (2,0).

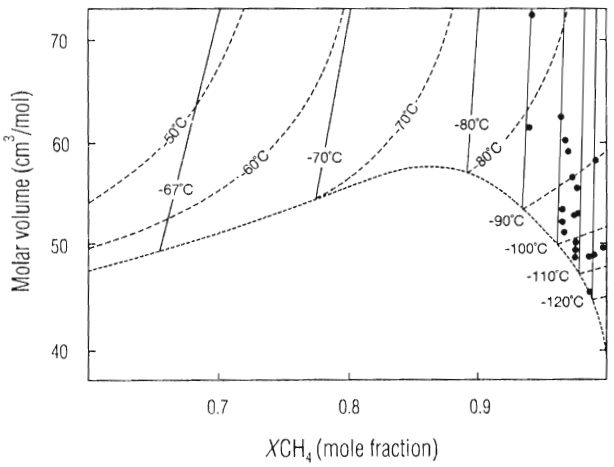
Histogram homogenizačnej teploty inklúzií vodného roztoku vykazuje maximum pri 150 - 170 °C (obr. 5b). Vyššie hodnoty sú výsledkom zachytávania heterogénnej zmesi vody a metánu, čo spôsobuje posun Th nad teplotu vzniku až po kritickú teplotu zmesi. Minimálne hodnoty Th v histograme sa teda viac blížia skutočnej teplote zachytávania inklúzií.

Väčšina inklúzií vodných roztokov obsahuje metán v kvapalnom alebo plynnom stave, ktorý pri ochladzovaní reaguje s vodou na hydrát metánu $CH_4.7H_2O$. Teplota disociácie hydrátu závisí od salinity roztoku a tlaku v inklúzii. Zo stavovej rovnice Jacobsa a Kerricka (1981) a z údajov Diamonda (1992) možno odvodiť, že izochora metánu s kritickou hustotou pretína disociačnú krivku hydrátu pri teplote asi 18 °C a tlaku 190 bar. Na lokalite Veľký Lipník (obr. 6c) je teplota disociácie hydrátu v prítomnosti metánu s kritickou hustotou o niečo nižšia (15 °C), čo možno pripísať prítomnosti CO_2 v plynnej fáze a rozpusteným soliam vo vodnej fáze inklúzií.

Disociácia hydrátu vo vodných inklúziách z Draviec bola zaznamenaná pri teplote 10,8 - 15,8 °C, čo je v súlade s fázovými prechodmi v systéme H_2O-CH_4, ale vodná fáza aj po zahriatí na izbovú teplotu obsahuje

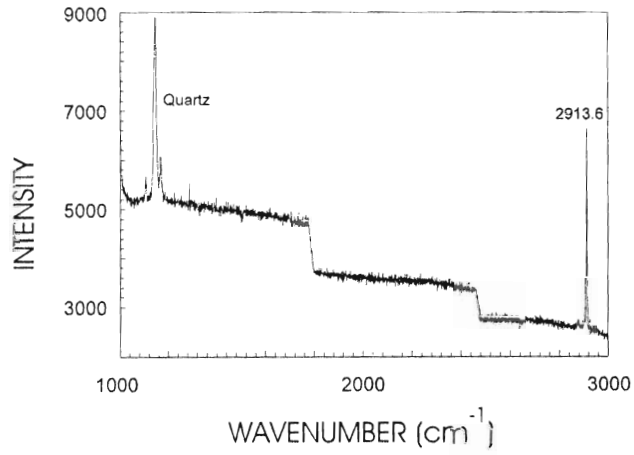


Obr. 5. Teplota fázových premien v mnohofázových inklúziách s vodou a metánom z lokality Veľký Lipník. a - teplota tavenia ľadu, b - teplota úplnej homogenizácie, c - teplota tavenia hydrátu.
Fig. 5. Histograms summarizing temperatures of phase transitions in H_2O-CH_4 multiphase inclusions from Veľký Lipník.



Obr. 6. Celkový molárny objem a molárne zlomky metánu v inklúzách typu H_2 z lokality Veľký Lipník (fázový diagram podľa Thiéryho et al., 1994). Súvislé izotermy zodpovedajú teplote fázového prechodu L+G+S → L+G, prerušované izotermy rovnováhe L+G → L.

Fig. 6. Bulk molar volumes and methane mole fractions of the H_2-type gaseous inclusions from Veľký Lipník (phase diagram from Thiéry et al., 1994). Solid and dashed lines correspond to the respective L+G+S → L+G and L+G → L equilibria.



Obr. 7. Ramanovo spektrum plynnej inklúzie z lokality Dravce s absorpčným pásom metánu pri 2914 cm^{-1}.

Fig. 7. Raman spectrum of the gaseous inclusion from Dravce, showing single methane peak at 2914 cm^{-1}.

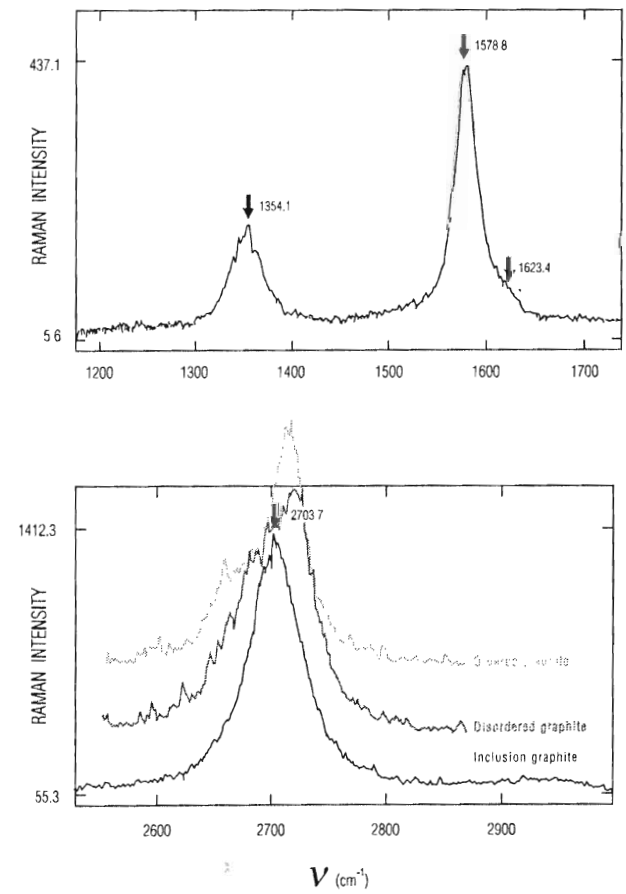
početné opticky takmer nerozoznateľné pevné fázy, ktorých prítomnosť sa prejavuje deformáciou bubliny plynného metánu (obr. 3). Tieto hydráty sa pri nahrievaní tavia veľmi pomaly a moment ich rozpustenia nemožno priamo pozorovať. Plynová bublina opäť nadobúda pravidelný oválny tvar pri 80 - 100 °C a z toho možno vydedukovať, že sa pevné fázy v keoxistujúcom vodnom roztoku úplne rozpustili. Tento typ hydrátov sa na lokalite Veľký Lipník nezistil. Najnižšia zaznamenaná homogenizačná teplota inklúzií vodného roztoku na lokalite Dravce je 176 °C.

Ramanova spektroskopia

Fluidné inklúzie pri prechode laserového lúča silno fluoreskujú, čo je typická vlastnosť organických zlúčenín, ktoré vo forme neviditeľného filmu pokrývajú steny inklúzií. Intenzita fluorescencie po čase klesá (obr. 7), avšak aj tak do istej miery znemožňuje identifikovať malé množstvo vedľajších plynných komponentov.

Ramanove spektrá jednofázových inklúzií z lokality Veľký Lipník potvrdili prítomnosť metánu ako hlavnej a CO_2 ako vedľajšej zložky v plynnej zmesi v množstve do 10 mol. %. Okrem toho sa sporadicky identifikovalo malé množstvo C_2H_6 (do 2,5 mol. %) a H_2S (do 2,5 mol. %).

Ramanovo spektrum dvojfázových plynných inklúzií z lokality Dravce (obr. 7) preukázalo iba prítomnosť metánu, ktorý sa prejavuje výrazným píkom pri 2914 cm^{-1}, avšak nijaký ďalší absorpčný pás, ktorý by zodpovedal etánu (2954 cm^{-1}), propánu (2890 cm^{-1}), sírovodíku (2611 cm^{-1}) ani dusíku (2331 cm^{-1}), sa neidentifikoval. Zloženie kondenzátu v týchto inklú-



Obr. 8. Ramanove spektrá uhlíkatej fázy vyzrážanej účinkom laserového lúča v inklúzii CH_4-CO_2 z Veľkého Lipníka.

Fig. 8. Raman spectra of graphite nucleated under laser beam in a primary fluid inclusion containing metastable CH_4-CO_2 mixture (Veľký Lipník locality).

ziách zostáva teda neznáme a možno iba špekulovať, že ide o zmes metánu a malého množstva kondenzátu obsahujúceho C_4 a vyššie n-alkány.

Pri prechode laserového lúča cez monofázové plynné inklúzie z Veľkého Lipníka niekedy nastávala nukleácia opakovej fázy. Jej Ramanovo spektrum (obr. 8) vykazuje dominantný vrchol pri 1579 cm^{-1} a sekundárny pík pri 1354 cm^{-1}. Spektrum druhého rádu obsahuje jednoduchý pík pri 2704 cm^{-1}. Takéto spektrum je typické pre grafit s nízkym stupňom štruktúrneho usporiadania. Rozptyl pri 1579 cm^{-1} vzniká v dôsledku symetrických uhlových vibrácií uhlíkových molekúl, paralelných s rovinou aromatických reťazcov (van den Kerkhof, 1988b). Pík pri 1579 cm^{-1} sa označuje ako defektný pás a jeho výška je nepriamo úmerná počtu porušených uhlíkových reťazcov. Jednovrcholový pík sa pri 2704 cm^{-1} zhoduje s amorfnými grafitickými substanciami (Wang et al., 1989).

Ramanovo spektrum inklúzie po nukleácii grafitu už prítomnosť CO_2 nepreukázalo a podľa toho možno predpokladať, že v inklúzii prebehla reakcia

$$CO_2 + CH_4 \rightarrow 2H_2O + 2C$$

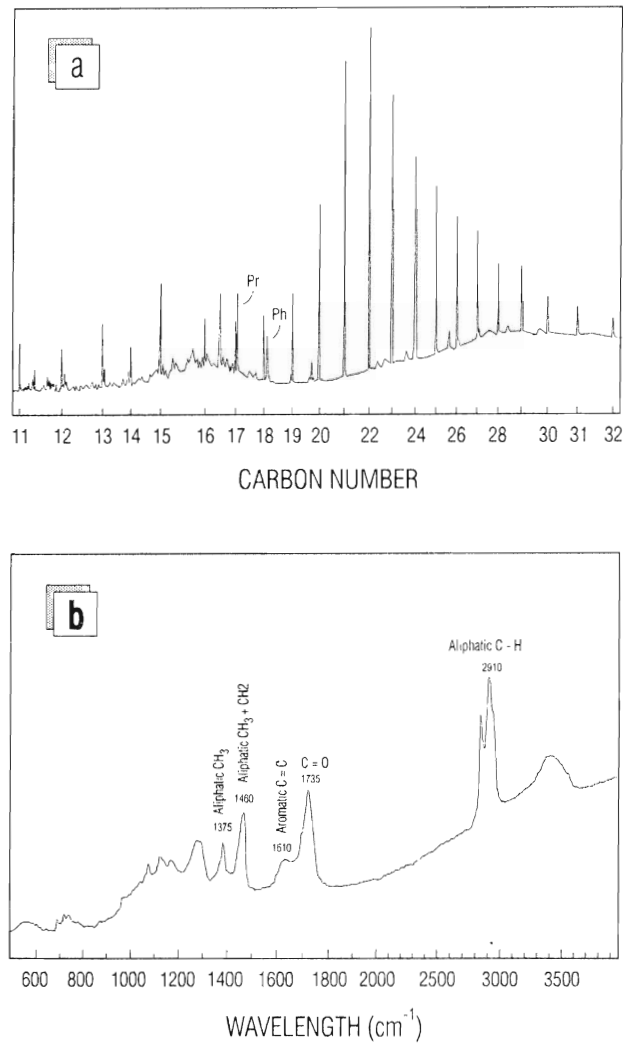
a plynná zmes bola v metastabilnom stave. Podobný jav metastability sprevádzaný nukleáciou grafitu pod laserovým lúčom opísal van den Kerkhof et al. (1991).

Plynová chromatografia a infračervená spektroskopia

Chromatografický záznam ropnej frakcie inklúzií z Veľkého Lipníka sa vyznačuje jednovrcholovou distribúciou n-alkánov s prevahou C_{21}-C_{23} a nízkym obsahom ľahších a ťažších n-alkánov (obr. 9a, tab. 2, 3). Prevaha pristánu nad fytánom indikuje oxidačné podmienky pri kryštalizácii kremeňa. Chýbajúca prevaha nepárnych n-alkánov s vyššou molekulárnou váhou je charakteristická pre ropu v pokročilom štádiu vývoja, ktorá bola vznikala rozkladom kerogénu. Index CPI má hodnotu 1,13, čo sa približuje hornému limitu typickej surovej ropy (Tissot a Welte, 1984).

Distribúcia n-alkánov vo fluidných inklúziách a v sedimentoch šambronskej zóny vykazuje značnú podobnosť (obr. 10), hoci takúto koreláciu môže značne skresľovať prednostná adsorpcia polárnych organických zlúčenín na elektricky nabitom povrchu silikátov (Karlsen et al., 1993). Napriek tomu je distribúcia n-alkánov v recentných aj inkludovaných bitúmenov podobná v tom zmysle, že vykazuje maximum pri C_{20}-C_{22} a značne zníženú hladinu nižších uhľovodíkov. Táto distribúcia je analogická ako v organickej hmote zmiešaného terestriálno-morského pôvodu, ktorá prešla pokročilým štádiom zrenia. Index CPI inkludovaných uhľovodíkov je o niečo vyšší ako pri recentných bitúmenoch viažucich sa na horniny.

Infračervené spektrum (obr. 9b) indikuje prevahu alifatických uhľovodíkov skupiny CH_2 a CH_3 s typic-



Obr. 9. Chromatografický (a) a infračervený záznam (b) bitúmenového extraktu z fluidných inklúzií z Veľkého Lipníka.

Fig. 9. Gas chromatography record of oil fraction (a) and infra-red spectrum (b) of the bitumen extract of the fluid inclusions from Veľký Lipník.

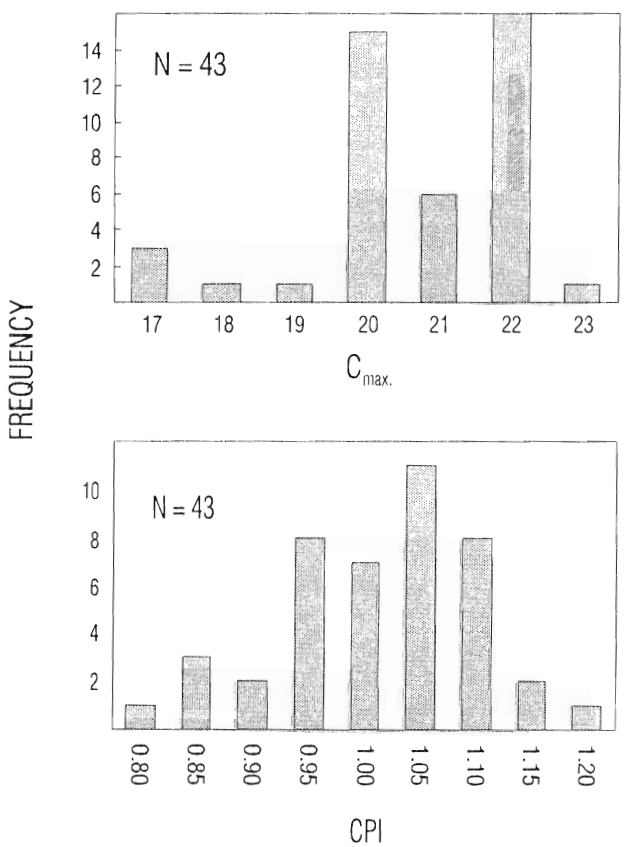
Tab. 2
Charakteristika bitúmenov extrahovaných z fluidných inklúzií z Veľkého Lipníka
Characteristics of bitumen extract from fluid inclusions from Veľký Lipník

Bitúmeny	Komponenty			IR spektroskopia		Plynová chromatografia			
Total (ppm)	Oil (%)	Pitch (%)	Asphaltene (%)	1460/1735	720/1610	CPI	Prist/ Phyt	Prist/ nC_{17}	Phyt/ nC_{18}
357	22,3	20,4	57,3	0,84	0,5	1,13	1,87	1,8	1,0

Tab. 3
Relatívne percentá n-alkánov v ropnej frakcii bitúmenov vo fluidných inklúziách z Veľkého Lipníka
Relative percentages of n-alkanes in oil fraction extracted from fluid inclusions from Veľký Lipník

C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}	C_{21}
1,51	1,42	2,12	1,55	3,58	1,63	1,83	1,84	2,83	5,66	14,66
C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{25}	C_{26}	C_{27}	C_{28}	C_{29}	C_{30}	C_{31}	C_{32}
16,42	12,79	8,66	5,89	4,12	3,61	2,65	2,69	1,83	1,58	1,13

kými absorbčnými pásmi pri 2930, 2860, 1460 a 1375 cm^{-1}. Relatívne intenzívny pás pri 1735 cm^{-1} zodpovedá kyslíkovým väzbám v karbonylových alebo cyklických zlúčeninách. Aromatické uhľovodíky sa prejavujú absorpčným pásom okolo 1610 cm^{-1}. Analyzované bitúmeny predstavujú zmes parafinických a aromatických uhľovodíkov a ich derivátov. Dominantný absorpčný pás typický pre karbonylové zlúčeniny poukazuje na reziduálny charakter extrahovaných bitúmenov.



Obr. 10. Početnosť maximálneho obsahu n-alkánov a indexy CPI bitúmenov extrahovaných z paleogénnych sedimentov šambronskej zóny (údaje prevzaté z Harču, 1987).

Fig. 10. Frequency diagrams of carbon preference indexes (CPI) and predominating n-alkanes extracted from the Palaeocene-to-Eocene sediments in the northern part of the basin (data collected from Harča, 1987).

Aplikácie

Teplotná a tlaková história

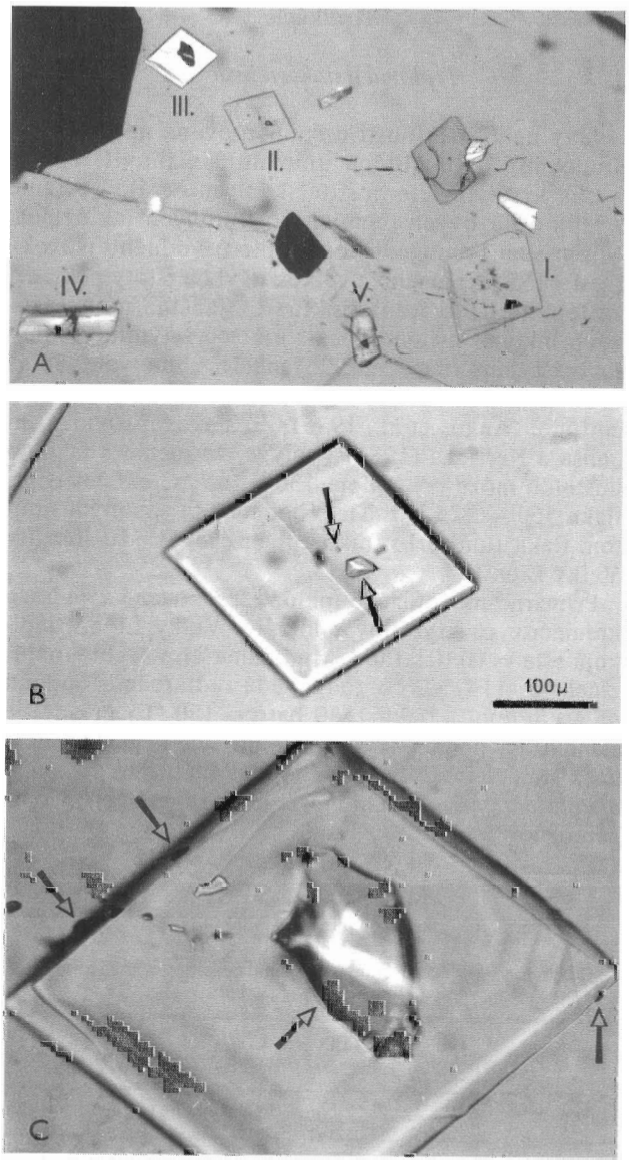
Javy nemiešateľnosti dokumentované na obidvoch študovaných lokalitách umožňujú stanoviť teplotu a tlak kryštalizácie hostiteľských minerálov priamo z teploty fázových premien vo fluidných inklúziách. Minimálnu homogenizačnú teplotu vodného roztoku (130 - 155 °C) možno s veľkou dávkou istoty pokladať za teplotu uzatvárania inklúzií. Väčšina monofázových inklúzií metánu koexistujúcich s týmito vodnými inklúziami (napr. obr. 2h) má Th v intervale -84 až -97 °C, čomu zodpovedá molárny objem 74 - 55 cm^3/mol (Angus et al., 1976). Zo stavovej rovnice Jacobsa a Kerricka (1981) vyplýva, že metán s takouto hustotou môže pri teplote 130 - 155 °C existovať pri tlaku 560 - 1125 bar. Tieto hodnoty sú spodným limitom tlaku fluid pri vzniku epigenetických žíl lokality Veľký Lipník.

Primárne monofázové inklúzie zachované v jadrách kremeňových kryštálov z lokality Veľký Lipník indikujú ešte vyšší tlak fluid. Minimálna Th v týchto inklúziách je -114 °C, čo zodpovedá molárnemu objemu 47,4 cm^3/mol a tlaku 1580 bar pri 150 °C. Presnejšie stanoviť PT podmienky v tomto prípade nemožno, lebo koexistujúce inklúzie vodného roztoku nie sú prítomné a teplotu vzniku z ich homogenizačnej teploty odvodiť nemožno.

Tab. 4
Mikrotermometrické údaje o fluidných inklúziách ilustrovaných na obr. 11
Microthermometry data, composition and densities of the inclusions illustrated in Fig. 11

	$TmCO_2$ (°C)	Th (°C)	CH_4 (mol. %)	V_M (cm^3/mol)[1]	D (g/cm^3)[2]
kalcit I.	-	-88,6 (L)	100	63,1	0,254
kalcit II.	-	-95,9 (L)	100	55,9	0,287
	-106,5	-77,8 (L)	~96	>100	<0,172
povrch III.	-	-77,4 (G)	~97	>100	<0,169
	-98,5	-76,0(G)	~96	>100	<0,172
povrch IV.	-96,3	-83,3 (G)	~98	>100	<0,166
povrch VI.	-	-83,6 (G)	100	140	0,115
hostiteľský kremeň	-	-96,3 (L)	100	55,7	0,288
	-106,2	-96,2 (L)	~97	54	0,318

[1]Vypočítané podľa stavovej rovnice pre metán (Angus et al., 1976) alebo odvodené graficky z fázového diagramu pre systém CH_4-CO_2 (Thiéry et al., 1994).
[2] $D = (XCO_2*44{,}0098 + XCH_4*16{,}0426)/V_M$ pre zmesi CH_4-CO_2.
[1]Calculated from the equation of state from Angus et al. (1976) for methane compositions or derived graphically from phase diagram of the CH_4-CO_2 system (Thiéry et al., 1994) for mixed compositions.
[2]$D = (XCO_2*44{,}0098 + XCH_4*16{,}0426)/V_M$ for CH_4-CO_2 mixtures.



Obr. 11. Inklúzie kalcitu (I-IV) a živca (V-VI) zachytené v kremeni z Veľkého Lipníka. b - je zväčšený pohľad na kalcit II obsahujúci dve primárne inklúzie kvapalného metánu, c - kalcit IV s početnými inklúziami plynného metánu zachyteného na povrchu kryštálov kalcitu. Rozdielna hustota metánu je výsledkom extrémneho kolísania tlaku pri kryštalizácii týchto minerálov; text a tab. 4 poskytujú detailnejšiu informáciu.

Fig. 11. Photomicrographs showing inclusions of euhedral calcites (I-IV) and feldspars (V-VI) trapped in quartz from Veľký Lipník, b - magnified view of the calcite II., containing two primary inclusions of methane liquid, c - shows the calcite IV with numerous inclusions of methane vapour, decorating calcite-quartz boundary. The diversity of methane densities reflects extreme pressure fluctuations during precipitation of these minerals. See text and Table 4. for more detailed information.

Fluidné inklúzie okrem vysokého tlaku indikujú aj nezvyčajnú tlakovú fluktuáciu v epigenetických žilách pretínajúcich sedimenty šambronskej zóny. Jeden z príkladov ilustruje obr. 11, na ktorom vidno inklúzie kalcitu a živcov uzavreté v kremeni. Niektoré z kryštálov kalcitu obsahujú primárne inklúzie tvaru kryštálového negatívu, a to alebo explodované a prázdne, alebo so zachovaným kvapalným metánom (kalcit I a II). Inklúzie kvapalného metánu obsahuje aj hostiteľský kremeň, ale na povrchu kryštálov kalcitu (obr. 11c) a živca (IV a V) sa zachovali len inklúzie plynného metánu. Systém pseudosekundárnych inklúzií s Th medzi 133 - 150 °C je v blízkosti kalcitu II. Salinitu týchto inkluzií nebolo možno zistiť, pretože metastabilný ľad tu pretrváva do teploty 4,3 - 5,0 °C. Hydrát metánu sa rozkladá pri 13,4 °C.

Mikrotermometrické údaje potrebné na rekonštrukciu PT podmienok vzniku inklúzií sú v tab. 4. Na zjednodušenie, ale aj pre nedostatok dát predpokladáme, že sa teplota v trhline pohybovala okolo 150 °C, a preto majú tlakové údaje v nasledujúcom texte iba semikvantitatívny charakter.

Maximálna hustota metánu v primárnych inklúziách zachytených v kalcite I a II by zodpovedala tlaku 820 - 1070 bar. Tieto hodnoty zodpovedajú tlaku fluid pri kryštalizácii kalcitu. Metán zachytený na povrchu kalcitových a živcových kryštálov má hustotu iba 0,115 g/cm^3, čo pri nezmenenej teplote zodpovedá poklesu tlaku na 254 bar. Uvoľnenie tlaku viedlo k odtrhnutiu kalcitových a živcových kryštálov zo stien

Tab. 5
Zloženie plynov a odraznosť vitrinitu v sedimentoch centrálnokarpatského paleogénu a v ich podloží
Composition of current gases and vitrinite reflectance in the Paleogene sediments and pre-Tertiary basement rocks

	Zloženie plynu/Gas composition (%)[1]					Odraznosť vitrinitu/ Vitrinite reflectance
	CH_4	N_2	CO_2	H_2	HHC	(stred %)[2]
Paleogén	84,6	4,1	1,4	0,4	11,2	0,6 (Oligocén) 1,4 (Eocén)
Krieda (Cretaceous)	90,3	1,3	0,2	0,05	8,3	2,1
Jura(Jurassic)	-	-	-	-	-	2,7
Trias	-	-	-	-	-	3,1 - 6,5
Mezozoikum/ Granodiorit	0,5	4,4	97,5	1,2	0,2	-
Granodiorit	11,5	87,0	0,1	1,4	0,3	-
Rula (Gneiss)	-	99,3	-	0,7	-	-

[1]Priemerné zloženie plynu paleogénnych hornín (Leško a Nemčok, 1979), ďalšie údaje sú reprezentatívne analýzy z hlbokých vrtov (Harča, 1987), [2]Oligocénne sedimenty z južnej časti bazéna centrálnokarpatského paleogénu (Kotulová, nepublikované), priemerná hodnota eocénnych sedimentov v severnej časti bazéna (Harča, 1987), ostatné údaje Franců (1986).

[1]Average gas composition for Paleogene sediments (Leško and Nemčok, 1979), remaining data are represenative analyses from deep boreholes (Harča, 1987), [2]Oligocene sediments from southen part of the Paleogene Basin (Kotulová, unpubl.), average value for Eocene sediments in the northern part (Harča, 1987), remaining data after Franců (1986).

trhliny a potom k ich zachyteniu sa na povrchu kryštálu kremeňa, ktorý svoj rast skončil pri teplote najmenej 133 °C a tlaku 1000 - 1130 bar.

Termodynamické podmienky južnej časti Levočských vrchov sa od PT podmienok v horninách šambronskej zóny značne odlišovali. Na lokalite Dravce poklesla teplota až na 60 °C, čo jednoznačne dokazuje existencia nemiešateľnej zmesi metánu a kondenzátu s minimálnou Th 60 °C. Na tejto lokalite sa však prekročila aj teplota 80 °C, pretože sú tu aj systémy inklúzií zmesí metán - kondenzát s rovnakým fázovým pomerom, čo je dôkazom zachytávania v homogénnom stave. Hodnoty Th týchto zmesí (80 - 83 °C) potom predstavujú spodný limit teploty vzniku. Tlak fluid v nijakom prípade nemohol prekročiť niekoľko desiatok bar, pretože hustota zmesi metán - kondenzát je nižšia ako hustota v kritickom bode. Tlak sa nedá stanoviť presnejšie, pretože aj keby sa zloženie kondenzátu podarilo určiť, výpočet by nevyhnutne stroskotal na nedostatku experimentálnych údajov.

Záver

Z údajov o chemickom zložení a hustote inkludovaných fluid v epigenetických žilkách centrálnokarpatského paleogénu v oblasti Levočských vrchov možno z hľadiska roponosnosti a plynonosnosti urobiť takéto závery.

1. Plynná fáza fluid cirkulujúcich v trhlinách sa vyznačovala absolútnou prevahou metánu s podradným množstvom CO_2 a so stopami H_2S a C_2H_6. Takéto zloženie je typické pre suchý plyn vznikajúci termálnou degradáciou už vyzretých uhľovodíkov alebo uhoľnej hmoty. H_2O sa pravdepodobne uvoľnil pri degradácii karboxylových skupín v bitúmenoch, kým stopové množstvo H_2S môže pochádzať z rozloženej ropy alebo aj z exhalácií spätých s neogénnym vulkanizmom. Inkludované plyny majú rovnaké zloženie ako plyny vo vrtoch v paleogénnych sedimentoch tejto oblasti (tab. 5).

2. Chemické zloženie ropnej frakcie inkludovaných bitúmenov lokality Veľký Lipník je typické pre organickú hmotu v pokročilom štádiu vývoja, ktorá má výrazne reziduálny charakter. Značná podobnosť s bitúmenovými extraktmi z paleogénnych hornín šambronskej zóny indikuje, že uhľovodíky, ktoré cirkulovali v trhlinách, neboli externého pôvodu, ale sa vylúhovali z okolitých hornín.

3. Teplotná premena hornín šambronskej zóny dosiahla minimálne 130 - 155 °C, čomu zodpovedá hodnota odraznosti vitrinitu 1,4 (tab. 5). Podstatne nižšia teplota (60 - 80 °C) zistená v južnej časti centrálnokarpatského paleogénu na lokalite Dravce sa takisto zhoduje s hodnotou odraznosti vitrinitu (0,6) v tejto oblasti.

4. Tlak fluid v trhlinách šambronskej zóny sa pohyboval v širokom intervale s maximálnou hodnotou 1,1 kbar, pravdepodobne až 1,5 kbar. Minimálny tlak bol 250 bar a túto hodnotu možno považovať za blízku hydrostatickému tlaku. Maximálny tlak v trhlinách bol vyšší ako litostatický tlak. Pôvod pretlaku treba hľadať v termálnej degradácii uhľovodíkov, ktorú sprevádzalo uvoľňovanie veľkého objemu metánu. Nadbytočný tlak fluid mohol byť priamou príčinou vzniku trhlín smeru SZ - JV v pribradlovej zóne.

5. Tlaková fluktuácia ani výraznejšie znaky termálnej degradácie sa v južnej časti Levočských vrchov na lokalite Dravce nezistili. Metánový plyn má však aj tu reziduálny charakter a vyznačuje sa absenciou ľahkých n-alkánov, najmä etánu a propánu, ktoré by mohli indikovať priaznivé podmienky na tvorbu kvapalných uhľovodíkov. Nižší stupeň termálnej degradácie je indikovaný aj prítomnosťou kondenzátu, pravdepodobne zloženého z uhľovodíkov s prechodnou molekulovou váhou (C_{4+}).

6. Salinita vodného roztoku obidvoch lokalít je zanedbateľná a zodpovedá salinite bežnej povrchovej vody, a preto epigenetické žilky nemohli vznikať pri subsidencii v morskom prostredí, ktorého salinita je ekvivalentná 3,2 váh. % NaCl ekvivalentov. Žilky sú teda najpravdepodobnejšie mladšie ako oligocénne a termálnu degradáciu uhľovodíkov v šambronskej zóne možno dávať do logickej súvislosti s tepelným tokom, ktorého výsledkom boli intrúzie andezitových telies miocénneho veku.

Poďakovanie. Nepublikované údaje o odraznosti vitrinitu poskytla J. Kotulová (GÚ SAV, B. Bystrica), J. Dubessy (Vandoeuvre-les-Nancy) zhotovil Ramanove spektrá z lokality Veľký Lipník, A. van den Kerkhof (Göttingen) poskytol nedostupnú zahraničnú literatúru a pomohol pri interpretácii fázových diagramov. Všetkým vyjadrujeme naše najúprimnejšie poďakovanie.

Literatúra

Angus, S., Armstrong, B. & de Reuck, K. M. 1976: International thermodynamic tables of the fluid state. *5. Methane. Pergamon Press, Oxford.*

Bodnar, R. J. 1993: Revised equation and table for determining the freezing point depression of H_2O-NaCl solutions. *Geochim. Cosmochim. Acta 57, 683 - 684.*

Diamond, L. W. 1992: Gas clathrate hydrates in fluid inclusions: Phase equilibria and applications. *In: M. A. McKibben, I. P. Montanez & D. L. Hall (Eds.): 4th Biennial Pan-American Conference on Research on Fluid Inclusions, Program and Abstracts. University of California, Riverside, California, 119 - 122.*

Dubessy, J., Poty, B. & Ramboz, C. 1989: Advances in C-O-H-N-S fluid geochemistry based on micro-Raman spectrometric analysis of fluid inclusions. *Eur. J. Mineral. 1, 517 - 534.*

Harča, V. 1987: Geochemické štúdium organickej hmoty v oblasti hromošsko-šambronskej antiklinálnej zóny. Nepublikovaná kandidátska práca. *GÚDŠ, Bratislava, 104.*

Hiza, M. J., Kidnay, A. J. & Miller, R. C. 1982: Equilibrium properties of fluid mixtures. 2. A bibliography of experimental data on selected fluids. *IFI Plenum, New York, Washington, London.*

Jacobs, G. K. & Kerrick, D. M. 1981: Methane: an equation of state with application to the ternary system H_2O-CO_2-CH_4. *Geochim. Cosmochim. Acta 45, 607 - 614.*

Karlsen, D. A., Nedkvitne, T., Larter, S. R. & Bjørlykke, K. 1993: Hydrocarbon composition of authigenic inclusions: Application to elucidation of petroleum reservoir filling history. *Geochim. Cosmochim. Acta, 57, 3641 - 3659.*

Kidnay, A. J., Miller, R. C., Sloan, E. D. & Hiza, M. J. 1985: Review and evaluation of the phase equilibria, liquid-phase heats of mixing and excess volumes, and gas-phase PVT measurements for nitrogen + methane. *J. Phys. Chem. Ref. Data 14, 681 - 694.*

Kleinrahm, R. & Wagner, W. 1986: Measurement and correlation of the equilibrium liquid and vapour densities and the vapour pressure along the coexistence curve of methane. *J. Chem. Thermodynamics 18, 739 - 760.*

Mullis, J. 1987: Fluid inclusion studies during very low-grade metamorphism. *In: Frey M. (Ed.): Low Temperature Metamorphism. Blackie, Glasgow, 162 - 199.*

Price, N. J. & Cosgrowe, J. W. 1991: Analysis of geological structures. *Cambridge University Press, Cambridge.*

Raznyevich, K. 1984: Termodynamické tabuľky. *Alfa, Bratislava.*

Thiéry, R., van den Kerkhof, A. M. & Dubessy, J. 1994: vX properties of CH_4-CO_2 and CO_2-N_2 fluid inclusions: modelling for T<31 °C and P<400 bars. *Eur. J. Mineral., 6, 753 - 771.*

Tissot, B. P. & Welte, D. H. 1984: Petroleum formation and occurrence. *Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.*

van den Kerkhof, A. M. 1988a: Phase transitions and molar volumes of CO_2-CH_4-N_2 inclusions. *Bull. Minéral. 111, 257 - 266.*

van den Kerkhof, A. M. 1988b: The system CO_2-CH_4-N_2 in fluid inclusions: Theoretical modelling and geological applications. *PhD Thesis, Free University Press, Amsterdam, 206.*

van den Kerkhof, A. M. & Hein, U. F. 1992: H_2S-bearing systems. *In: M. A. McKibben, I. P. Montanez & D. L. Hall (Eds.): 4th Biennial Pan-American Conference on Research on Fluid Inclusions, Program and Abstracts. University of California, Riverside, California, 164 - 172.*

van den Kerkhof, A. M., Touret, J. L. R., Maijer, C. & Jansen, J. B. H. 1991: Retrograde methane-dominated fluid inclusions from high-temperature granulites of Rogaland, southwestern Norway. *Geochim. cosmochim. Acta 55, 2533 - 2544.*

Wang, A., Dhamelincourt, P., Dubessy, J., Guerard, D., Landais, P. & Lelaurain, M. 1989: Characterization of graphite alteration in an uranium deposit by micro-Raman spectroscopy, X-ray difraction, transmission electron microscopy and scanning electron microscopy. *Carbon, 27, 209 - 218.*

Weast, R. C. 1988: Handbook of Chemistry and Physics. *CRC Press, Washington.*

Hydrocarbons in fluid inclusions from quartz-calcite veins hosted in Paleogene flysch sediments of the Central Western Carpathians

Paleogene basin of the Central Western Carpathians (CKPB) was formed as a post-orogenic basin after Middle-to-Upper Cretaceous (Lower Turonian) thrusting and folding as a sedimentary cover of tectonically consolidated Mesozoic units in the northern margin of the Central Western Carpathians. Sediments of the CKPB cover the stratigraphic range from basal Middle-Eocene facies in northern part to the Eocene-Oligocene flysch sediments in the south. Tectono-metamorphic evolution of the CKPB involves a grandiose Paleogene subsidence post-dated by rapid Miocene-Pliocene inversion accompanied by faulting and block tilting.

Much work has been recently done to evaluate potential of the CKPB basin from the viewpoint of a possible gas and oil accumulation. This paper provides constraints on thermal and pressure history of the basin obtained from the fluid inclusions hosted in quartz and calcite veins, following the NNE - SSW direction in the southern part, and NW - SE and W - E directions in the northern part of the basin (Fig. 1).

The NNE - SSW direction in south is consistent with that of the tectonic stress tensor computed from shear fracture parameters. It is therefore assumed that the NNE - SSW-oriented veins and the shear fractures of strike-slip origin are coeval and were developed during the same tectonic event. The stress tensor responsible for the formation of these structures exhibits NNE - SSW trending maximum principal axis (compression) and WNW - ESE trending minimum principal stress axis (relative extension). Kinematic character of the shear structures (strike-slip joints with very small offsets) and presumably contemporaneous development of the tension-related veins implies their formation due to changing geometry of the Earth's surface within an uplifting sedimentary basin - the concept postulated by Price and Cosgrowe (1991). According to this model, the tension fractures can be correlated with a relative extension parallel to longer axis of the inverting basin.

Contrary to this, the NW - SE and W - E trending veins in north are believed to have formed earlier, either during subsidence of the CKPB basin, or as accommodation structures coincidental with shearing of the adjoining Pieniny Klippen Belt zone.

Fluid inclusions from the Veľký Lipník locality are illustrated in Fig. 2. Liquid phases are composed of aqueous solution, oil and supercritical methane-rich mixture. Aqueous phase is always associated with a vapour bubble, which occupies 5 - 25 % of inclusion volume (Fig. 2a). Liquid hydrocarbons, mostly pale-green in colour, create either liquid films between aqueous solution, wetting inclusion walls, and a gas-rich bubble, or form several isolated globules floating in aqueous phase and/or adhering inclusion walls. The liquid hydrocarbons are closely associated with the aqueous solution and CH_4-rich gas in polyphase inclusions (Fig. 2c). Supercritical gas mixtures are present either in monophase inclusions (Fig. 2d, e), or within polyphase inclusions together with aqueous solution and oil. Solids have been rarely observed in the aqueous inclusions as concentrically radiated, colour-less and brown aggregates (Fig. 2b), exhibiting variegated interference colours. Vapour phases are most frequently represented by gaseous methane or by H_2O-vapour.

Entrapment of monophase methane-rich inclusions predates formation of the pseudosecondary inclusions with signatures of heterogeneous entrapment of immiscible methane and water liquids (Fig. 2b). These inclusions are in turn post-dated by formation of aqueous fluids with different proportions of oil, supercritical methane-rich phase and solid hydrocarbons.

Two-phase inclusions with varying vapour-to-liquid proportions are characteristic for the Dravce locality. Particularly typical are two-phase gaseous inclusions with about 10 vol. % of a condensate at room temperature (Fig. 3). Aqueous solution constitutes liquid phase in coexisting, liquid-dominated inclusions. Some liquid-dominated inclusions also contain a condensate accompanied by vapour bubble. The condensate can be distinguished from aqueous liquids by diverse expansion coefficient on heating and cooling. For instance, the inclusion with about 70 vol. % of hydrocarbon condensate at room temperature homogenises to liquid at about 60 °C, while an aqueous inclusion with equivalent vapour-to-liquid proportion becomes homogenized at about 300 °C. Similarly, about 10 vol. % of condensate expands to reach as much as 40 vol. % of the cavity on cooling to -196 °C.

On freezing, monophase gaseous inclusions display H_1 and H_2 phase transitions (classification from van den Kerkhof, 1988a). The H_1-type behaviour with Th < -82.6 °C indicates presence of pure methane, while inclusions with Th's above that for critical temperature of methane should contain additional gas compounds, most likely carbon dioxide and/or low-molecular-weight hydrocarbons with increased critical temperatures (Table 1.). Octahedral solid phase nucleating in the H_2-type gaseous inclusions can correspond to CO_2, H_2S, or to a solid solution of both. Homogenization temperatures of the monophase gas inclusions are summarized in Fig. 4.

Composition of the H_2-type monophase inclusions can be roughly estimated in terms of the CH_4-CO_2 reference system. Corresponding molar volumes and CH_4 mole fractions (Fig. 5) show maximum CO_2 concentrations lower than 6.3 mol. % in the inclusions. Critical homogenization recorded at -73.6 °C (Fig. 4) would correspond to about 8 mole % of CO_2 (Thiery et al., 1994), what is roughly consistent with the data in Fig. 6.

Cooling of the vapour-dominated inclusions from Dravce results merely in substantial expansion of the liquid without any solidification down to -196 °C. Homogenization occurs to vapour between 59.9 - 73 °C. One inclusion homogenized to liquid at 61.6 °C and others with near-critical density at 80 - 83 °C. These data cannot be interpreted unequivocally. Failure to solidify is indicative of methane and/or nitrogen, but unusually high Th's suggest the presence additional gas species, either hydrogen sulphide or higher hydrocarbons with elevated boiling points (Table 1.). Propane and higher low-molecular-weight n-alkanes are suspected to be present, as the recorded Th's are located above that in critical point of ethane (32.1 °C). On the other hand, predominance of methane and/or nitrogen in the gas mixture is a prerequisite to maintain the liquid phase unfrozen at -196 °C, as substantial quantities of other n-alkanes would elevate melting point of the mixture to higher temperatures.

Ice melting in aqueous inclusions occurs between -0.3 and 0 °C, with individual estimates above zero degrees (Fig. 5a), resulting from metastable solid-liquid equilibria in a high-density fluid. The lowest melting temperatures interpreted in terms of the H_2O-NaCl system (Bodnar, 1993) reflect salinities between 0 - 0.5 wt. % NaCl equiv. in both localities studied. Eutectic temperatures could not be determined owing to low total concentration and due to presence of methane hydrate. AAS analysis of a leachate from quartz crystals of the north yielded the following relative atomic percentages of major cations: Na^+ (66.9), K^+ (18.9), Mg^{2+} (12.2), Ca^{2+} (2.0). Homogenization temperatures of the aqueous inclusions show a distinctive peak at 150 - 170 °C (Fig. 5b). Higher Th values result most probably from a heterogeneous trapping random mixtures of coexisting immiscible water- and methane-rich phases. Minimum Th's in the histogram are thus more likely to approach the actual crystallization temperatures.

Most of the aqueous inclusions contain methane-rich vapour or liquid, which reacts with coexisting water to form clathrates on cooling. Temperature of the clathrate dissociation depends on salinity of aqueous phase and pressure within inclusion. It can be derived from the data of Jacobs and Kerrick (1981) as well as Diamond (1992) that critical isochore of pure methane intersects the clathrate dissociation curve at about 18 °C at 190 bars. At Veľký Lipník, the corresponding value of ~ 15° (Fig. 5c) is somewhat lower. It might be attributed to cumulative effect of CO_2 and salts dissolved in the inclusion water.

Clathrate dissociation in two-phase aqueous inclusions from Dravce was recorded at temperatures between 10.8 - 15.8 °C, consistently with the low-density portion of the clathrate dissociation curve in the H_2O-CH_4 system. However, after cooling and subsequent heating to room temperature, aqueous phase still contains numerous, nearly invisible, sluggishly melting solid particles, whose presence is indicated indirectly by deformation of vapour bubble (Fig. 3.). The moment of dissolution of these compounds was approximated to the temperature, when the gas bubble acquires its initial rounded shape (80 - 100 °C). This type of clathration or wax formation is absent in the aqueous inclusions from Veľký Lipník. Outset of the homogenization of aqueous inclusions from Dravce was recorded at 176 °C.

Laser Raman spectroscopy was complicated by intensive fluorescence, diminishing in time under laser beam. The fluorescence could be attributed to optically invisible film of organic compounds, coating inclusion walls. Raman spectra of monophase gaseous inclusions from Veľký Lipník corroborated presence of methane as the major constituent, and carbon dioxide as the additional gas compound. CO_2 concentrations varied between 2.5 - 10 mol. %. Hydrogen sulphide was also occasionally present, reaching concentrations up to 2.5 mol. %.

Raman spectroscopy on vapour-dominated, two-phase inclusions from Dravce yielded somewhat controversial results. The only band observed within the range of 900 - 3300 cm^{-1} was methane peak around 2914 cm^{-1} (Fig. 7). Absorption bands corresponding to ethane (2954 cm^{-1}), propane (2890 cm^{-1}) or hydrogen sulphide (2611 cm^{-1}) were not detected. It may be thus hypothesised that the inclusions might contain a mixture of methane and a gasoline, comprising mainly C_4 and higher low-molecular-weight n-alkanes.

An opaque phase nucleated in some methane-rich monophase inclusions under laser beam. First-order Raman spectrum obtained from the solid phase is characterized by dominant peak around 1579 cm^{-1} and a second band at 1354 cm^{-1}. Second-order spectrum exhibits distinctive single peak at 2704 cm^{-1} (Fig. 8). The spectrum is typical of graphite with low ordering degree. The main peak at 1579 cm^{-1} may be attributed to symmetric angle vibrations of carbon molecules parallel to the plane of aromatic chain (van den Kerkhof, 1988b). Intensity of the additional peak at 1354 cm^{-1} designated as defect band is inversely proportional to increasing amount of distorted carbon molecules. Single peak at 2704 cm^{-1} is consistent with that in amorphous graphitic substances (Wang et al., 1989).

Raman spectrum of the inclusion recorded after graphite nucleation did not prove any carbon dioxide. It may be therefore concluded that the graphite precipitated via reaction $CO_2 + CH_4 \rightarrow 2H_2O + 2C$ and coexisting gas compounds thus represent a metastable mixture.

Gas chromatography of the oil extracted from quartz-hosted inclusions from Veľký Lipník showed a one-peak distribution pattern with majority of C_{21-23} n-alkanes and suppressed C_{11-19} n-alkanes (Fig. 9a, Table 2.). Predominance of pristane over phytane indicates more oxidizing conditions during quartz precipitation. Lacking predominance of odd-carbon-numbered n-alkanes of higher molecular weights is characteristic of more evolved oil derived mainly by decomposition of kerogen. This is corroborated also by CPI index of 1.13, which approaches the upper limit for typical crude oils (Tissot and Welte, 1984).

Comparison with the gas chromatography data on recent bitumens extracted from flysch sediments in the northern part of the basin show certain similarities with the inclusion oil (Fig. 10.), although a care should be exercised in such a correlation, inasmuch as differences between inclusion- and rock-bound oil can occur due to preferential adsorption of more polar compounds onto charged silicate surfaces (Karlsen et al., 1993). Despite this, both inclusion- and rock-hosted n-alkanes exhibit a similar single-peak distribution pattern with Cmax. between C_{20-22} and suppressed intermediate compounds. These patterns can be interpreted as analogous to highly evolved organic matter of mixed marine and terrestrial origin. CPI index of the inclusion-hosted oil (1.13) indicates somewhat lower degree of maturation than that of the hydrocarbons extracted from the rocks, falling otherwise

within the CPI range observed in the present-day crude oils.

Infrared analysis (Fig. 9b) revealed the predominance of aliphatic hydrocarbons of CH_2 and CH_3 groups, exhibiting absorption bands at 2930, 2860, 1460 and 1375 cm^{-1}. Relatively strong band at 1735 cm^{-1} corresponds to oxygen bonds either in carbonyl or cyclic compounds. Aromatic hydrocarbons can be identified from the band centred at 1610 cm^{-1}. The IR spectrum represents thus a mixture of paraphinic and aromatic hydrocarbons and their derivatives. Prevailing absorbance band of the carbonyl compounds is suggestive of the residual character of the extracted bitumens.

Immiscibility between methane and aqueous solutions at Veľký Lipník (Fig. 2h) permits temperatures and pressures to be determined directly from the microthermometry data. Majority of the methane inclusions coeval with aqueous inclusions have Th's ranging -84 to -97 °C, which correspond to molar volumes between 74 - 55 cm^3/mol (Angus et al., 1976). Possible formation pressures are located in the intersection point of relevant isochores (Jacobs and Kerrick, 1981) with minimum homogenization temperatures of the coexisting aqueous inclusions (130 - 155 °C, Fig. 6b). The derived values between 560 - 1125 bars should be considered as lower pressure limit of the inclusion formation. Local thermal maxima at 210 °C and 240 °C (Fig. 6b) reflect either higher formation temperatures, or more likely result from heterogeneous entrapment of coincidental immiscible methane-water mixtures.

Primary monophase inclusions preserved in cores of the quartz crystals are indicative of even higher pressures. Minimum Th recorded in these inclusions is -114 °C, corresponding to molar volume of 47.4 cm^3/mol and to pressure of 1580 bars at 150 °C. However, a more precise PT evaluation is impossible due to lacking temperature data from coexisting aqueous inclusions.

Apart from unusually high pressures, the fluid inclusions indicate also extreme pressure fluctuations. An example in Fig. 11. documents solid inclusions of euhedral calcite and unknown columnar minerals, probably feldspars, embedded in a quartz host. Some of the calcites contain primary, negative crystal-shaped, formerly methane-rich inclusions (calcite I), which are now exploded and empty. The dense methane inclusions have been preserved only in the calcite II (Fig. 11b) and also in quartz host, in proximity to calcite III, which in turn preserves gaseous methane inclusions adhered along interfaces with the surrounding quartz (Fig. 11c). Similar gaseous inclusions wet surfaces of the feldspars IV and V. Trail of two-phase pseudosecondary aqueous inclusions with Th's between 133 - 150 °C is located in proximity of the calcite II. Salinity could not be determined, as metastable ice persists in these inclusions up to 4.3 - 5.0 °C. Methane-rich clathrate decomposed at 13.4 °C. Microthermometry data and properties of the inclusion fluids described in this paragraph are listed in Table 4.

Forthcoming evaluation of pressure fluctuations during crystallization, transport and entrapment of the solid inclusions illustrated in Fig. 11. and Table 4. is merely semiquantitative, because of referring for the sake of simplicity to arbitrarily selected temperature of 150 °C. Maximum inclusion densities of the primary inclusions hosted by calcite crystals I and II would correspond to 820 - 1070 bars. These values pertain to conditions during calcite precipitation. Inclusions adhered to surface of the calcite and feldspar crystals have substantially lower densities, reaching minimum value of 0.115 g/cm^3. This would indicate a pressure drop to as low as 254 bars, probably as a consequence of a sudden pressure release in the fissure. As a consequence, calcite and feldspar micro-crystals coincidentally detached from fissure walls started floating in gaseous methane, and were then trapped on surface of the quartz host, growth of which continued at pressures between 1.0 - 1.13 kbars and temperature of at least 133 °C, as indicated by coexisting methane and aqueous pseudosecondary inclusions.

Composition of the inclusions, as well as temperatures of quartz and calcite precipitation at Dravce are entirely different from those at the Veľký Lipník locality. An upper possible limit for the formation temperatures can be placed here to 80 - 83 °C, corresponding to critical homogenization of the methane-gasoline mixture. Minimum homogenization temperatures, occurring in both methane-rich and gasoline-rich inclusions around 60 °C, reflect very likely the actual trapping temperatures. Fluid pressures cannot be determined precisely, because composition of the gas mixture is not exactly known and experimental data are also lacking. Density of the methane-rich phase is, however, substantially lower than the critical density and therefore, the corresponding pressures could not exceed several tens of bars.

Diverse formation temperatures inferred from fluid inclusions in both parts of the flysch basin are fully consistent with the reflectance data on authochtonous vitrinite in adjacent Paleogene sediments. Correspondingly, composition of the inclusion gases coincides with that being expelled recently from the Paleogene sedimentary formations (Table 5.).

The following conclusions can be drawn from data on inclusion-hosted, hydrocarbon-enriched fluids:

1. Gaseous phase of the inclusion fluids is characterized by predominance of methane, minor CO_2 and traces of H_2S and C_2H_6. The composition is typical of dry gas, originating by thermal degradation of mature hydrocarbons and/or coal. Carbon dioxide has been probably liberated during disintegration of carboxyl groups, whereas hydrogen sulphide might have been liberated from oil or volcanic exhalations accompanied by Neogene volcanism. Composition of the inclusion gases is consistent with recent gases in deep drillings from this region (Tab. 5).

2. Composition of the oil fraction from inclusion fluids at the Veľký Lipník locality is typical of organic matter in advanced stage of evolution leached. These oils have been leached directly from country rocks.

3. Minimum temperature reached in the sediments of the Šambron zone reached at least 130 - 155 °C, what is consistent with mean vitrinite reflectance of 1.4 (Tab. 5.). Substantially lower temperatures (60 - 80 °C) have been recorded in southern portion of the basin in accord with the mean vitrinite reflectance of 0.6 in this region.

4. Pressures in the north fluctuated in a wide range, reaching maximum of 1.1 kbar, very likely as much as 1.5 kbars. The overpressures may be attributed to thermal degradation of higher hydrocarbons accompanied by liberation of large methane volumes. Minimum values about 250 bars might correspond to hydrostatic pressures.

5. Pressure fluctuations and signatures of significant thermal degradation are absent in the southern portion of the basin. Lower degree of the thermal alteration is indicated by the presence of light condensate, accompanying methane.

6. Salinity of aqueous solutions on both localities is negligible and corresponds to common groundwaters. Hydrocarbon-containing veins therefore can have not originated during subsidence in a marine environment. A post-Oligocene age of the veins is therefore envisaged and thermal decomposition of the hydrocarbons in the northern part can be correlated with thermal heat flow coincidental with intrusions of Miocene andesites.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 397 - 406

Sb-Au(As-Pb) mineralizácia ložiska Magurka, Nízke Tatry

MARTIN CHOVAN[1], IVAN PÓČ[1], PETER JANCSY[1], JURAJ MAJZLAN[1] a JOZEF KRIŠTÍN[2]

[1]Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[2]CLEOM Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Doručené 13.10.1995)

Ore mineralization Sb-Au (As-Pb) at the Magurka deposit, Nízke Tatry Mts.

The deposit is represented by quartz veins with sulphides and gold with general E-W strike, lenght about 4 km and vertical extent of the verified veins 300 m. Veins are located in Variscan granitoid rocks with small bodies of migmatites and gneisses. Development of the mineralization is compared with other deposits of the Nízke Tatry Mts., especially with the deposit Dúbrava. Mineralization was formed during several stages. Arsenopyrite - pyrite stage with "invisible" gold is the oldest one, followed by the quartz - gold stage, sometimes with arsenopyrite and pyrite, typical for the deposit under research. Sulphidic mineralization starts with the sphalerite, galena and Pb-Sb sulphosalts (fülöppite, zinckenite, heteromorfite, boulangerite) stage, stibnite is younger. Ag-bearing tetrahedrite is rare in stibnite heaps, but it is the dominating mineral on independent veins. The most spread mineral is stibnite, in the central part of the deposit accompanyied by common galena and bournonite which are not usual components in other deposits of the Nízke Tatry Mts. Gold is present in all the parts of the deposit. Fineness of gold is high in the quartz veins (957), while in association with sulphides of Pb, Zn, Sb it is lower (886). Fineness of gold does not change in gold-bearing alluvial sediments, size of the gold leaves is mostly under 0.2 mm.

Key words: stibnite - gold - sulphosalts - tetrahedrite assemblages, Nízke Tatry Mts.

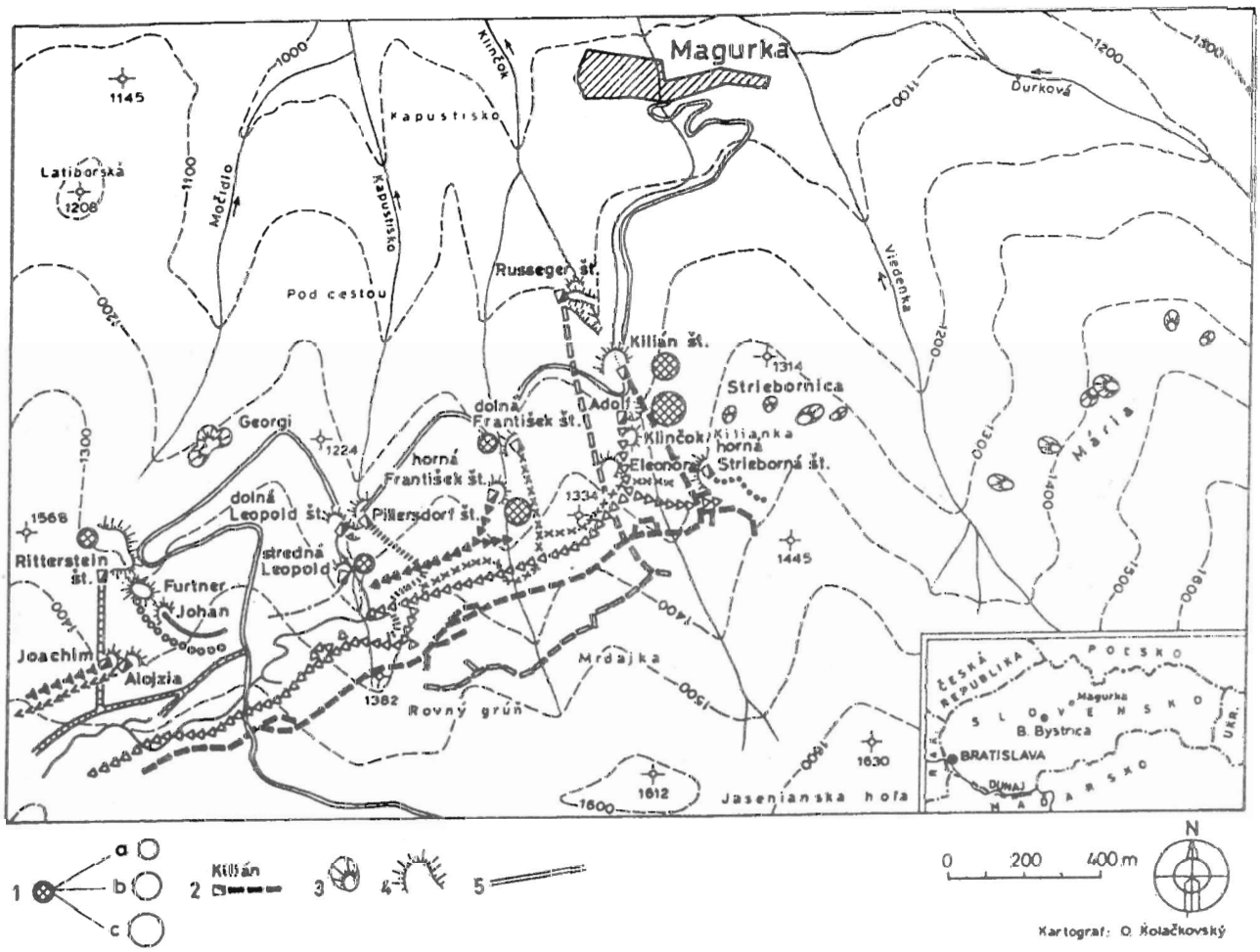
Úvod

Ložisko Magurka sa nachádza na S od hlavného hrebeňa ďumbierskych Nízkych Tatier nad osadou Magurka asi 20 km na JV od mesta Ružomberok. O intenzívnej banskej činnosti v tejto oblasti v minulosti svedčí množstvo háld, ústí štôlní, píng a stôp po ryžovaní Au. V čase najväčšieho rozkvetu (v rokoch 1782 - 1867) bola Magurka jedným z najväčších Sb-Au ložísk v Európe a bola rozfáraná mnohými štôlňami (obr. 1; Meier, 1868; Bergfest, 1952; Koděra, ed. 1990). Ťažba rúd sa tu skončila roku 1923 a prieskumné práce v 50. rokoch jej bilančnosť nepotvrdili (Kravjanský, 1955). Práca Koutka a Poubu (1957) bola poslednou komplexnou štúdiou geologicko-ložiskových a čiastočne aj mineralogických pomerov. Niekoľko vzoriek haldového materiálu okrajovo študoval Ralbovský (1973). Okolie Magurky geologicky zmapoval a litologicky skúmal Lukáčik (1981). Šlichová prospekcia sa vykonala v rámci projektu Regionálna geochémia Západných Karpát (Kravjanský et al., 1986). Minerály a horniny na haldách, ako aj v sedimentoch potoka Lupčianka boli predmetom nášho štúdia v posledných rokoch.

Geologicko-ložiskové pomery

Magurské ložisko leží v granitoidoch zastúpených ďumbierskym biotitickým granodioritom až tonalitom a prašivským granodioritom až granitom s prechodmi do leukokratných granitov, aplitických žúl a na Močidle aplitov a pegmatitov. Granitoidné horniny sa metódou Rb/Sr datujú na 368 ± 22 Ma (Cambel et al., 1990). Sú rozdrvené, sericitizované a tektonicky silne porušené. V okolí ložiska sú známe drobné výskyty hornín dioritového zloženia, na J od neho sú telesá biotitického až dvojsľudného granitu (latiborského typu) a na rozhraní granitoidného plutónu a biotitických a dvojsľudných rúl vystupuje zóna biotitických granodioritov až tonalitov. Migmatity tvoria šošovkovité pásma v granitoidoch, majú smer V - Z a sklon na J. Na S od ložiska v oblasti Malého Železného ležia na kontakte granitoidného masívu s mezozoikom staropaleozoické biotitické fylity až svory typu Kliniska. Obalová mezozoická séria Červenej Magury a subtatranské príkrovy sú známe na S a Z od ložiska. Alpínska tektonika sa prejavila zavrásnením sedimentov do granitoidov (obr. 2).

Žilný systém tvoria paralelné žily smeru V - Z so sklonom na J, mocnosť žíl kolíše od niekoľkých cm do niekoľkých m a priemerne je 0,5 m. Zriedkavejšie sú žily smeru S - J. Dĺžka žilného pásma je asi 4 km a vertikálny rozsah bansky overených žíl 300 m (obr. 1). Žilnú oblasť segmentujú priečne dislokácie, na ktorých sa zistilo maximálne posunutie o 100 m (Koutek a Pouba, 1956). Vo východnej časti ložiska sú známe výskyty v oblasti Ďurkovej - štôlne Mária a v oblasti Striebornice. Tieto dva úseky ložiska sa neťažili. Hlavné magurské rudné pole predstavuje štôlňa Kilián, Adolf, Russeger a František (Klinčok). Intenzívna ťažba bola aj v západnej časti ložiska Leopold a Pillersdorf (Kapustisko), ako aj v najzápadnejšej časti v okolí štôlne Ritterstein (Močidlo).



Obr. 1. Mapa banských prác okolia Magurky (podľa Meiera, 1868, a Koutka a Poubu, 1957). 1 - obsah zlatiniek v šlichoch z haldového materiálu: a) do 10 zŕn, b) do 20 zŕn, c) do 50 zŕn; 2 - ústie, názov a priebeh štôlne; 3 - haldy prieskumných prác; 4 - haldy ťažených štôlní; 5- stará banská cesta.

Fig. 1. Map of mining works in the vicinity of Magurka (modified after Meier, 1868, and Koutek and Pouba, 1957). 1 - number of gold leaves in heavy - mineral concentrates from heap material: a) up to 10 grains, b) up to 20 grains, c) up to 50 grains; 2 - entrance, name and run of an adit; 3- heaps of exploration works; 4 - heaps of mined adits; 5 - old miners' road.

Metodika práce

Vzorky primárnych a sekundárnych minerálov a okolitých hornín sú z dostupných magurských háld a použilo sa aj niekoľko archívnych vzoriek. Vzorky sa hodnotili makroskopicky, a najmä mikroskopicky (viac ako 200 nábrusov) v mikroskope Jenapol a Amplival. Primárne minerály sa analyzovali na prístroji JXA 840 A (CLEOM PriFUK) za týchto podmienok: 20kV, prúd 15 nA; ako štandardy sa použilo Au, Ag, Bi, Cu, Zn, HgS, PbS, Sb_2S_3, FeS_2 a GaAs. Rtg difrakčné záznamy sa urobili na prístroji DRON VM-1 (CuNi, 35 kV, 20mA) a semikvantitatívne analýzy metódou OES na mriežkovom spektrometri PGS-2 (6 A, 120 s; GÚ PriFUK). Manometrická metóda a termická analýza sa použila na identifikáciu karbonátov a vykonala sa v GÚ PriFUK. Fotografie v odrazených elektrónoch (SCAN-BSE) sa urobili na prístroji JXA 840 A v GÚDŠ Bratislava.

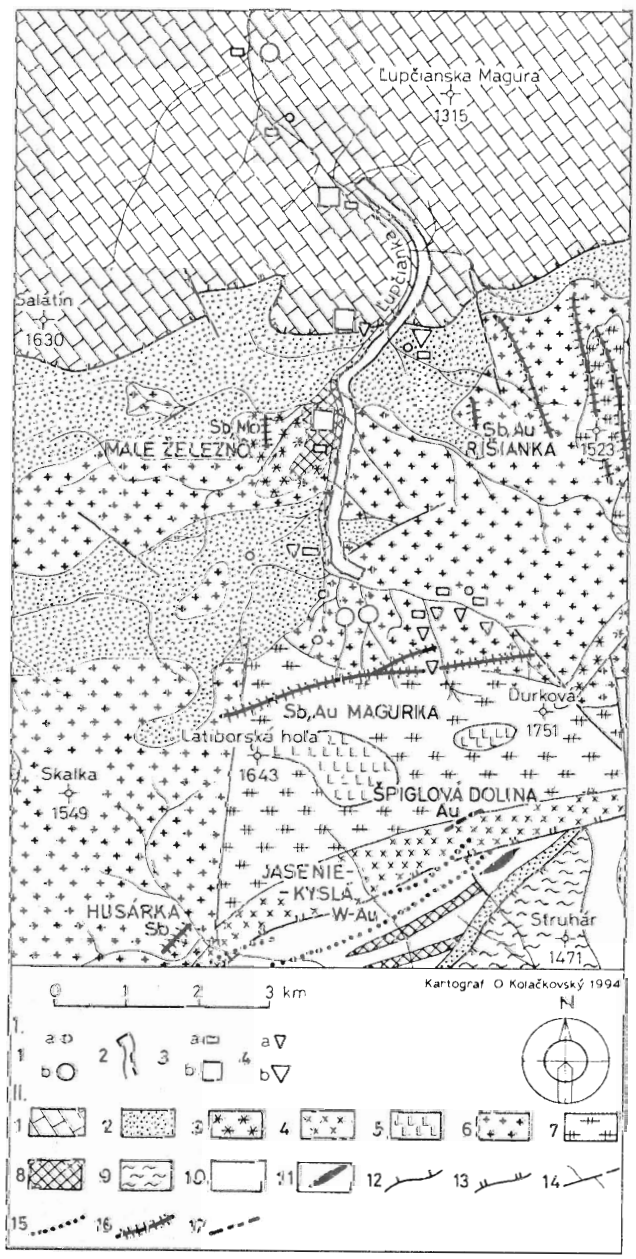
Šlichy sa odobrali štandardnou metódou z približne 15 kg materiálu (frakcia pod 3 mm). V laboratóriu sa permanentným magnetom oddelila feromagnetická frakcia a zistilo sa množstvo scheelitu UV-lampou. Šlichy sa ďalej delili sitovaním na tri frakcie (-0,5 - 0,2 mm) a medzisitová frakcia (-0,5 + 0,2 mm) na paramagnetickú a diamagnetickú frakciu. Diamagnetická frakcia sa delila v bromoforme na ťažkú a ľahkú. Šlichy sa hodnotili v stereomikroskope.

Výsledky mineralogického výskumu

Šlichová prospekcia

V oblasti Magurky sa doteraz odobralo 72 šlichových vzoriek (z toho 34 šlichov z kopaných rýh na haldách z piesčitého materiálu, 18 zo sedimentov riečnych terás na Tajchu a 20 z aluviálnych nánosov Lupčianky a jej horných prítokov).

Mineralogickým hodnotením vzoriek sa zistilo vyše 20 minerálov. Sledovala sa distribúcia, morfológia, veľkosť a kvantitatívne zastúpenie prospekčných minerálov, a to Au, rumelky a scheelitu. Ich obsah v aluviálnych náplavoch Lupčianky a jej prítokov je na obr. 2. Au vytvára najväčšiu koncentráciu v sedimentoch Lupčianky v úseku od horárne Kapustisko po horáreň Vŕšky, kde je v šlichoch 20 - 350 zŕn Au. Rumelka sa zistila v horných prítokoch Lupčianky a jej najväčšia koncentrácia je v potoku Rysianka. Percentové zastúpenie ostatných minerálov sa hodnotilo odhadom. Bežnými a charakteristickými minerálmi šlichov sú zirkón, apatit, rutil, epidot, magnetit, muskovit, chloritizovaný biotit a granáty a ich zdroj treba hľadať v horninovom prostredí. Častý hematit pochádza z mladej hematitovo-kremennej mineralizácie, rozšírenej v študovanom území. Väčšie množstvo pyritu, arzenopyritu, resp. antimonitu a sulfosolí v nadsitovej frakcii sa pozorovalo v šlichoch z haldového materiálu. Ojedinele sa v šlichoch vyskytujú chalkopyrit, vzácny je anatas, turmalín a xenotím. Zo sekundárnych rudných minerálov je najhojnejší limonit a goethit, zaznamenal sa aj výskyt malachitu a na haldách aj oxidy Sb. Anomálne vysoký je obsah titanitu v šlichu z potoka tečúceho spod ložiska Rysianka a tiež v hlavnom toku potoka Lupčianka. Titanit bol potvrdený rtg-difrakčnou analýzou (3,231(8) - 2,990(10) - 2,587(6) - 2,059(4) - 1,646(3)). V šlichoch je veľmi často antropogénny materiál, a to magnetické aj nemagnetické guličky a tmavozelené úlomky s lastúrnatým lomom.



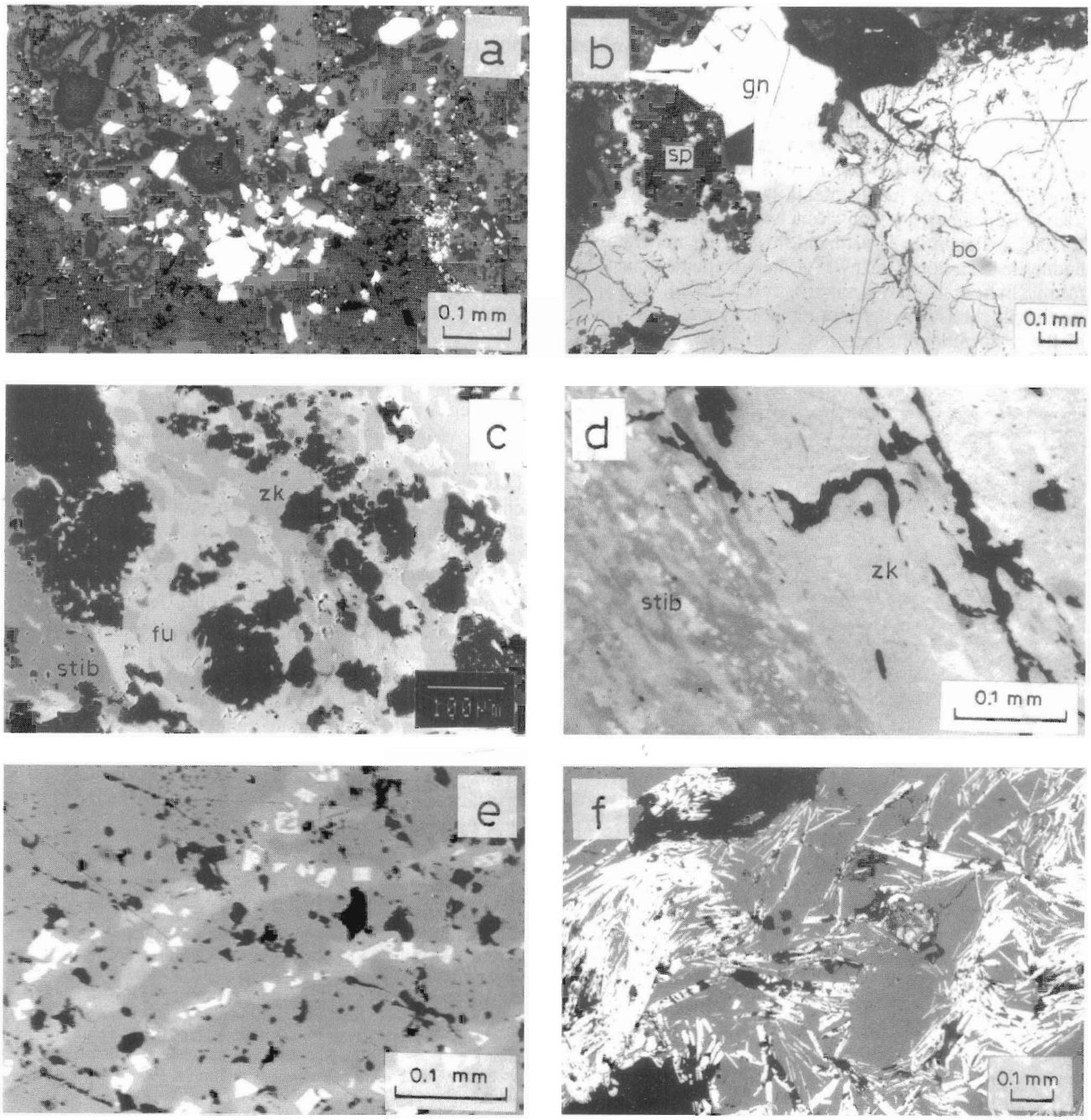
◀ Obr. 2. Ložiskovo-geologická mapa okolia Magurky (zostavená podľa Slavkaya in Chovan et al., 1994). I. 1 - obsah Au v šlichoch: a) do 5 zŕn, b) do 20 zŕn; 2 - rozsypy Au (obsah Au v šlichoch do 350 zŕn); 3 - obsah scheelitu v šlichoch: a) do 10 zŕn, b) do 40 zŕn; 4 - obsah rumelky v šlichoch: a) do 5 zŕn, b) do 50 zŕn. II. 1 - mezozoikum veporika (krížňanského príkrovu); 2 - mezozoikum tatrika; 3 - leukokratné granity; 4 - biotitické granodiority až tonality; 5 - biotitické až dvojsludné granity (latiborský typ); 6 - dvojsludné granodiority až granity (prašivský typ); 7 - biotitické granodiority až tonality (dumbiersky typ); 8 - fylity typu Klinisko; 9 - ortoruly typu Struhár; 10 - biotitické až dvojsludné ruly; 11 - amfibolity; 12 - násunové plochy; 13 - prešmyky; 14 - geologické hranice a zlomy; 15 - 17 - priebeh žilných zón: 15 - W-Au mineralizácia, 16 - Sb-Au mineralizácia, 17 - Au mineralizácia.

Fig. 2. Schematic map of geological situation and ore deposits in the Dumbier part of the Nízke Tatry Mts. (after Slavkay in Chovan et al., 1994). I. Au content in heavy - mineral concentrates: a) up to 5 grains, b) up to 20 grains; 2 - placers (up to 350 gold grains in concentrates); 3 - scheelite content in heavy - mineral concentrates: a) up to 10 grains, b) up to 40 grains; 4 - cinnabar content in heavy - mineral concentrate: a) up to 5 grains, b) up to 50 grains. II - 1. Mesozoic of the Krížna nappe; 2 - Mesozoic of the Tatricum unit; 3 - leucocratic granites, 4 - biotite granodiorites to tonalites, 5 - biotite to two-mica granites (type Latiborská hoľa), 6 - two-mica granodiorites to granites (type Prašivá), 7 - biotite granodiorites to tonalites (type Dumbier), 8 - phyllites (type Klinisko), 9 - orthogneisses (type Struhár), 10 - biotite to two-mica gneisses, 11 - amphibolites, 12 - nappe overthrust planes, 13 - upthrusts, 14 - geological boundaries and faults, 15 - 17 - run of the lode: 15 - W-Au mineralization, 16 - Sb-Au mineralization, 17 - Au mineralization.

Primárne minerály

Materiál na mineralogické štúdium sa získal ovzorkovaním väčšiny prístupných háld - Mária, Striebornica, Adolf, Klinčok, Kilián, Russeger, František, Pillersdorf, Leopold, Ritterstein a Alojzia. Materiál háld je pomerne chudobný na vzorky s rudnými minerálmi a tvoria ho predovšetkým hydrotermálne premenené horniny a kremeň.

Pyrit. Je jedným z najhojnejších rudných minerálov. Vznikal vo viacerých prínosových periódach. Najstarší jemnozrnný pyrit impregnuje okolitú horninu, niekedy spolu s arzenopyritom. Vyskytuje sa aj v kremeni ako hypidiomorfné až idiomorfné silne kataklázované kryštály. Zatláča ho antimonit, Pb-Sb sulfosoli, sfalerit a ďalej vystupuje spolu s galenitom, tetraedritom a bournonitom. V galenite a bournonite alebo na ich kontakte sa vyskytuje vo forme idiomorfných kryštálov. Tvorí metakryštály v chalkostibite zatláčajúcom tetraedrit. Idiomorfné kryštály pyritu v kremenno-hematitových žilách Striebornice bývajú takmer úplne limonitizované.



Obr. 3. a - Idiomorfný arzenopyrit v alterovanej hornine Magurka - Kilián. Odraz. svetlo. b - Prerastanie galenitu (gn) s bournonitom (bo) a sfaleritom (sp). Čierny je kremeň. Odraz. svetlo. Magurka - František. c - Prerastanie fülöppitu (fu) a zinckenitu (zk) s antimonitom (stib) a sfaleritom (sp). Čierny je kremeň. SEM. Magurka - Ritterstein. d - Zrast zinckenitu (zk) s antimonitom (stib). Odraz. svetlo. Magurka - Mária. e - Tetraedrit (sivý) zatláčajú žilky chalkostibitu (sivobiely) s metakryštálmi pyritu (biely). Čierny je kremeň. Odraz. svetlo. Magurka - Ritterstein. f - Ihlicovité kryštály hematitu v kremeni (vz. SV-7) Odraz. svetlo. Magurka - Striebornica.

Fig. 3. a - Euhedral arsenopyrite in altered rock. Refl. light. b - Intergrowths of galena (gn) with bournonite (bo) and sphalerite (sp). Quartz is black. Refl. light. c - Intergrowths of fülöppite (fu) and zinckenite (zk) with stibnite (stib), sphalerite (sp). Quartz is black. SEM, Magurka - Ritterstein. d - Contact of zinckenite (zk) with stibnite (stib). Refl. light, X. e - Tetrahedrite (gray) is replaced by veinlets of chalcostibite (grayish-white) and metacrystals of pyrite (white). Quartz is black. Refl. light. f - Needle-shaped hematite crystals in quartz. Refl. light, Magurka - Striebornica.

Markazit. Tvorí hypidiomorfné až idiomorfné kryštály v kremeni spolu s antimonitom vo vzorke z haldy František.

Arzenopyrit. Je pomerne bežným minerál a často sa vyskytuje spolu s pyritom.

Mikroskopickým štúdiom sme vyčlenili tri základné morfologické typy.

1. Jemnozrnné agregáty idiomorfného až hypidiomorfného arzenopyritu a pyritu (obr. 3a) impregnujúce najvnútornej-

Tab. 1
Reprezentatívne rtg. elektrónové mikroanalýzy sulfidov z ložiska Magurka
Representative X-ray - electron microanalyses of sulphides from the Magurka

Analysis number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Sample number	SVA	R-13FA	F-13A	P-3, P-4	R-13FA	R-7C	R-7A	F-16	R-13FA	L-1, P-4A	P-4A	R-13FA	F-16	FA
Number of analyses	8	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	5	1	7
Pb	-	-	41,69	42,93	-	-	29,39	30,89	31,10	36,49	49,71	55,97	-	85,96
S	24,96	24,59	19,80	19,76	26,30	27,14	22,62	22,78	22,87	20,94	19,88	18,72	24,79	13,30
Sb	27,31	28,84	24,95	25,36	74,55	72,16	46,37	44,74	45,54	43,83	30,33	25,58	51,35	0,31
Ag	1,06	2,39	0,04	-	0,07	-	0,21	0,04	0,18	0,00	0,02	0,04	0,00	0,15
Bi	0,04	0,08	-	-	0,12	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Zn	2,30	6,92	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,11	0,09	-
Cu	38,11	35,71	13,73	13,70	0,00	-	0,34	1,10	1,35	0,08	0,15	0,08	24,27	0,01
Fe	4,54	0,81	0,04	0,04	0,18	0,36	0,01	0,10	0,15	0,02	0,06	0,02	0,15	0,01
Hg	0,24	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	1,29	-	-	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-	0,16	-
Σ	99,85	100,04	100,25	101,79	101,40	99,66	98,94	99,08	101,18	101,37	100,18	100,52	100,80	99,83
	29	29	6	6	5	5	26	74	74	47	34	20	4	2
Pb	-	-	0,97	1,00	-	-	2,99	8,91	8,79	6,95	7,33	5,06	-	0,99
S	12,92	12,99	2,99	2,96	2,85	2,92	14,85	42,48	41,79	25,78	18,94	10,94	1,95	0,99
Sb	3,72	4,01	0,99	1,00	2,13	2,05	8,02	21,97	21,91	14,21	7,61	3,94	1,07	0,01
Ag	0,16	0,38	-	-	0,00	-	-	0,02	0,10	-	0,01	0,01	0,00	0,00
Bi	0,00	0,01	-	-	0,00	-	-	-	-	-	0,00	-	0,00	0,00
Zn	0,58	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,03	0,00	-
Cu	9,95	9,50	1,05	1,03	0,00	-	0,12	0,52	1,24	0,05	0,07	0,04	0,96	0,00
Fe	1,35	0,25	0,00	-	0,01	0,02	-	0,10	-	-	0,03	0,00	0,01	0,00
Hg	0,02	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	0,29	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-

Analýza: 1, 2 - tetraedrit; 3, 4 - bournonit; 5, 6 - antimonit; 7 - fülöppit; 8, 9, 10 - zinckenit; 11 - heteromorfit; 12 - boulangerit; 13 - chalkostibit; 14 - galenit.
Analysis number: 1, 2 - tetrahedrite; 3, 4 - bournonite, 5, 6 - stibnite, 7 - fülöppite, 8, 9, 10 - zinckenite, 11 - heteromorphite, 12 - boulangerite, 13 - chalcostibite, 14 - galena.

šiu, prekremenenú zónu alterácie na okrajoch rudných žíl, príp. viažuce sa na pukliny v okolitých horninách.

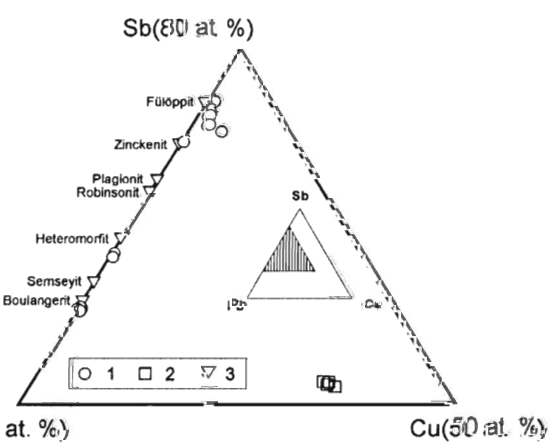
2. V kremeni sa vyskytujú samostatné žilky arzenopyritu, agregáty alotriomorfných, na povrchu korodovaných zŕn spolu s pyritom, často usporiadané v pásoch. V tomto type arzenopyritu sa vo vzorkách z haldy Pillersdorf zistil zvýšený obsah Au (8,5 g/t). Niektoré kryštály arzenopyritu sú chemicky zonálne.

3. Veľké idiomorfné a hypidiomorfné kataklázované kryštály arzenopyritu sú väčšinou v kremeni spolu s pyritom. V rudných žilách sa arzenopyrit vyskytuje s antimonitom, Pb-Sb sulfosoľami, galenitom a so sfaleritom. Najhojnejší je na halde Ritterstein, kde sa jeho prítomnosť prejavuje povlakom čiernych sekundárnych minerálov na vzorkách.

Sfalerit. Tvorí žilky, kryštalické agregáty a alotriomorfné zrná v kremeni a zriedka preniká po hraniciach zŕn karbonátov. Zatláča a uzatvára starší pyrit a arzenopyrit, a sám je zatláčaný zinckenitom, niekedy aj priamo antimonitom (obr. 3b, c). Alotriomorfné zrná sfaleritu uzatvára alebo pretína galenit. Alotriomorfné zrná sfaleritu zrastené s chalkopyritom sú na vzorkách s tetraedritom.

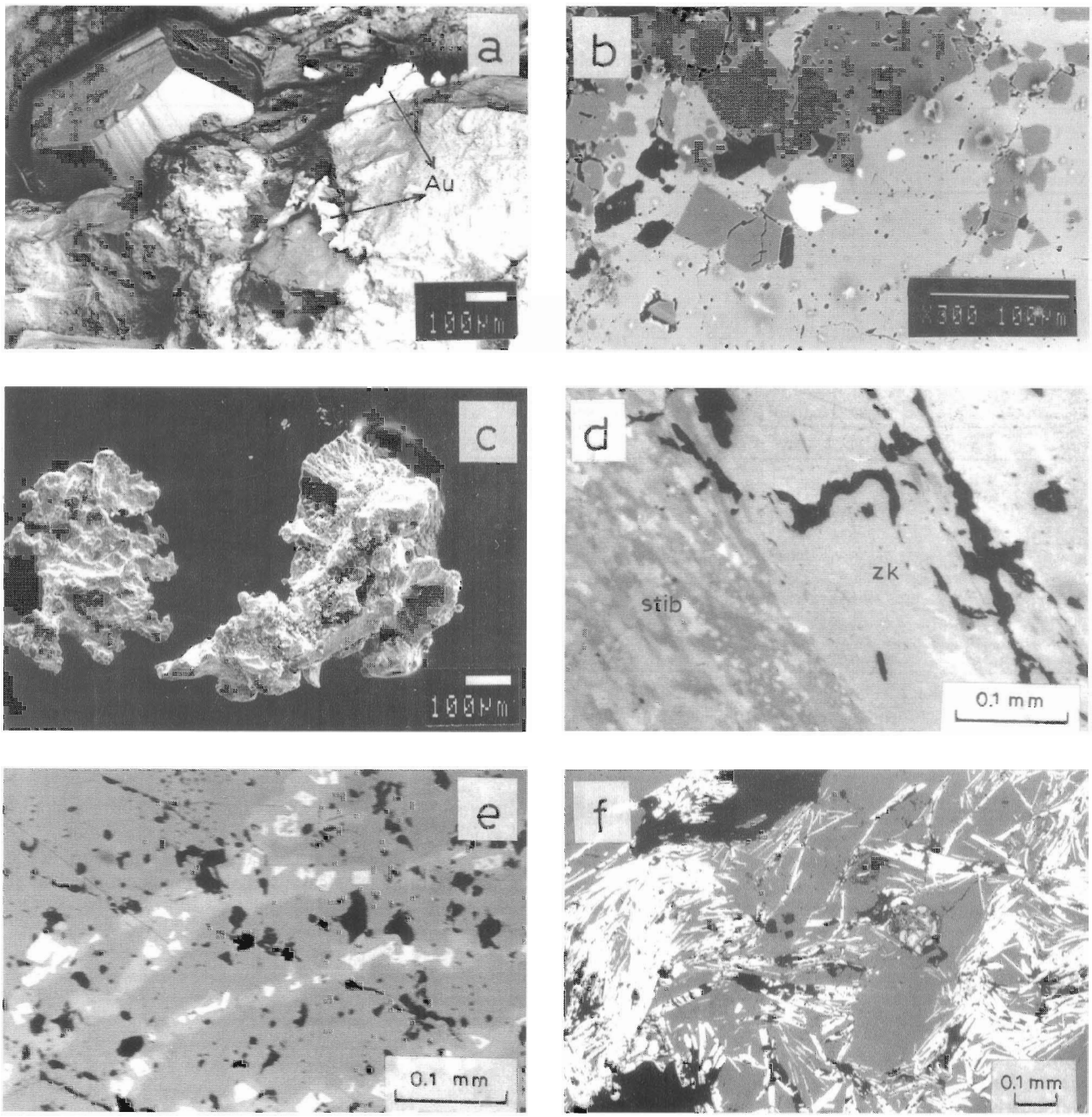
Galenit. Bol identifikovaný mikroskopicky a rtg mikroanalýzou (tab. 1, anal. 14). Hojne sa vyskytuje na halde František a Pillersdorf, ale inde je zriedkavý. Tvorí žily a alotriomorfné kryštalické agregáty v kremeni a preniká pozdĺž hraníc zŕn karbonátov. Intímne sa prerastá s Pb-Sb sulfosoľami a bournonitom (obr. 3b). Uzatvára kryštály pyritu a alotriomorfné zrná sfaleritu a po žilkách presutuje sfaleritom.

Bournonit. Bežne sa vyskytuje na halde Pillersdorf, kde je po galenite druhým najčastejším rudným minerálom. Inak je



Obr. 4. Graf rtg. elektrónových mikroanalýz Pb-Sb-Cu sulfosolí z ložiska Magurka (at. %). 1 - Pb-Sb sulfosoli, 2 - bournonit, 3 - teoretické zloženie minerálov.

Fig. 4. Ternary diagram of X-ray electron microanalyses of Pb-Sb-Cu sulphosalts from the Magurka deposit (at %). 1 - Pb-Sb sulphosalts, 2 - bournonite, 3 - theoretical composition of minerals.



Obr. 5. a - Au a kryštál pyritu v kremeni. SEM. Magurka-Kilián. b - Au (biele) v asociácii s tetraedritom (svetlosivý) a pyritom (sivý). Čierny je kremeň. SEM. Magurka. c - Zlatinky z piesčitého materiálu haldy Kilián. SEM. d - Zlatinka z aluviálnych sedimentov potoka Lupčianka. SEM. e - Au (biele) zatláčané antimonitom (svetlosivý). Arzenopyrit tvorí tmavosivé kryštály v kremeni (čierny). SEM. Magurka-Ritterstein. Mierka zodpovedá 10 µm. f - Detail predchádzajúceho obrázka. Mierka zodpovedá 10 µm.

Fig. 5. a - Au with pyrite crystal in quartz. SEM. b - Au (white) with tetrahedrite (light-gray) and pyrite (gray). Quartz is black. SEM. c - Au from the sandy material of the Kilián adit. SEM. d - Au leaf from alluvial sediments. SEM. e - Stibnite (light-gray) replaces gold (white) in quartz (black) with euhedral arsenopyrite crystals (dark gray). SEM. Scale represents 10 µm. f - Detail of the previous photograph. Scale represents 10 µm.

zriedkavý. Preniká pozdĺž hraníc zŕn karbonátov a vypĺňa priestor medzi ich zrnami. Vystupuje spolu s Pb-Sb sulfosoľami, pyritom a prerastá sa s galenitom (obr. 3b). Identifikoval sa na základe optických vlastností a rtg. mikroanalýzou (tab. 1, anal. 3, 4, obr. 4). Hašlar (1956) ho opísal prvý raz z ložiska Magurka na základe rtg. difrakčnej analýzy.

Zinckenit. Je najbežnejším minerálom ložiska zo skupiny Pb-Sb sulfosolí. Tvorí kryštalické agregáty s prúdovitou štruktúrou, drobné žilky v kremeni alebo vláknité agregáty. Obsahuje inklúzie pyritu a arzenopyritu. Po drobných žilkách preniká antimonitom. Zinckenit s prúdovitou štruktúrou niekedy uzatvára antimonit. Zriedkavejší

je zinckenit s dlaždicovitou štruktúrou „obtekaný" zinckenitom s prúdovitou štruktúrou. Vystupuje aj so sfaleritom a s inými Pb-Sb sulfosoľami (obr. 3c, d). Chemicky patrí do dvoch typov: zinckenit s vyšším obsahom Cu (tab. 1, anal. 8, 9, 10, obr. 4) a zinckenit X, identifikovaný na halde Leopold, opísaný aj z ložiska Dúbrava (Chovan et al., 1990; Chovan, Háber, Jeleň, Rojkovič, eds., 1994), so zvýšeným obsahom Pb a takmer s nulovým obsahom Cu. Tvorí inklúzie v antimonite.

Fülöppit. Je vzácny a vystupuje v asociácii so zinckenitom, antimonitom, sfaleritom a kremeňom (obr. 3c). Bol identifikovaný na základe optických vlastností a EMA (tab. 1, anal. 7, obr. 4). Chemickým zložením je blízky teoretickému fülöppitu.

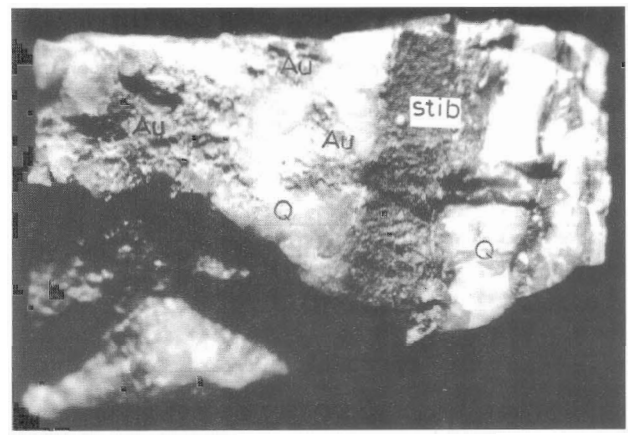
Boulangerit a heteromorfit. Zistili sa pomocou EMA (tab. 1, anal. 11, 12, obr. 4) z haldy Pillersdorf. Tvoria kryštalické agregáty prenikajúce medzi zrná arzenopyritu a inklúzie v galenite.

Antimonit. Na haldách, okrem Striebornice, je to prevládajúci rudný minerál. Tvorí hniezda v kremeni na halde Mária. Veľké, masívne jemnozrnné kryštalické agregáty sa našli aj na halde František a v doline Viedenka. Mikroskopicky je hrubozrnný. Jemnozrnný antimonit je pravdepodobne produktom rekryštalizácie. Charakteristické a bežné sú tlakové lamely. Asociuje s Pb-Sb sulfosoľami, pyritom, arzenopyritom a sfaleritom (obr. 3c, d). Vo vzorke z haldy Leopold sa v ňom vyskytla inklúzia antimónu. Často obsahuje úlomky kremeňa. Intímne sa prerastá s galenitom alebo zinckenitom, uzatvára idiomorfné kryštály pyritu a arzenopyritu a zatláča sfalerit. Jeho identifikácia sa potvrdila pomocou rtg. mikroanalýzy (tab. 1, anal. 5, 6).

Tetraedrit. Je hlavným rudným minerálom Striebornice. Tvorí masívne agregáty a zrná v kremennej žilovine spolu s karbonátmi. Uzatvára drobné inklúzie chalkopyritu, idiomorfné kryštály a kataklázované kryštály arzenopyritu. Po okrajoch a puklinách ho intenzívne zatláčajú sekundárne Cu minerály. Chemické zloženie tetraedritu zo Striebornice sa skúmalo rtg. mikroanalýzou (tab. 1, anal. 1). Tetraedrit má nízky obsah tennantitovej molekuly a zvýšený obsah Ag, Zn a Fe. Zriedka sa vyskytuje na halde Ritterstein (tab. 1, anal. 2) v asociácii s antimonitom, Pb-Sb sulfosoľami, arzenopyritom, pyritom a karbonátmi v kremeni. Tvorí kryštalické agregáty a obsahuje drobné inklúzie sfaleritu. Po žilkách ho metasomaticky zatláča chalkostibit a metakryštály pyritu (obr. 3e). Má zvýšený obsah Ag a Zn a nízky obsah Fe.

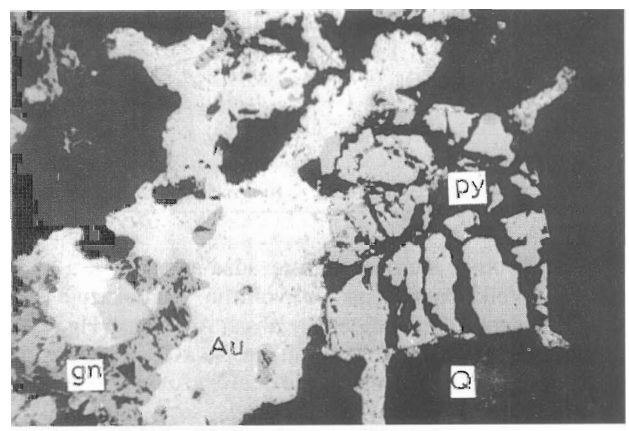
Chalkopyrit. Je veľmi zriedkavý. Zistil sa len mikroskopicky na halde Kilián, František a Striebornica-východ. Jeho drobné žilky v podrvenom kremeni pretínajú pyrit a spolu so zinckenitom vypĺňajú priestor medzi zrnami kremeňa. Lemuje zrná sfaleritu. Na Striebornici sa vyskytujú agregáty alotriomorfných zŕn chalkopyritu v kremeni a tetraedrite.

Chalkostibit. Zriedkavý je na halde Ritterstein. Lemuje zrná tetraedritu, zatláča ho alebo doň vniká v podobe drobných žiliek, na ktorých sú metakryštály pyritu (obr. 3e). Okrem tetraedritu a pyritu vystupuje spolu s antimonitom a s karbonátmi v žilnom kremeni. Identifikoval sa aj rtg. mikroanalýzou (tab. 1, anal. 13). Chalkostibit na základe mikroskopie v odrazenom svetle prvý opísal Ralbovský (1976).



Obr. 6. Zlato (Au) v ružovom kremeni a antimonit (stib) v sivobielom kremeni (Q). Magurka, vz. č. 529, zapožičaná zo Slovenského banského múzea v Banskej Štiavnici (7659/70). Zväčš. 1,5x.

Fig.6. Gold (Au) in pink quartz with stibnite (stib) in grayish quartz (Q). Magurka, spec. No. 529, lent from Slovak mining museum in Banská Štiavnica (7659/70). Magn. 1.5 x.



Obr. 7. Zlato (Au) s galenitom (gn) a pyritom (py) v kremeni (Q). Magurka, vz. č. 244, archív Katedry mineralógie a petrológie PriF UK. Zväčš. 100x. Odraz. svetlo.

Fig. 7. Gold (Au) with galena (gn) and pyrite (py) in quartz (Q). Magurka, spec. No. 244, archives of the Dpt. of Mineralogy and Petrology PriF UK. Magn. 100 x. Refl. light.

Hematit. Vyskytuje sa zriedka na Striebornici spolu s pyritom v kremeni. Kremenno-hematitová mineralizácia nesúvisí s hlavnou mineralizáciou Magurky časovo ani priestorovo. Podobné výskyty sa zistili v prašivskom granitoide na Kapustisku, v bazálnych kremencoch triasu v Latiborskej a inde. Hematit tvorí lištovité kryštály s prúdovitou alebo vejárovitou štruktúrou (obr. 3f). Asociuje iba s pyritom. Obidva minerály sú často limonitizované.

Zlato. Jeho časť sa vo forme „neviditeľného" Au v arzenopyrite viaže v najstaršom type mineralizácie prvého štádia. Obsah Au v tomto type rudy nie je dostatočne známy, ale v kusových vzorkách dosahuje až 8 g/t. V minulosti dobývané Au vytváralo v kremeni drôtikovité agregáty, ktoré boli veľké niekoľko cm (obr. 6). Voľné Au vystupuje v kremeni vo forme hrudkovitých a plieškovitých zlatiniek veľ-

Tab. 2
Rtg elektrónové mikroanalýzy Au z primárnej mineralizácie a vyšlichovaného z aluviálnych sedimentov Tajchu
X-ray - electron microanalyses of Au from the primary mineralization and alluvial gold

Sample number	AUS1	AUS2	AUS3	AUS4	AUS5	AUS6	K-6C	K-2	MAG-4	529A	244	R-7C	R-7C
Number of analyses	4	2	1	6	1	1	2	1	1	3	3	7	2
	alluvial gold						gold from primary mineralization						
Au	89,85	95,21	96,51	95,57	97,02	96,39	87,38	96,10	89,51	95,51	85,95	90,84	83,87
Bi	0,57	0,07	-	0,64	0,37	0,52	0,62	0,72	0,39	0,60	0,53	0,82	0,60
Hg	0,46	2,40	1,04	0,78	0,39	0,68	1,10	0,05	0,98	1,44	0,52	1,09	1,66
Cu	0,12	0,42	0,08	0,10	0,16	0,13	0,10	0,14	1,21	0,11	0,12	0,11	0,18
Ag	8,69	2,10	1,52	2,74	1,88	2,16	10,03	1,64	6,62	3,24	13,61	3,99	12,22
Te	0,07	0,08	0,14	0,07	0,11	0,14	0,02	0,05	0,04	0,05	0,08	0,04	0,13
Se	-	-	-	-	-	-	0,10	0,13	0,16	0,11	0,04	2,76	-
Fe	-	-	-	-	-	-	0,48	0,33	0,58	0,01	0,07	0,02	-
Σ	99,76	100,28	99,29	99,90	99,93	100,03	99,83	99,17	99,48	101,07	100,92	99,67	98,66

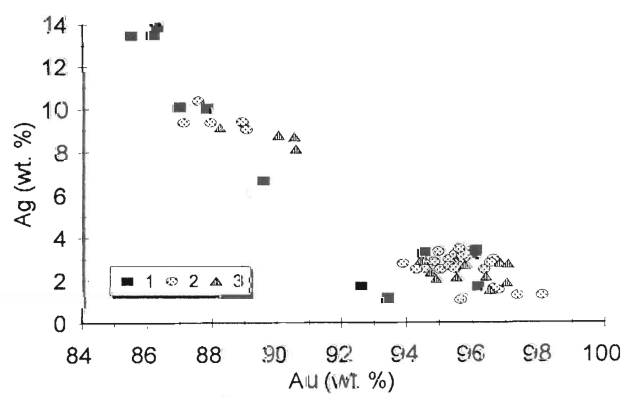
Tab. 3
Rtg. elektrónové mikroanalýzy Au vyšlichovaného z haldového materiálu štôlne Kilián
X-ray - electron analyses of Au leaves panned from the heap material of the Kilián adit.

Sample number	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H
Number of analyses	4	4	1	1	2	2	3	3	2	3	3
Au	94,95	96,35	93,89	94,30	96,58	97,72	95,49	88,33	95,38	95,41	88,19
Bi	0,14	0,18	0,14	-	0,41	0,68	0,41	0,26	0,45	0,12	0,62
Hg	2,18	1,74	2,12	1,99	0,70	0,78	0,49	1,18	0,72	0,43	1,52
Cu	0,34	0,31	0,28	0,27	0,13	-	0,06	0,07	0,12	0,10	0,05
Ag	2,68	1,68	2,78	2,51	2,89	1,29	3,06	9,38	2,60	3,40	9,60
Te	-	-	-	-	0,08	0,07	0,05	0,03	0,05	0,10	0,09
Σ	100,29	100,26	99,20	99,07	100,79	100,54	99,56	99,35	99,32	99,56	100,07

kých do 1 mm a niekedy ho sprevádza arzenopyrit a pyrit (obr. 5a). Veľká prevaha analýz „voľného" Au dokazuje jeho vysokú rýdzosť a pomerne nízky obsah Ag. Obsah Hg je do 2 hm. %, Bi do 1 hm. % a obsah Cu, Sb a Te neprekračuje desatiny %. Priemerný obsah (34 analýz) Au je 95,7 hm. % a Ag 2,3 hm. %. Druhý typ Au súvisí so vznikom mladších sulfidických mineralizácií (obr. 5b, 7). Au často vypĺňa pukliny v sulfidoch. Priemerný obsah (12 analýz) Au je 88,6 hm. % a Ag 9,4 hm. %. Na obr. 5e, f je vysoko rýdze zlato v kremeni, prerastajúce sa s antimonitom (tab. 1, anal. 6). V okolí zrastov jeho rýdzosť klesá.

Zlatinky získané šlichovaním piesčitého materiálu háld majú hrudkovitý tvar, kým zlatinky z aluviálnych sedimentov sú mechanicky deformované a tvoria pliešky, často rôzne poprehýbané (obr. 5c, d). Z hodnotených 3152 zŕn sa zlatinky akumulujú hlavne v podsitovej frakcii (pod 0,2 mm): 81 % zlatiniek z háld a až 97 % z aluviálnych sedimentov. Ostatné sú vo frakcii 0,2 - 0,5 mm. Chemické zloženie sedimentárneho Au je podobné ako primárneho a jeho rýdzosť sa nemení v závislosti od transportu, ale súvisí s pôvodným vznikom v rozličných paragenetických asociáciách (obr. 8).

Kremeň. Je najrozšírenejším minerálom magurských žíl. Podľa farby možno odlíšiť niekoľko druhov. Najbežnejší je celistvý biely a sivý kremeň, na ktorý sa viaže sulfidické zrudnenie, najmä antimonit. Pleťovoružový kremeň je zriedkavý. Vo všetkých typoch sa zistilo „viditeľné" Au. Jemnozrnná zmes kremeňa a sericitu, príp. iných fylosilikátov zelenkastej farby s mastným leskom je pravdepodobne produktom intenzívnych hydrotermálnych premien. Ku kremeňu a sericitu pristupujú bežný rutil a impregnácie arzenopyritu. Do takéhoto kremeňa vnikajú žilky sivobieleho kremeňa s antimonitom. V tetraedritových žilách Striebornice je zastúpený len biely a sivobiely kremeň, v hematitových žilkách je biely a často tvorí drobné hypidiomorfné a idiomorfné kryštály.



Obr. 8. Graf obsahu Ag a Au (hmotn. %) v zlatinkách z ložiska Magurka. 1 - zlatinky z primárnej mineralizácie, 2 - zlatinky zo šlichov haldového materiálu, 3 - zlatinky zo šlichov aluviálnych sedimentov potoka Lupčianka.

Fig. 8. Plot of Au vs. Ag content (wt. %) in gold from the Magurka deposit. 1 - gold from the primary mineralization, 2 - gold leaves from the heap material, 3 - gold from the alluvial sediments of the Lupčianka creek.

Tab. 4
Termické analýzy karbonátov, zastúpenie zložiek v %
Thermic analyses of carbonates, representation of single components in %

Sample number	Calcite	Ankerite - dolomite	Insoluble rest	FeO + MnO	CaO	MgO	CO_2
SV-2	94,01	4,63	0,65	0,00	54,08	1,01	43,55
F-11	0,00	98,00	2,00	12,42	28,75	13,70	45,13
F-15	0,00	96,88	3,12	9,33	29,16	15,73	45,78
K-19	0,00	97,85	2,15	15,79	28,30	11,48	44,43
P-4C	0,00	96,88	3,12	12,78	29,70	13,46	45,06

Karbonáty. Sú bežné, ale zriedkavejšie ako kremeň. Prevládajú iba na halde Pillersdorf, kde ich sprevádza galenitovo-bournonitová mineralizácia s vysoko olovnatými Pb-Sb sulfosoľami. Termická a monometrická analýza potvrdila, že kryštalické agregáty, žilky a zriedkavé drúzy svetlоružových karbonátov v dutinách kremeňa z haldy Pillersdorf (P-4C), Kilián (K-19) a František (F-11, 15) patria ankeritickému dolomitu. Biele kryštály karbonátu v dutinách kremeňa zo Striebornice (SV-2) sa identifikovali ako kalcit (tab. 4).

Sekundárne minerály

Na haldách s Sb mineralizáciou sú sekundárne minerály Sb a Pb veľmi rozšírené a často celkom nahrádzajú sulfidy.V literatúre sa uvádza dobre identifikovaný valentinit a nedostatočne identifikovaný cervantit, kermezit, senarmontit a stibiokonit (Koděra, ed., 1990).

Stibiokonit. Je najbežnejší spomedzi Sb oxidov. Biely a žltkastý povlak, ako aj práškovitá masa na rudných vzorkách z haldy František boli identifikované ako stibiokonit rtg. difrakčnou analýzou (6,04(1) - 3,12(1) - 2,99(2) - 2,57(2) - 1,82(2) - 1,54(1)).

Bindheimit. Tvorí pseudomorfózy po primárnych mineráloch, väčšinou Pb-Sb sulfosoliach, alebo hubovitú rebrovitú masu na povrchu bielych až bieložltých vzoriek. Vyskytuje sa na halde František spolu so stibiokonitom. Semikvantitatívnou spektrálnou analýzou sa zistil zvýšený obsah Pb a Sb a rtg. difrakčná analýza potvrdila totožnosť s bindheimitom (3,06(2) - 2,59(1) - 1,82(1)- 1,55(1)).

Cervantit. Patrí medzi najhojnejšie sekundárne minerály Sb na halde Mária. Tvorí kôru a výplň puklín v žltom antimonite s mastným leskom. Identifikoval sa rtg. difrakčnou analýzou (3,38(5) - 3,04(4) - 2,99(10) - 2,59(2) - 1,82(6) - 1,74(1)).

Cu sekundárne minerály sa spolu s limonitom vyskytujú hlavne na haldách Striebornice, kde vznikali ako produkt zvetrávania tetraedritu. Na základe rtg. difrakčných analýz zmesí minerálov okrem identifikovaného azuritu a brochantitu predpokladáme aj prítomnosť malachitu, aurichalcitu a langitu. Bežný je olivovozelený povlak, ktorý tvoria rtg. amorfné zmesi oxidov Cu, Fe a Sb.

Azurit. Je produktom vetrania tetraedritu na Striebornici. Vyskytuje sa ako drobné tabuľkovité kryštály tmavomodrej farby skleného lesku s neznámym sekundárnym minerálom bledozelenej farby. Celistvé agregáty a kôra azuritu nasadajú na iné sekundárne minerály Cu. Identifikoval sa makroskopicky a potvrdila ho rtg. difrakčná analýza (5,32(10) - 5,12(5) - 3,59(6) - 2,36(7) - 1,97(4)).

Brochantit. Je pomerne hojný na Striebornici. Tvorí kryštalickú tmavozelenú kôru zloženú zo stĺpčekovitých kryštálov. Určila ho rtg. difrakčná analýza (5,45(9) - 3,96(10) - 3,25(8) - 2,71(5) - 2,54(7) - 1,96(2)).

Čierny práškovitý povlak na kremeni impregnovanom arzenopyritom je na haldách hojný. Rtg. difrakčná analýza zaznamenala iba nevýrazné maximá a semikvantitatívnou spektrálnou analýzou sa zistil vysoký obsah As, Si a Fe.

Diskusia a záver

Antimonit je bežným rudným minerálom všetkých sledovaných háld okrem úseku Striebornica, kde je takmer jediným rudným minerálom tetraedrit. Galenit, bournonit, boulangerit a heteromorfit sú rozšírené hlavne na halde František a Pillersdorf a sú typické pre strednú časť hlavného rudného poľa (Rovný grúň, obr. 1). V západnej časti ložiska na halde Ritterstein a Leopold je okrem antimonitu častý aj arzenopyrit a pyrit. Štôlne Kilián a Adolf podfáravajú prakticky celé ložisko, a preto aj materiál háld je veľmi rôznorodý. Na halde Russeger sa zistilo veľmi málo rudných minerálov. Au sa našlo vo všetkých haldách (najviac v šlichoch z haldy štôlne Adolf) s výnimkou haldy Russeger a Striebornica. Materiál spodných háld na úseku Striebornica reprezentuje tetraedritovú mineralizáciu bez Sb mineralizácie. Tieto tetraedritové žily pravdepodobne ležia v podloží hlavného žilného ťahu s Sb-Au mineralizáciou, ktorý sa dá sledovať pomocou píng a starých kutacích štôlní (Koutek a Pouba, 1956).

Pri stanovovaní časovej postupnosti kryštalizácie pozorovaných minerálnych paragenéz sme vychádzali jednak z poznatkov z detailného mikroskopického štúdia rudných vzoriek, avšak iba z haldového materiálu, ako aj z analógie s inými nízkotatranskými Sb-Au ložiskami, najmä ložiskom Dúbrava (Chovan, 1990), a ďalšími (Bláha a Vitásek, 1989; Pouba a Vejnar, 1955; Hak, 1966).

Vývoj mineralizácie ložiska Magurka je podobný ako ložiska Dúbrava, ale magurské žily okrem najstaršieho, „neviditeľného" Au v arzenopyrite obsahujú významnú kremenno-zlatú parageneticku asociáciu, ktorá sa zistila aj na niektorých ďalších ložiskách Sb-Au typu v Nízkych Tatrách (Dve vody, Mlynná dolina, Boca a i.).

Mineralizácia vznikala v niekoľkých štádiách. V prvom vznikali zóny intenzívneho prekremenenia s impregnáciami zlatonosného arzenopyritu, ktorý vytvára drobné alotriomorfné a hypidiomorfné kryštály. Druhé štádium bolo najvýznamnejším nositeľom Au. Au vystupuje vo forme hrudkovitých a plieškovitých zlatiniek vrastených do kremeňa zvyčajne veľkých do 1 mm. Z ostatných minerálov sa niekedy vyskytuje arzenopyrit a pyrit. V treťom štádiu vznikali dve minerálne paragenézy. V staršej kremenno-karbonátovej žilovine vystupuje pyrit, sfalerit, galenit, bournonit a Pb-Sb sulfosoli s vyšším obsahom Pb (boulangerit), v mladšej je dominantný antimonit a Pb-Sb sulfosoli s nízkym obsahom Pb (zinckenit). V tomto štádiu vznikala aj malá časť Au nižšej rýdzosti. Pravdepodobne mladšie je tetraedritové štádium s chalkopyritom, chalkostibitom, pyritom a sfaleritom, v ktorom sa tiež ojedinele zistilo Au s vyšším obsahom Ag. Tetraedrit je

striebronosný. Samostatné postavenie má tetraedritová mineralizácia (odlišné chemické zloženie tetraedritu) v oblasti Striebornice, ako aj najmladšia hematitová mineralizácia. Arzenopyritová, zlatá ako aj sulfosoľovo-antimonitová a tetraedritová mineralizácia sa pokladá za hercýnsku, pričom je prevdepodobná remobilizácia najmä antimonitovej mineralizácie v rámci alpínskeho metalogenetického cyklu (Slavkay a Chovan, 1995). Hematitová mineralizácia v oblasti Magurky je potriasová.

Au má väčšinou vysokú rýdzosť (950). Prímes Ag je charakteristická pre zriedkavejšie sa vyskytujúce zlatinky z mladších parageneticky asociácií so sulfidmi. Chemické zloženie a homogennosť zlatiniek sa transportom v riečnej sieti nemení. Väčšina zlatiniek má rozmery pod 0,2 mm.

Poďakovanie. Ďakujeme doc. RNDr. J. Turanovi, CSc., RNDr. J. Ševcovi, CSc., J. Chudému, L. Osvaldovi a RNDr. Stankovičovi za pomoc pri laboratórnych prácach. Za poskytnutie archívnych vzoriek sme vďační prof. RNDr. Z. Poubovi z Ústavu geochémie, mineralógie a nerastných zdrojov PF UK Praha, RNDr. M. Raganovi, CSc. zo SAV Banská Bystrica a Banskému múzeu v Banskej Štiavnici. Práca bola financovaná z úlohy Geologického prieskumu, š. p., Haldy, skládky, odkaliská, ako aj z grantovej úlohy GAV č. 2/123/92.

Literatúra

Bergfest, A. 1952: Dejiny baníctva na Magurke. *Manuskript - Štátny banský archív, Banská Štiavnica.*

Bláha, M. & Vitásek, A. 1989: Niektoré nové poznatky z ložiska W-Au rúd Jasenie v Nízkych Tatrách. *Zb. Scheelitová mineralizácia v Československu. Banská Bystrica, 48 - 53.*

Cambel, B., Kráľ, J. & Burchart, J. 1990: Izotopová geochronológia kryštalinika Západných Karpát. *Veda, Bratislava, 184.*

Hak, J. 1966: Mineralogie a geochemie nízkotatranských antimonitových ložisek. *Sbor. geol. Věd, Technol. Geochem., 7, 71 - 144.*

Hašlar, O. 1956: Výskyt bournonitu na ložisku Magurka v Nízkych Tatrách. *Čas. Mineral. Geol., 1, 4, 369 - 371.*

Chovan, M. 1990: Mineralogical - paragenetical relations of the Dúbrava deposit and their significance for metallogenesis of the Nízke Tatry Mts. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 45, 89 - 101.*

Chovan, M., Ragan, M., Spišiak, J., Pitoňák, P., Hojstričová, M. & Hurai, V. 1990: Mineralógia, geochémia, petrológia žilníkovo-impregnačného a žilného typu mineralizácie na úseku Dúbrava - Ľubelská. [Záverečná správa.] *Manuskript - KMaP PriF UK, Bratislava, 349.*

Chovan, M., Háber, M., Jeleň, S. & Rojkovič, I. (Eds.), 1994: Ore Textures in the Western Carpathians. *S.A.P., Bratislava, 219.*

Chovan, M., Slavkay, M. & Michálek, J. 1994: Ore mineralization of the Nízke Tatry Mts., Western Carpathians. *In: Grecula, P. & Németh, Z. (Eds.): Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt. Abstracts and excursion guide. Stará Lesná, 31.*

Koděra, M. (Ed.). 1990: Topografická mineralógia Slovenska, 2. *SAV, Bratislava, 897 - 903.*

Koutek, J. & Pouba, Z. 1957: Přehled geologických poměru rudního ložiska Magurka v Nízkých Tatrách. *Sborník k 80-tinám akad. Slavíka. ČSAV, Praha, 169 - 196.*

Kravjanský, I. 1955: Záverečná správa Magurka-Sb, Au so stavom k 1.1.1955. *Manuskript - Geofond, Bratislava.*

Kravjanský, G., Knésl, J. & Matová, V. 1986: Regionálna geochémia Západných Karpát (časť Nízke Tatry). *Manuskript - archív Geofond - 75830/286, Bratislava, 106.*

Lukáčik, E. 1981: Petrológia granitov - granodioritov prašivského plutónu. *Západ. Karpaty, Sér. Min. Petr. Geoch. Metalog. 8, 121 - 142.*

Maheľ, M. 1986: Geologická stavba Západných Karpát. Paleoalpínske jednotky. *Veda, Bratislava, 432 - 436.*

Meier, R. 1868: Der Gold und Antimon - Bergbau von Magurka. *Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien.) Bd. XVIII, 2, 257 - 268.*

Pouba, Z. & Vejnar, Z. 1955: Polymetalické rudní žíly u Jasenie v Nízkych Tatrách. *Sbor. Ústř. Úst. geol., Odd. geol., 22, 485 - 556.*

Ralbovský, E. 1973: Mineralogicko-geochemický výskum nízkotermálnej Sb mineralizácie Nízkych Tatier. *Manuskript - archív GÚDŠ, Bratislava.*

Ralbovský, E. 1976: Ďalšie výskyty chalkostibitu v severozápadnej časti Nízkych Tatier. *Mineralia slov., 8, 273 - 278.*

Slavkay, M. & Chovan, M. 1995: A review of metallic ore mineralization of the Nízke Tatry Mts. *Mineralia slov. (in press).*

Ore mineralization Sb-Au (As-Pb) at the Magurka deposit, Nízke Tatry Mts.

The deposit Magurka is located to the north from the main mountain range of the Nízke Tatry Mts., above the settlement Magurka, about 20 km SE from the city of Ružomberok. Many old dumps, adits and traces after ancient goldpanning witness about intensive mining activity in the past. During its flourishing period (1782 - 1867) Magurka was one of the largest Sb-Au deposits in Europe (Koděra ed., 1990), exploited by many adits (Fig. 1).

The deposit Magurka is hosted by granitoid rocks represented by biotite granodiorite to tonalite (type Ďumbier) and granodiorite to granite (type Prašivá) with transition to leucocratic granites, aplitic granites, aplites and pegmatites at the locality Močidlo. Radiometric ages of granitoid rocks (Rb/Sr) are 368 ± 22 Ma (Cambel et al., 1990). Small occurrences of rocks of dioritic composition are known from the vicinity of the deposit. Mesozoic paraautochtonous group of Červená Magura and subtatric nappes outcrop to the north and west from the deposit. Triassic sediments were folded into granitoid rocks during Alpine tectonic events (Fig. 2).

The vein system is composed of parallel veins with E - W strike dipping to S, thickness of veins is changing from several cm to several m, with average about 0.5 m. Veins with N - S strike are less common. Length of the vein system is about 4 km, vertical extent verified in mine works about 300 m.

Mineralization was formed during several phases: the first one is characterized by zones of intensive silicification with impregnations of gold-bearing arsenopyrite. It forms minute an- to subhedral crystals. The second phase is the most important carrier of gold. Gold is usually found as isometric and flaky grains up to 1 mm large in quartz (Figs. 5, 6, 7), with occasional arsenopyrite and pyrite. Fineness of gold is high, mostly 950 (Tables 2, 3, Fig. 8). The third phase includes two mineral paragenesis. The older one, where quartz-carbonate gangue hosts pyrite, sphalerite, galena, bournonite and Pb-Sb sulfosalts with higher Pb content (boulangerite), while the younger one is dominated by stibnite and Pb-Sb sulphosalts with lower Pb content (zinckenite) (Table 1). Small part of gold is coming from this phase. It has lower fineness (about 890) caused by increased content of Ag (up to 10 wt. %) and seldomly also Hg (to 2.7 wt. %). Probably still younger is the tetrahedrite phase with silver-bearing tetrahedrite, chalcopyrite, chalcostibite, pyrite, sphalerite and rare gold with low fineness. Tetrahedrite mineralization in the vicinity of Striebornica is standing independently because of different chemical composition of tetrahedrite.

Secondary minerals - stibioconite, cervantite and bindheimite, limonite - are common on the dumps. Azurite and brochantite are found on the dumps of the tetrahedrite mineralization.

Alluvial sediments below the deposit served as gold placers. Neither chemical composition nor homogeneity of gold flakes changes during transport in water streams. The size of gold flakes is usually less than 0.2 mm.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 407 - 411

Biologicko-chemické lúhovanie tetraedritu

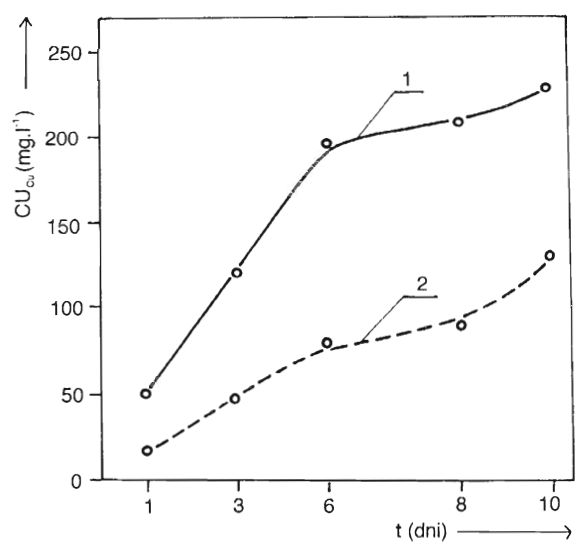
MÁRIA KUŠNIEROVÁ
Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice

(Doručené 12.6.1995)

Biological leaching of tetrahedrite

Biochemical processes in the acid medium with the presence of Thiobacillus ferrooxidans initiate a gradual decomposition of sulphide form of tetrahedrite and formation of new mineral structures on the basis of oxides, sulphates, carbonates and secondary sulphides. In the first phase of biotransformation process the oxidation is dominant and cause that the copper is extracted into the solution. The kinetics of copper extraction is influenced, besides others, by particle size and qualitative and quantitative parameters of the used bacterial culture. The biooxidation process that causes structure decomposition positively influence silver extraction, while silver is closed in the tetrahedrite structure as a result of isomorphism.

Tetraedrit je po chalkopyrite druhým hlavným minerálom Cu a obidva minerály sa v paragenézach spravidla sprevádzajú. Tetraedrit je polykomponentný sulfid vytvárajúci izomorfný rad minerálov, ktorého krajnými členmi sú tetraedrit $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ s teoretickým zložením Cu 45,77 %, Sb 29,22 %, S 25,01 % a tennantit $Cu_{12}As_4S_{13}$ s teoretickým zložením Cu 51,57 %, As 20,26 % a S 28,17 % (Kuplikov a Zuev, 1978). V rámci izomorfie do štruktúry môže vstupovať na pozíciu medi Zn, Fe, Ag, Hg, Ni a Co, na pozíciu antimónu Bi a síra môže byť v nepatrnom množstve zastúpená Se a Te. Vo forme izomorfnej prímesi sa v tetraedrite môže nachádzať aj Ge, Cd, Ga a In (Šalát a Ončáková, 1966).



Obr. 1. Priebeh biologicko-chemickej (krivka 1) a chemickej extrakcie Cu (krivka 2 - bez baktérií).

Fig. 1. The course of biochemical (curve 1) and chemical (curve 2 - control experiment without bacteria! extraction of copper).

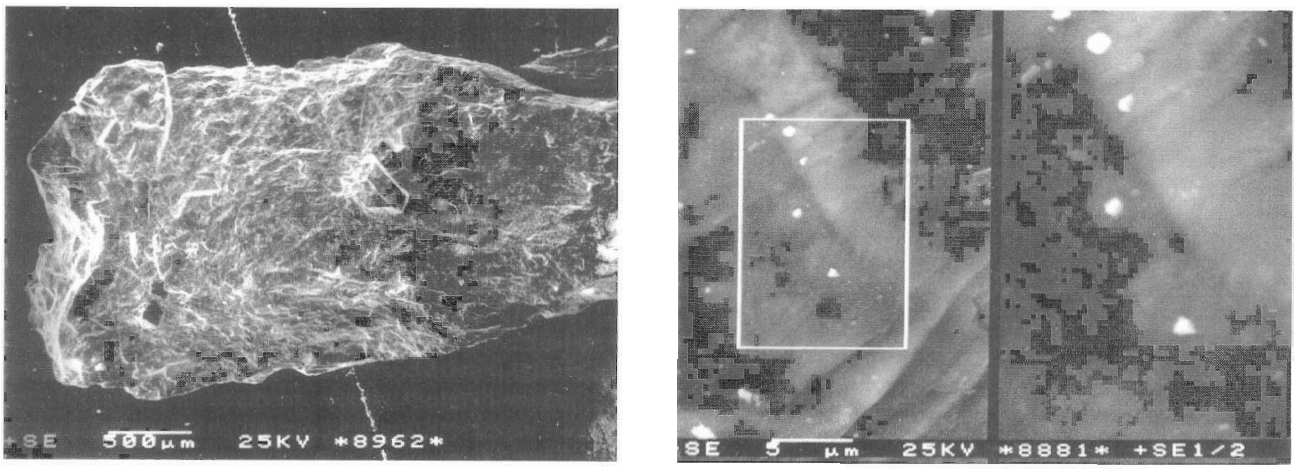
Tetraedrit v porovnaní s chalkopyritom vytvára zriedkavejšie monominerálne ložiská. Jedným z unikátnych tetraedritových ložísk je aj rožňavské ložisko (Slovensko), v ktorom sa vyskytuje tetraedrit s obsahom Ag do 1 %.

Rovnako ako je zložitý a variabilný chemizmus tetraedritu, je zložitá aj jeho štruktúra, od ktorej sa v podstate odvíja aj zložitosť jeho spracovania. Všetky zložky tetraedritu (okrem As) môžu mať v súčasnosti aj priemyselný význam, a preto sa technológii komplexného využitia tejto suroviny venuje systematická pozornosť. Dnes sú známe postupy termického, hydrometalurgického a mechanicko-chemického spracovania tetraedritových koncentrátov (Imriš et al., 1980; Havlík et al., 1981; Bumbálek et al., 1978; Baláž et al., 1994). Faktom je, že doposiaľ nebola doriešená definitívna technológia spracovania rožňavských koncentrátov, aj keď postupy MELT(6) v kombinácii s postupmi vyvinutými firmou SUNSHINE dávajú preto reálny predpoklad. Jednou z alternatív selektívnej extrakcie by mohol byť aj biologicko-chemický proces, ktorý možno označiť aj ako environmentálny. Čiastočne je známy z prírodných zvetrávacích - transformačných procesov iniciovaných alebo katalyzovaných in situ bioenergiou metabolických procesov chemolitotrofných mikrobiálnych kultúr.

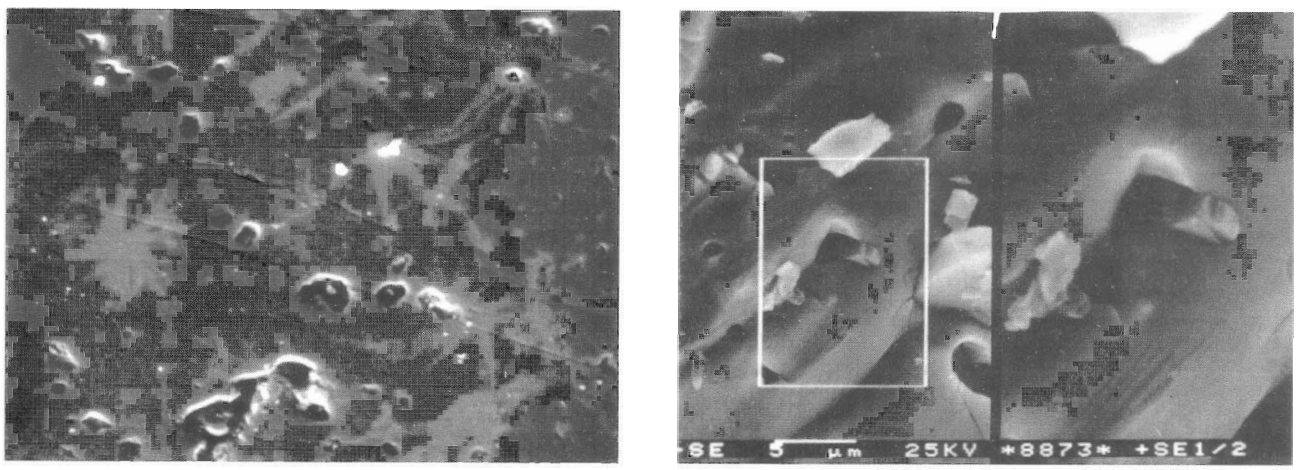
Materiál a metódy

Experimenty sa vykonali so vzorkami tetraedritu z Rožňavy. Skúmané vzorky boli vo forme nábrusov, separovaných zŕn a priemyselného flotačného koncentrátu.

V kontrolných chemoextrakčných experimentoch sa aplikovalo extrakčné médium na báze kvapalnej živnej pôdy podľa Silvermana a Lundgrena (1959) 9K, časť A s počiatočnou hodnotou pH 1,5.



Obr. 2a, b. Morfológia pôvodného povrchu tetraedritu.
Fig. 2a, b. Morphology of the original surface of tetrahedrite.



Obr. 3a, b. Morfologické zmeny povrchu tetraedritu po jednom (a) a po 15(b) dňoch biooxidácie. Zväčšenie: a) 1000 x.
Fig. 3a, b. Morphological changes of tetrahedrite surface after 1 (a) and 15 (b) days of biooxidation. Enlargement: a) 1000x.

V experimentoch biologicko-chemickej extrakcie sa kvapalné živné médium doplnilo bunkami baktérií Thiobacillus ferrooxidans alebo Thiobacillus thiooxidans. Použité mikrobiálne kultúry boli izolované z banskej vody slovenských sulfidných ložísk vrátane Rožňavy.

Dynamické podmienky a prístup O v experimentoch sa zabezpečil miešaním na laboratórnej trepačke s amplitúdou 5 mm pri 240 otáčkach za minútu v miestnosti s teplotou 30 °C.

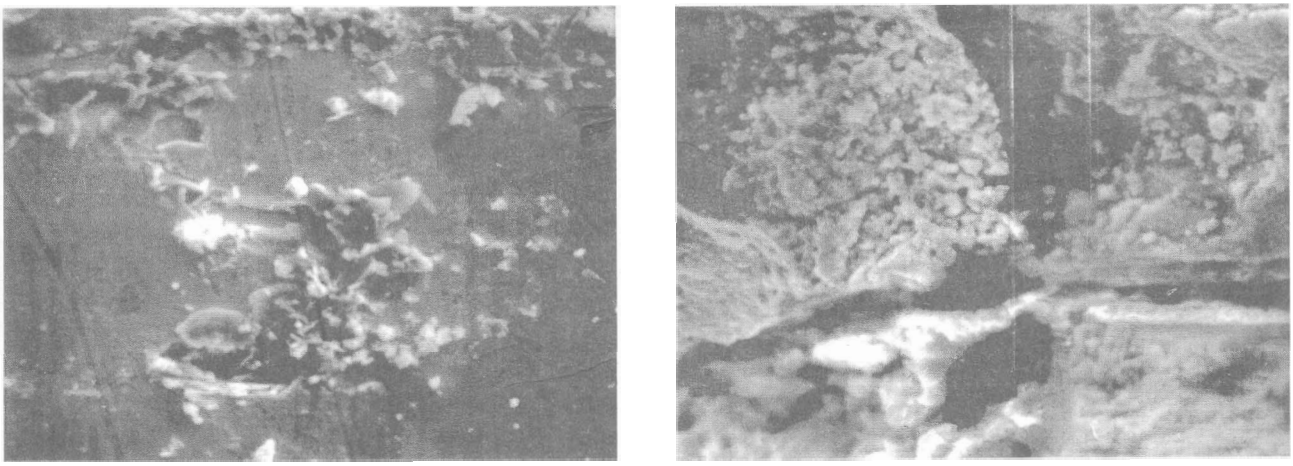
Experimenty boli diskontinuálne, bez priebežnej úpravy podmienok biooxidácie.

Zmeny pevnej fázy po biologicko-chemických procesoch sa sledovali metódou rtg difrakcie, IČ spektroskopie, energiovodisperznej analýzy (EDAX), rastrovacej elektrónovej mikroskopie a klasickými chemickými analýzami s využitím AAS.

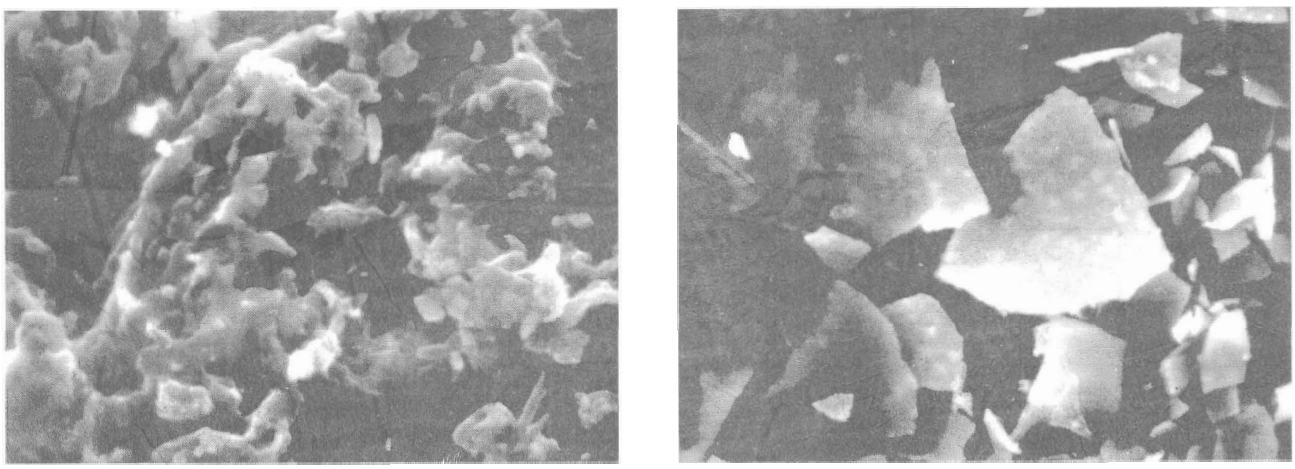
Výsledky

Biologicko-chemická oxidácia tetraedritu sa sledovala jednak z hľadiska povahy procesu a jednak z hľadiska kinetiky a selekcie extrakcie Cu. Z výsledkov na obr. 1 je zrejmé, že prítomnosť baktérií oxidáciu tetraedritu katalyzuje. Keďže aj v kontrolnom experimente chemickej extrakcie (bez baktérií) dochádzalo k extrakcii Cu, možno predpokladať, že proces oxidácie má zmiešaný charakter, čo znamená, že sa na ňom zúčastňujú deje vyvolané priamou adhéziou buniek na povrch minerálu a aj deje nepriamej biologicko-chemickej oxidácie vyvolané metabolitmi baktérií Thiobacillus ferrooxidans, ktorými sú $Fe_2(SO_4)_3$ a H_2SO_4.

Zaujímavú výpoveď o priebehu biologicko-chemickej oxidácie poskytujú výsledky štúdia morfologických zmien pôvodného povrchu minerálu (obr. 2, 3, 4, 5). V prvej fáze - zodpovedajúcej jednému až piatim dňom oxidácie - vznikajú na povrchu leptacie plochy koncentrického nepravidelného tvaru (obr. 3a), prednostne okolo makrodefektov štruktúry (trhlín). Po 15 dňoch biooxidácie sa aj na zdanlivo hladkých plochách tvoria leptacie diery - kaverny (obr. 3b). Po 30 dňoch biolúhovania sa zaznamenal značný objemový úbytok (cca 50 %) tetraedritového zrna a jeho povrch pokryli sekundárne produkty (obr. 4, 5).



Obr. 4a, b. Morfologické zmeny povrchu tetraedritu po 30 dňoch biooxidácie. Zväčšenie: a) 1000 x, b) 1530 x.
Fig. 4a, b. Morphological changes of tetrahedrite surface after 30 days of biooxidation. Elargement: a) 1000x, b) 1530x.



Obr. 5a, b. Morfologické zmeny povrchu tetraedritu po 50 dňoch biooxidácie. Zväčšenie: a) 4900 x , b) 1520 x.
Fig. 5a, b. Morphological changes of tetrahedrite surface after 50 days of biooxidation. Elargement: a) 4900x, b) 1520x.

Priamym dôsledkom biologicko-chemického oxidačného procesu je porušenie kryštalickej mriežky tetraedritu, ktoré v dlhšom časovom intervale dospieva do štádia úplného rozkladu štruktúry a jej transformácie na nové minerálne zlúčeniny. Po 50 dňoch tetraedrit úplne zanikol a identifikovali sa zlúčeniny charakteristické pre zóny sekundárneho obohatenia vznikajúce v prírode zvetrávaním sulfidných ložísk, ako je chalkocit Cu_2S a malachit $Cu(CO_3)$, $(OH)_2$. Okrem týchto minerálov sa identifikovali sekundárne vzniknuté štruktúry stefanitu (Ag_5SbS_4), antimonitu (Sb_2S_3) a bizmutitu (Bi_2S_3). Ale prevažnú časť transformovaného materiálu tvoria jarositové štruktúry KFe_3 (SO_4) $(OH)_6$ (obr. 5). V istých fázach biooxidácie sa na povrchu zistil zvýšený obsah S (44 %), ktorý pravdepodobne zodpovedá povlaku elementárnej S (Baláž et al., 1991) ako jednému z produktov oxidácie, ktorý až do jeho odbúrania blokuje ďalší priebeh biooxidácie.

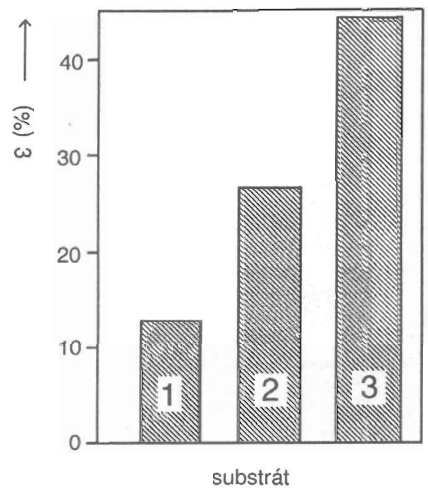
Pri biooxidácii sa do roztoku extrahovala Cu, Fe a As. Pri riadenej, kontinuálnej biologicko-chemickej oxidácii možno dosiahnuť selektívne odlúhovanie Cu z tetraedritu s vylúčením vzniku jej sekundárnych štruktúr.

V kinetike biologicko-chemického lúhovania tetraedritu má významnú úlohu niekoľko činiteľov aj pri vytvorení optimálnych existenčných podmienok pre mikroorganizmy. Najzávažnejšia je kvalita a stav mikrobiálnej kultúry, čo potvrdzuje aj tab. 1.

Tab. 1
Porovnanie rýchlostí extrakcie Cu pri aplikácii rôznych kmeňov TF
Comparison of the copper extraction rate by the ussing of different strain TF

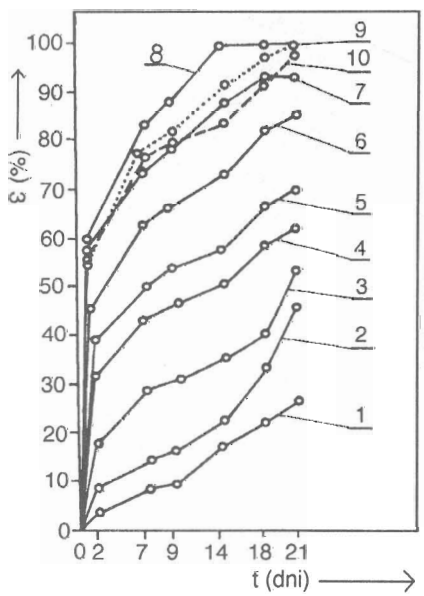
Kmeň	Priem. rýchlosť extrakcie (za 10 dní) $mg.l^{-1}.h^{-1}$
TF1 pôvodný	15,2
TF2 pôvodný	13,0
TF3 pôvodný	20,8
TF4 pôvodný	50,0
TF5 adaptovaný (TF3)	55,1

Medzi testovanými zbierkovými kmeňmi sa zistil až 74 % rozdiel v priemernej rýchlosti. Najvyššia rýchlosť extrakcie bola pri kmeni TF4, izolovanom z ložiska Rožňava symbioticky spätom s lúhovaným sub-



Obr. 6. Vplyv technológie úpravy lúhovaného tetraedritového substrátu na výťažnosť Cu v procese biolúhovania. 1 - priemyselný koncentrát, 2 - laboratórne pripravený flotačný koncentrát, 3 - ručne separovaný tetraedrit.

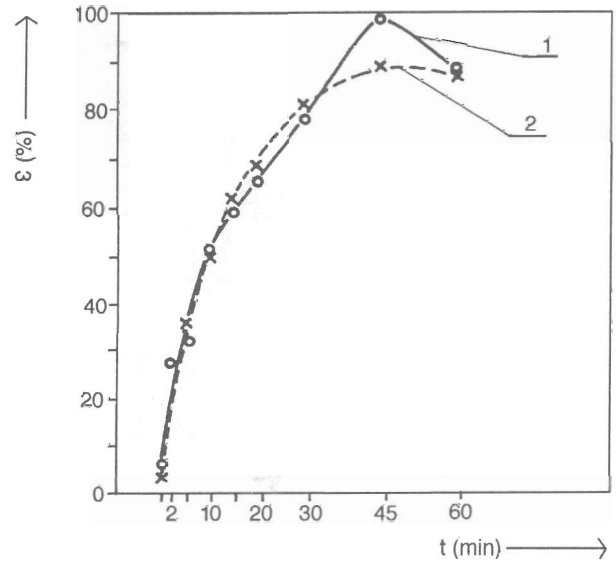
Fig. 6. The influence of processing technology of the leaching tetrahedrite substrate on the copper recovery in the process of bioleaching. 1 - industrial flotation tetrahedrite concentrate, 2 - laboratory flotation tetrahedrite concentrate, 3 - hand separation of tetrahedrite.



Obr. 7. Vplyv mechanickej aktivácie tetraedritovo-chalkopyritového koncentrátu na výťažnosť Cu pri biolúhovaní. Čas mechanickej aktivácie (min). 1 - bez, 2 - 2, 3 - 5, 4 - 10, 5 - 15, 6 - 20, 7 - 30, 8 - 45, 9 - 60, 10 - 90.

Fig. 7. The influence of mechanical activation of tetrahedrite-chalcopyrite concentrate on the copper recovery in the process of bioleaching. Time of mechanical activation. 1 - 0, 2 - 2, 3 - 5, 4 - 10, 5 - 15, 6 - 20, 7 - 30, 8 - 45, 9 - 60, 10 - 90 minutes.

strátom. Prirodzené primárne oxidačné schopnosti bakteriálnych kmeňov možno ovplyvniť metódami fyziologickej adaptácie na lúhovanom substráte. Vyplýva to z porovnania priemernej rýchlosti extrakcie



Obr. 8. Porovnanie vplyvu mechanickej aktivácie biologicko-chemickej (krivka 1) a chemickej (krivka 2) extrakcie Cu z mechanicky aktivovanej vzorky (60 min.).

Fig. 8. The comparison of the influence of mechanical activation (60 minutes) on biochemical (curve 1) and chemical (curve 2) copper extraction.

kmeňa TF3 a TF5, kde sa v dôsledku fyziologickej adaptácie dosiahlo 2,6-násobné zvýšenie rýchlosti extrakcie Cu.

Výrazné zlepšenie kinetiky bioextrakcie Cu by bolo možno dosiahnuť v kontinuálne riadenom procese, kde by sa zabránilo vzniku sekundárnych zlúčenín (S^0, jarosit), ktoré sa adherujú na povrch častíc a tým blokujú proces extrakcie Cu v určitých časových intervaloch, ale, ako to ukázalo štúdium biotransformačného procesu tetraedritu v uzavretom vsádzkovom cykle, aj definitívne.

Ďalším významným činiteľom ovplyvňujúcim kinetiku extrakcie Cu môže byť kvalita, stav a technologická história lúhovaného substrátu. Z porovnania výťažnosti Cu do výluhu pri biolúhovaní tetraedritovo-chalkopyritových substrátov počas 35 dní (obr. 6) vyplynulo, že sa najvyšší stupeň extrakcie Cu (44,5 %) dosiahol pri vzorke ručne separovaného tetraedritu (substrát 3), ktorého povrch nekontaminovali chemické reagencie. Nižšia výťažnosť (26,6 %) bola pri flotačnom koncentráte (substrát 2) pripravenom v laboratórnych podmienkach pri aplikácii minimálnych dávok flotačných reagencií. Najnižší stupeň extrakcie (13 %) sa dosiahol pri vzorke priemyselného flotačného koncentrátu (substrát 1). Negatívny vplyv flotačných reagencií na biolúhovanie sulfidných substrátov potvrdili aj práce Polkina a Adanova (1982) aj keď, ako ukázali výskumy, tento vplyv možno eliminovať voľným skladovaním koncentrátu niekoľko mesiacov, keď zrejme nastane rozklad flotačných reagencií inhibujúcich činnosť a aktivitu baktérií (Polkin a Adanov, 1982).

Štúdium možností zlepšiť kinetiku biologicko-che-

mickej extrakcie Cu z tetraedritovo-chalkopyritového koncentrátu bolo zamerané aj na vplyv fyzikálno-mechanickej zmeny substrátu mletím, ktoré možno charakterizovať zmenšením stredného priemeru lúhovaných častíc a zväčšením styčného povrchu. Z porovnania výsledkov na obr. 7 je zrejmé, že sa mechanickou aktiváciou dosiahlo zvýšenie výťažnosti Cu do roztoku o 83,2 %. Zároveň treba konštatovať, že pri vzorkách aktivovaných mechanicky už nejde o biologicko-chemickú extrakciu Cu, ale o chemickú extrakciu, čo potvrdzujú výsledky kontrolných testov (obr. 8). Biokatalýza sa v rozsahu 57 % zvýšenia výťažnosti prejavila iba pri pôvodnom mechanickom neaktivovanom substráte.

Záver

Výsledky experimentov umožňujú konštatovať, že:

- V dôsledku biologicko-chemických oxidačných procesov sa štruktúra tetraedritu postupne porušuje až úplne zaniká. V neriadenom uzavretom štvorzložkovom systéme potom vznikajú nové minerálne štruktúry chalkocitu, malachitu, stefanitu, antimonitu, bizmutitu a jarositu.
- Biokatalytický účinok extrakcie Cu z tetraedritu závisí od prirodzených aj umelo vyvolaných kvalitatívnych parametrov použitej bakteriálnej kultúry.
- Pri extrakcii Cu z mechanicky aktivovaných tetraedritovo-chalkopyritových substrátov sa prednostne uplatňuje chemický proces a biokatalitický účinok TF sa v tomto systéme neprejavuje.

Poďakovanie. Autorka ďakuje Slovenskej grantovej agentúre pre vedu za podporu GU-138, v rámci ktorej bola prezentovaná práca realizovaná.

Literatúra

Baláž, P., Kammel, R. & Achimovičová, M. 1994: Mechanochemical treatment of terahedrite as a new ecological non-polution way of metals recovery. *Metall, 48, 217 - 220.*

Baláž, P., Špaldoň, F., Paholič, G., Bastl, Z., Havlík, T. & Briančin, J. 1991: Feasibility of a Tiobacillus ferrooxidans bacterial leaching of a chemically preleached by chalkopyrite. *Int. J. Mineral Processing, 32, 113 - 146.*

Bumbálek, V., Černák, K. & Horák, V. 1978: Komplexné zpracování čs. tetraedritových surovín. *In: Zbor. Hornícka Příbram ve věde a technice. sekce: Chemické metódy získavaní kovu, 183.*

Havlík, T., Škrobian, M. & Dudáš, D. 1981: Hutnícke listy. *XLVI, 76.*

Imriš, I., Komorová, Ľ. & Sehnálek, F. 1980: Complex tetrahedríte concentrates from Slovakia. In: Conferencie Complex sulphide ores. *Institute of mining and Metallurgy. Rom, 63.*

Kuplikov, B. F. & Zuev, V. V. 1978: Mineralogičeskij spravočnik. *Nedra, Leningrad, 88.*

Polkin, S. J. & Adanov, V. V. 1982: Technologia bakteriaľnovo vyščelačivania cvetnych i redkich metalov. *Moskva, Nedra.*

Silverman, M. P. & Lundgren, D. C. 1959: *J. Bacteriál, 77, 642.*

Šalát, J. & Ončáková, N. 1966: Mineralógia II. *SVTL, Bratislava.*

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 412 - 416

Štruktúrna, mineralogická a litostratigrafická charakteristika Striebornej žily v rožňavskom rudnom poli

TIBOR SASVÁRI[1], ĽUBOSLAV MAŤO[2] a MICHAL ZACHAROV[1]

[1]Katedra geológie a mineralógie, Fakulta BERG Technickej univerzity, Park Komenského 15, 043 84 Košice
[2]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

(Prednesené na 1. zjazde Slovenskej geologickej spoločnosti 13. - 14.9.1995)

Structural, mineralogic and lithostratigraphic characteristic of the Strieborná vein, Rožňava ore field

Eastern part of the Rožňava ore field is represented by the argentiferous quartz-siderite-sulphide Strieborná vein which is hosted by polydeformed and polymetamorphosed volcano-sedimentary sequences of Lower Paleozoic age. The ore-structural development of this domain has been determined by the formation of mineralized structures, and these were formed during the deformation events D_{MIN}^{I-II} which are represented by a few successive tectonic substages immediately in relation to the polyphase mineralizing periodes. The polyphase ore-forming process of epigenetic mineralization of the Strieborná vein has been represented by the successive mineralizing events, during which a few paragenetic assemblages of sulphides and sulphosalts have deposited.

Všeobecné údaje o rudnom poli

Rudné pole Rožňava - Turecká leží v južnej časti výraznej klenbovito-antiklinoriálnej elevácie Spišsko-gemerského rudohoria na SZ a SV od Rožňavy a vytvára pruh v smere V-Z v dĺžke 12 km a šírke 4 km.

Vrtným prieskumom z 13. obzoru žily Mária sa roku 1981 zistila Strieborná žila, ktorá má podobný generálny smer na SV, smernú dĺžku cca 1800 m, variabilný sklon 50 - 70° na SZ, resp. JV a hĺbkový priebeh cca 750 m. Charakterizuje ju veľmi komplikovaný a nepravidelný vývoj v horizontálnom aj vertikálnom priebehu, ktorý je výsledkom viacnásobných tektonických udalostí. Žila má priemernú hrúbku 2 m, vertikálne a horizontálne je budinovaná, posúvaná a vrásnená. V smere sa v nej striedajú úseky s rozdielnou koncentráciou zrudnenia a vytvárajú rudné stĺpy.

Litostratigrafické pomery

Východnú časť rožňavského rudného poľa, v ktorom je Strieborná žila, tvoria horninové komplexy gelnickej skupiny. Túto skupinu zastupuje súvrstvie Bystrého potoka - vrchný silúr (Snopková a Snopko, 1979), v hlbších častiach ložiskového územia a v jeho nadloží drnavské súvrstvie - vrchný devón, reprezentujúce najmladšiu litostratigrafickú jednotku gelnickej skupiny.

Podľa zastúpenia litologických typov hornín možno ložiskové územie charakterizovať dvoma komplexmi hornín. Ide o komplex vulkanogénnych hornín, prevažne kyslé metapyroklastiká paleoryolitového zloženia - kremenné keratofýry, ktorý sa smerom na JV ponára pod komplex pelitícko-aleuritícko-psamitických metaklastík - sericitické fylity, kvarcitické fylity, metapsamity kremenného zloženia, sericitické kvarcity a mikrokonglomeráty (Mesarčík et al., 1991).

Na posúdenie komplexného vývoja Striebornej žily, najmä tektonickej stavby jej okolia, sa vykonal doplnkový litostratigrafický výskum horninových komplexov v istých častiach spájacích prekopov medzi žilou Mária a Striebornou žilou na úrovni 8. a 10. obzoru. Podľa neho je ložiskové územie medzi týmito obzormi tvorené vulkanosedimentárnym komplexom hornín, ktorý intenzívne tektonicky prepracovala zlomová i vrásová tektonika.

Spodná časť komplexu vystupuje na 10. obzore v spájacom prekope medzi meračskými bodmi 10102 - 10315. Tvoria ju sivé až sivozelené očkovité metavulkanity - hruboporfyrické metaryolity, resp. ich tuf. Hranice s okolitými nadložnými súbormi hornín sú výrazne tektonizované a možno konštatovať, že metavulkanity pravdepodobne vystupujú v relatívne vyzdvihnutom bloku z podložia, kde vytvárajú súvislý horizont klesajúci generálne na JV. Viaceré príznaky, sporadicky zachované najmä pri meračskom bode 10315 (polohy vzájomne sa striedajúcich metavulkanitov a metaklastík, resp. polohy s premiešaným materiálom), svedčia o tom, že pôvodný styk metavulkanitov a nadložných súborov hornín bol asi postupný a pozvoľný. V zmysle charakteristiky gelnickej skupiny (Bajaník et al., 1983) zaraďujeme tieto metavulkanity medzi vrchné členy súvrstvia Bystrého potoka.

Pre komplex hornín v nadloží očkovitých metavulkanitov od 10. po 8. obzor sú charakteristické dve skupiny hornín. Prvú reprezentujú metaklastiká zastúpené tmavými kremennými fylitmi a jemnozrnnými seritickými fylitmi, laminovaným sivým až sivozeleným metapieskovcom (kvarcitom) s prevahou kyslého vulkanogénneho materiálu. Sporadicky sa vyskytujú aj polohy jemnozrnných konglomerátov (mikrokonglomerátov) vytvárajúcich

cm-dm polohy. Druhú skupinu reprezentujú sivé až sivozelené jemnozrnné kyslé metavulkanity vzniknuté pravdepodobne z popolového tufu (Faryad, osobná informácia, 1995). Makroskopicky sa veľmi podobajú metapieskovcom (kvarcitom), s ktorými sa často zamieňajú.

Skupina metaklastík tvorí podstatnú zložku horninového komplexu medzi 10. a 8. obzorom a vyskytujú sa v nej nepravidelné polohy jemnozrnných metavulkanitov.

Z hľadiska rozmiestnenia uvedených typov hornín možno od bázy komplexu smerom do nadložia pozorovať postupný prechod od pôvodných fácií piesčitých sedimentov s polohami konglomerátov (mikrokonglomerátov) k aleuriticko-pelitickým fáciám. Vzťahy medzi fáciami metaklastík značne zastrela metamorfóza, a najmä intenzívne tektonické prepracovanie komplexu. Napriek tomu možno konštatovať, že sa fácie metaklastík vertikálne aj laterálne striedajú, navzájom nahrádzajú a prechod medzi nimi nie je ostrý. Väčšinu ostrých, kontrastných hraníc hornín vždy sprevádza výrazne tektonicky prepracovaná zóna.

Jemnozrnné metavulkanity sa vyskytujú pomerne nepravidelne v polohách dm-m nepravej hrúbky. Častejšie sú v bazálnych častiach komplexu a smerom do nadložia sa približne v oblasti prechodu metaklastík z piesčitých do aleuriticko-pelitických fácií postupne vytrácajú. Súvislejšie pásmo metavulkanitov sa doteraz zistilo iba na úrovni 8. obzoru medzi meračskými bodmi 8216 - 8220.

Celkove možno opísaný komplex charakterizovať ako bazálnu časť vulkanosedimentárneho flyšoidného komplexu, ktorý sa v zmysle predstáv o stavbe tohto územia (Mesarčík et al., 1991) generálne skláňa na JV. Vzhľadom na pozíciu v nadloží metavulkanitov súvrstvia Bystrého potoka ho potom možno zaradiť medzi bazálne vývoje drnavského súvrstvia gelnickej skupiny.

Štruktúrna evolúcia a deformačné udalosti

Východnú časť rožňavského rudného poľa charakterizuje regionálna kliváž najmä smeru SV - JZ. Sideritovo-kremenno-sulfidické hydrotermálne rudné žily sú vyvinuté medzi foliačnými plochami tejto kliváže (S_3).

Sukcesia štruktúrneho vývoja deformačných štádií (D) v Spišsko-gemerskom rudohorí zahŕňa deformačné štádium D_1 hercýnskeho a D_2 - D_4 (D_5) alpínskeho orogénu (Sasvári, 1993).

Deformačné štádium D_3 reprezentuje ponásunové obdobie paleoalpínskeho orogénu, v ktorom predpokladáme pokračovanie komprimácie v smere S - J kolízneho priestoru. Kliváž S_3 vystupuje v Spišsko-gemerskom rudohorí v smere SV - JZ a SZ - JV. Predpokladáme, že ide o zdedené smery anizotropie prekopírované z podsunutých segmentov Českého masívu a východoeurópskej platformy. Vznikli pokračujúcou krustálnou kompresiou popríkrovových deformácií (Jacko a Sasvári, 1990).

Obdobie vývoja mineralizovaných štruktúr označujeme ako D_{Min}. Deformačné štádium D_{Min} Striebornej žily reprezentuje niekoľko navzájom spätých tektonických subštádií a mineralizačných udalostí - períód (Sasvári, 1994).

D_{Min^1} - metasomatický siderit

Relikty metasomatického sideritu v hlavnej hydrotermálnej kremenno-sideritovo-sulfidickej Striebornej žile sa zistili na 9. a 13. obzore. Reprezentujú výplň najstarších štruktúr, ktoré pretínajú žilky s mladším kremeňom III a IV. Metasomatický siderit tvorí žily alebo šošovkovité telesá hrubé 20 - 40 cm a dlhé niekoľko dm až m.

D_{Min^2} - žilné štruktúry vyplnené kremeňom I (Q_1)

Zriedka sa vyskytujúce žilky do 1 cm (230/72°), ktoré vypĺňa stredne zrnitý mliečnobiely kremeň I ± pyrit, reprezentujú iniciálne štádium formovania hydrotermálnej mineralizácie.

D_{Min^3} - budinovanie a intrafoliačné vrásnenie štruktúr s kremeňom II (Q_2)

Mladšie štruktúry, vyplnené jemnozrnným mliečnobielym kremeňom II, sú budinované a majú intrafoliačnú orientáciu. Sú dlhé od 10 do 200 cm.

Zmena orientácie poľa napätia modifikovala v strižnej zóne, subparalelnej s klivážou S_3, budinované žilky vyplnené kremeňom II. Po ich prepracovaní vznikli intrafoliačné vrásy zatvoreného až izoklinálneho typu.

D_{Min^4} - formovanie hydrotermálne žilného sideritu I

Mineralizované štruktúry so sideritom I, primárne orientované do intrafoliačných plôch kliváže S_3, sa pokladajú za najvýznamnejšie.

V rožňavskom rudnom poli prebieha transgemerická strižná zóna, smeru SZ - JV so sinistrálnym vývojom posunu. Sprevádzajú ju deformácie jednoduchého strihu so sprievodnou lineáciou predĺženia a foliáciou. V oblasti sa prejavuje aj strižná zóna smeru SZ - JV typu Rejdová s dextrálnym vývojom posunu. Grecula et al. (1990) predpokladajú ich polyfázový vývoj od vrchnej jury po vrchnú kriedu.

Sinistrálny subhorizontálny posun v rozsahu Striebornej žily dokumentujú lineácie strečingového typu. Trojrozmerná priestorová pozícia foliačných plôch S_3 pripomína vrtuľovitý až vejárovitý tvar.

Napäťová analýza zlomov medzi žilou Mária a Striebornou žilou na 8. obzore potvrdila, že sa zlomy smeru SV - JZ pravdepodobne generovali v transtenznom režime sinistrálnej strižnej zóny. Možno ich pokladať aj za rudolokalizujúce štruktúry (Marko, 1994).

D_{Min^5} - budinovanie sideritových žíl a intrafoliačné vrásnenie tenších sideritových žiliek

Ohriatie prostredia fluidami, z ktorých sa vylúčil hydrotermálny žilný siderit I v predtým jestvujúcom poli napätia s vypočítaným subvertikálnym kompresným napätím σ_1 a so subhorizontálnym extenzným napätím σ_3, spôsobilo budinovanie 5 - 20 cm hrubých intrafoliačných žíl a žiliek sideritu I, a čiastočne aj hlavnej sideritovej Striebornej žily.

Po budináži nasledovalo intrafoliačné prevrásnenie sideritových žíl so vznikom cm, m a väčších vrásových štruktúr. Kliváž osovej roviny týchto vrás je subparalelná s regionálnou foliáciou S_3.

D_{Min^6} - vznik rebríkovitých žíl vyplnených kremeňom III v siderite I a budinovanie a sideritovo-kremenných žíl

Sideritovú výplň hydrotermálnej Striebornej žily porušujú mladšie antitetické kremenné žily, ktoré mali veľmi významnú úlohu ako rudolokalizujúce štruktúry pri neskoršom vylučovaní sulfidickej mineralizácie.

Po čistom porušení sa v monominerálnej sideritovej žile vytvorili zlomy v konjugovanej sieti.

Konjugované štruktúry strižných poklesov boli aktívne aj pri vylučovaní kremeňa Q_3. Fluidá, z ktorých sa postupne vylučoval kremeň, ohriali prostredie sideritovej žily, čím dosiahlo duktilnejší charakter. V štruktúrach konjugovaných poklesov s kremeňovou výplňou nastali duktilné deformácie.

D_{Min^7} - tektonická reaktivizácia hlavnej žily a vylučovanie kremeňa IV (Q_4)

V hlavnej sideritovej žile na mnohých miestach vidieť, že rebríkovité štruktúry majú dve generácie: staršiu vypĺňa kremeň III a mladšiu kremeň IV.

D_{Min^8} - budinovanie hrubších štruktúr s kremenno-sideritovou výplňou

V ložisku je zjavná dezintegrácia sideritovo-kremennej žilnej výplne, ktorá v mnohých prípadoch pripomína roztrhnuté, budinované tvary. Oddialené časti žily prepája silne mylonitizovaná a alterovaná zóna. Lineácia ryhovania pohybu je strmá na plochách smeru SSV - JJZ.

D_{Min^9} - otváranie subvertikálnych štruktúr na styku sideritu I a kremeňa III - IV, alterácia tektonicky prepracovaných zón

V Striebornej žile je niekoľko subvertikálnych štruktúr puklinového typu, ktoré sa viackrát využili na výstup mineralizovaných fluid. Tektonický režim umožnil vznik najmenej troch systémov strmých až subvertikálnych štruktúr. S formovaním subvertikálnych štruktúr viacerých systémov súviselo aj otváranie rozhrania rebríkovitých kremenno-sideritových žíl, ktoré postupne vyplnila aj zvýšená koncentrácia sulfidickej (hlavne tetraedritovej) mineralizácie.

$D_{Min^{10}}$ - reaktivizácia subvertikálnych štruktúr

Nasledujúce tektonické udalosti reaktivovali a opäť otvorili najmä subvertikálne štruktúry puklinového typu. Miestami sa vytvorili až 1 m hrubé zóny a v nich sa formovala vysoká koncentrácia tetraedritovo-sulfidického zrudnenia.

$D_{Min^{11}}$ - rejuvenizácia štruktúr a hypergénna alterácia

Pre záver vývoja Striebornej žily sú charakteristické subhorizontálne a subvertikálne pohyby.

Posuny často tvoria tektonické zrkadlá s lineáciou ryhovania a na nich je rozotretá tetraedritovo-sulfidická mineralizácia. Svedčí to o mladších pohyboch. Ryhovanie v poruchách vyplnených ílom je prevažne subhorizontálne. Subvertikálny pohyb sa zistil len v niektorých prípadoch.

Supergénna alterácia je veľmi rozšírená a intenzívna. Vznikla ako výsledok descendentných roztokov a je vyvinutá v okolí mladých zlomových systémov.

Mineralógia

Polyfázové formovanie epigenetickej hydrotermálnej mineralizácie Striebornej žily reprezentovali postupné mineralizačné udalosti, počas ktorých vznikla pestrá asociácia rudných minerálov.

V smerne a vertikálne sa v Striebornej žile od 8. po 13. obzor zistili: pyrit I - II, arzenopyrit I - II, tetraedrit I - II, chalkopyrit, kobellit, ullmannit, bizmutín, rýdzi Bi, Au, markazit, covellín, pyrotín, magnetit, galenit, sfalerit, jamesonit, boulangerit, gersdorffit, antimonit, bornit a ďalšie bližšie neidentifikované Pb-Sb-Bi-Cu sulfosoli (Maťo, 1994).

Zistené minerály vytvárajú:

1. polyminerálne a monominerálne agregáty zŕn veľké od 0,X mm do X,0 cm (pyrit II, tetraedrit I - II, chalkopyrit, arzenopyrit, kobellit, markazit);
2. xenomorfné a idiomorfné zrná od 2 m do X0,0 mm (pyrit II, arzenopyrit I, tetraedrit I - II, chalkopyrit, kobellit, ullmannit, bizmutín, rýdzi Bi, Au, markazit, pyrotín, magnetit, galenit, sfalerit, antimonit, gersdorffit);
3. polyminerálne a monominerálne žilky hrubé maximálne do X,0 mm (pyrit II, arzenopyrit II, tetraedrit I - II, chalkopyrit, kobellit, markazit, covellín, galenit, sfalerit, jamesonit, bournit, Pb-Sb-Bi-Cu sulfosoli);
4. mikroskopicky veľké inklúzie v samostatných zrnách a agregátoch zŕn (chalkopyrit, kobellit, ullmannit, bizmutín, rýdzi Bi, Au, pyrotín, Pb-Sb-Bi-Cu sulfosoli, jamesonit, boulangerit, gersdorffit).

Distribúcia a obsah minerálov čiastočne varírujú v smernom priebehu Striebornej žily, pričom miestami (najmä medzi koncom a centrom asymetrických budín) sú rozdiely výrazné. Vo vertikálnom smere sú celkove menšie rozdiely.

Zastúpenie minerálov a ich distribúciu v Striebornej žile determinujú formy výskytu mineralizácie. V kremenno-sideritovo-sulfidickej Striebornej žile sa rozlíšili viaceré textúry zrudnenia a formy výskytu - koncentrácie zrudnenia. Rozhodujúcich je týchto päť hlavných foriem:

a) v rozličné hrubých asymetrických kremenných budinách v siderite s variabilným a lokálne zvýšeným obsahom zrudnenia,

b) na kontaktoch kremenných žíl so sideritom, lokálne tiež so zvýšeným obsahom zrudnenia,

c) priamo v stredne až hrubo zrnitom siderite s veľkými rozdielmi v distribúcii a obsahom zrudnenia,

d) na kontaktoch „mikro"asymetrických sideritových budín v sideritovej „mega"šošovke - budinovanej žily s vysokým obsahom zrudnenia,

e) v systéme a okolí reaktivovaných subvertikálnych zlomov s vysokou koncentráciou zrudnenia.

V rámci foriem výskytu zrudnenia sa zistili rozdiely v charaktere, resp. zložení mineralizácie. Sú výsledkom odlišného zastúpenia hlavne mladšej generácie sulfidov a sulfosolí. Z hľadiska tetraedritu je najčistejší výskyt zrudnenia „a" a „b".

Zistené minerálne fázy tvoria v jednotlivých formách výskytov takéto zrudnenie:

1. makroskopicky veľké polyminerálne - monominerálne zhluky agregátov zŕn až masívne akumulácie (hlavne vo forme „d" a „e"),
2. impregnácie a vtrúsené polyminerálne a monominerálne agregáty zŕn veľké až niekoľko mm,
3. žilky, resp. sieť žiliek s polyminerálnou a monominerálnou výplňou hrubé od cca 1 mm až do niekoľko cm,
4. zriedkavé mikroskopicky veľké polyminerálne a monominerálne agregáty, impregnácie a žilky.

Dominantný je typ 1. Je veľmi častý, ale v porovnaní s typom 1 je akumulácia mineralizácie 2. a 3. typu v nižšom podiele.

Celkove možno konštatovať, že v preskúmanom vertikálnom rozsahu od 8. po 13. obzor Striebornej žily sa výraznejšie zmeny v charaktere mineralizácie smerom do hlbších úrovní nespozorovali a nezistil sa ani trend zonálnej distribúcie mineralizácie. Relatívne častejšie a vo väčšom obsahu sa identifikovala prítomnosť Bi minerálnych fáz na 13. obzore.

Záver

Východná časť rožňavského rudného poľa, ktorú reprezentuje analyzovaná Strieborná žila, vystupuje vo vulkanogénnych a peliticko-aleuriticko-psamitických metaklastikách (Mesarčík et al., 1991).

Ložiskové územie medzi 8. a 10. obzorom tvorené vulkanosedimentárnym komplexom hornín intenzívne tektonicky prepracovala zlomová i vrásová tektonika. Spodnú časť komplexu na 10. obzore tvoria sivé až sivozelené očkovité metavulkanity - hruboporfyrické metaryolity, resp. ich tuf, ktoré zaraďujeme do súvrstvia Bystrého potoka.

Pre vyššie časti komplexu hornín v nadloží očkovitých metavulkanitov od 10. až po 8. obzor sú charakteristické metaklastiká zastúpené tmavými kremennými fylitmi a jemnozrnnými sericitickými fylitmi, laminovaný sivý až sivozelený metapieskovec (kvarcity) s prevahou kyslého vulkanogénneho materiálu a sporadický výskyt polôh jemnozrnných konglomerátov, ako aj mnohé polohy sivých až sivozelených jemnozrnných kyslých metavulkanitov vzniknutých pravdepodobne z popolového tufu.

Túto časť komplexu, ktorá predstavuje vulkanosedimentárny flyšoidný súbor, zaraďujeme medzi bazálne vývoje drnavského súvrstvia gelnickej skupiny.

Ložiskovo-štruktúrny vývoj sa vyznačuje mineralizovanými štruktúrami vzniknutými v deformačnom štádiu D_{Min}. Reprezentuje ich niekoľko navzájom spätých tektonických subštádií a mineralizačných udalostí - období. Sú to deformačné subštádiá D_{Min}^{1-11}, metasomatického sideritu, žilných štruktúr vyplnené kremeňom I (Q_1), budinované a intrafoliačne vrásnené štruktúry s kremeňom II (Q_2), formovanie hydrotermálne žilného sideritu I, budinovanie sideritových žíl a intrafoliačné vrásnenie tenších sideritových žiliek, vznik rebríkovitých žíl vyplnených kremeňom III (Q_3) v siderite I a budinovanie sideritovo-kremenných žíl, tektonická reaktivizácia hlavnej žily a vylučovanie kremeňa IV (Q_4), budinovanie hrubších štruktúr s kremenno-sideritovou výplňou, otváranie subvertikálnych štruktúr na styku sideritu I a kremeňa III - IV, alterácia tektonicky prepracovaných zón, reaktivizácia subvertikálnych štruktúr, rejuvenizácia štruktúr a hypergénna alterácia.

Polyfázové formovanie epigenetickej hydrotermálnej mineralizácie Striebornej žily reprezentujú postupné mineralizačné udalosti, počas ktorých vznikla pestrá asociácia rudných minerálov.

Zistené minerály vytvárajú polyminerálne a monominerálne agregáty zŕn, xenomorfné a idiomorfné zrná, polyminerálne a monominerálne žilky a mikroskopicky veľké inklúzie v samostatných zrnách a agregátoch zŕn.

Distribúcia a obsah minerálov čiastočne varírujú v smernom priebehu Striebornej žily, pričom miestami (najmä medzi koncom a centrom asymetrických budín) sú rozdiely výrazné. Vo vertikálnom smere sú celkove menšie rozdiely.

Zastúpenie minerálov a ich distribúciu v Striebornej žile determinujú formy výskytu mineralizácie. V kremenno-sideritovo-sulfidickej Striebornej žile sa rozlíšilo päť hlavných foriem výskytov zrudnenia. Sú to rôzne hrubé asymetrické kremenné budiny v siderite, kontakty kremenných žíl so sideritom, priamo v stredne až hrubozrnnom siderite, na kontaktoch menších asymetrických sideritových budín a v reaktivizovaných subvertikálnych zlomoch.

V rámci foriem výskytu zrudnenia sa zistili rozdiely v zložení mineralizácie. Sú výsledkom odlišného zastúpenia hlavnej, mladšej generácie sulfidov a sulfosolí.

Celkove možno konštatovať, že v preskúmanom vertikálnom rozsahu od 8. po 13. obzor Striebornej žily sa výraznejšie zmeny v charaktere mineralizácie smerom do hlbších úrovní nespozorovali a nezistil sa ani trend zonálnej distribúcie mineralizácie.

Literatúra

Bajaník, Š., Hanzel, V., Ivanička, J., Mello, J., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko, L., Vozár, J. & Vozárová, A. 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria, východná časť, 1:50 000. *GÚDŠ Bratislava, 223.*

Grecula, P., Návesňák, D., Bartalský, B., Gazdačko, Ľ., Németh, Z., Ištván, J. & Vrbatovič, P. 1990: Shear zones and arc structure of Gemericum. The Western Carpathians. *Mineralia slov., 22, 97 - 110.*

Jacko, S. & Sasvári, T. 1990: Some remarks to an emplacement mechanism of the West Carpathian paleo-alpine Nappes. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 41, 3, 179 - 197.*

Marko, F. 1994: Dokumentácia a analýza štruktúrneho inventára v prekope (P-10) zo slednej chodby žily Mária na žilu Strieborná na úrovni 8. obzoru. [Záverečná správa.] *Manuskript - Geoprieskum Rožňava, 33.*

Maťo, Ľ. 1994: Mineralogy of the Strieborná vein, Mária mine, Rožňava. *Manuskript - SAMAX, London, 56.*

Mesarčík, I. 1991: Mineralogická správa zo žíl Strieborná a Pallag. *Manuskript - Geologfický prieskum Spišská Nová Ves, 88.*

Mesarčík, I., Jeleň, M., Bachňák, M., Švantnerová, E., Zatroch, P., Leška, S., Hajči, T., Palčo, A., Tuček, L., Košuth, M., Ujpál, Z., Marko, F. & Stupák, J. 1991: Záverečná správa s výpočtom zásob Rožňava - Strieborná žila, VP. *Manuskript - Geologický prieskum Spišská Nová Ves, 1 - 133.*

Sasvári, T. 1993: Štruktúrno-ložiskové väzby s. a sv. časti Spišsko-gemerského rudohoria. *Mineralia slov., 25, 375 - 378.*

Sasvári, T. 1994: Results of structural analysis on the Strieborná vein in the Rožňava ore Field. *Manuscript - SAMAX, London, 36.*

Snopková, P. & Snopko, L. 1979: Biostratigrafia gelnickej série v Spišsko-gemerskom rudohorí na základe palinologických výsledkov. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 5, 57 - 102.*

Structural, mineralogic and lithostratigraphic characteristic of the Strieborná vein, Rožňava ore field

The Rožňava-Turecká ore district is located within the southwestern part of the Spiš-Gemer Mts. arch-anticlinorial elevation (Gemericum tectonic unit, Western Carpathians). The program (1981) of drilling exploration from the 13th mining level of the Mária mine, revealed a new structure - Strieborná vein with analogical features as the Mária one; it has lenticular pattern and a northeasterly strike, strike length over ca 1800 m, variable dip 50 - 70° to NW or SE, respectively, and unequable thickness (average 2 m), and depth range is over 750 m. The morphology of the argentiferous quartz-siderite-sulphide Strieborná vein is very complicated and with irregular development within horizontal and vertical range.

The eastern part of the Rožňava ore field with the Strieborná vein structure is composed of complex of the Gelnica unit. The ore segment between the 8th and 10th level is intensively tectonically modified and reworked by the folding, faults and successive stages of penetrative deformations; it is represented by volcano-sedimentary complex. The lower parts of this complex on the 10th level are composed of eyed metavolcanics - coarse-porphyric metarhyolites or their tuffs belonging to the Bystrý potok formation.

The metaclastogene rocks represented by the quartz and sericitic phyllites, laminated metasandstones (quartzites) with acid volcanic constituents, sporadic conglomerates, numerous layers of fine-grained acid metavolcanics have been developed mainly in upper superincumbent portions of the eyed metavolcanics from the 10th up to 8th level. This part of the lithostratigraphic complex which represents volcano-sedimentary flyshoid formation, is belonging to basal development of the Drnava formation.

The ore-structural development of this domain has been determined by the formation of mineralized structures, and these were formed during the deformation events D_{MIN}^{1-11} which are represented by a few successive tectonic substages immediately in relation to the polyphase mineralizing events (periodes). The deformation substages D_{MIN}^{1-11} included formation of: - metasomatic siderite; - two pre-(hydrothermal)-siderite quartz generations and vein structures filled by quartz I-II (Q_1-Q_2); - boudinage and intrafoliation folding of these vein structures; - hydrothermal vein siderite I; - boudinage of siderite (I) veins and intrafoliation folding of thin siderite veinlets; - local ladder-shaped textures resulting from quartz III penetration within siderite I and boudinage of quartz-siderite vein structures; - tectonic reactivation of the main vein structure and deposition of quartz IV; - boudinage of thicker quartz-siderite veins; - opening of subvertical fault zones on contact of the siderite I and quartz III-IV and originate of hydrothemal epigenetic mineralization of the 1th sulphide stage; - reactivation of subvertical fault zones and intense precipitation of epigenetic mineralization of the 2nd sulphide stages; - rejuvenization and supergene alteration.

The polyphase ore-forming process of epigenetic mineralization of the Strieborná vein has been represented by the successive mineralizating events, during which a few paragenetic assemblages of sulphides and sulphosalts have deposited.

The concentration types of ore mineralization, besides structural phenomena, have been significantly determined also by the variations of distribution and abundance of ore minerals within strike length of the Strieborná vein. The five main concentration types of ore minerals (of economic significance) occur within the argentiferous quartz-siderite-sulphide Strieborná vein: - quartz asymmetric boudins of variable thickness within siderite; - on contact or boundary of boudinage quartz veins with siderite; - directly in medium-to coarse-grained siderite; - on contact and within "micro"-asymmetric siderite boudins that form "mega"-siderite lenses within boudinage vein; - within and along reactived subvertical fault zones. The distinct mineral composition within single concentration types of ores were recognized. These have been largely determined by the variations of abundance of a later sulphide generations.

Generally, evident compositional variations of ore mineralization with depth within vertical range from the 8th to 13th level were not observed; and also trend of zoned distribution of ore mineralization was not found.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 417 - 418

Nové poznatky o geologickej stavbe Braniska a Čiernej hory

STANISLAV JACKO[1], JOZEF VOZÁR[2] a MILAN POLÁK[2]

[1]Katedra geológie a mineralógie BERG fakulty TU v Košiciach, Park J. A. Komenského 15, 043 84 Košice
[2]Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(Prednesené na 1. zjazde Slovenskej geologickej spoločnosti 13. - 14.9.1995)

New knowledges about geological structure of the Branisko Mts. and Čierna hora Mts.

The contribution summarizes the essential results connecting the Variscan and Alpine structure of the Tatric and Veporic lithostructural units forming the most eastern part of Western Carpathian Internides (i. e. the Branisko Mts. and the Čierna hora Mts.) obtained in the latest period by the lithostratigraphical, structural, petrological and geophysical methods as well as by drill hole data.

Key words: cover sequences, Choč nappe, Alpine shear zones, Late Variscan basement shortening

Na tematické projekty z posledného obdobia zamerané na vysvetlenie latentných otázok vývoja stavby Západných Karpát úzko nadviazal aj výskum východného okraja interníd Západných Karpát. Pokiaľ ide o tatrikum Braniska a veporikum Čiernej hory, jeho výsledkom sú praktické výstupy a nové poznatky o zložení a stavbe horninových komplexov, ktoré sa na stavbe regiónu zúčastňujú.

Z praktických výstupov treba spomenúť aspoň prvú mapu regiónu v mierke 1:50 000, ktorá vznikla koordinovanou spoluprácou odborníkov GÚDŠ v Bratislave a BERG fakulty v Košiciach. Je pre nás istou satisfakciou, že sa výsledky dosiahnuté pri tvorbe mapy využili na výber najvhodnejšej tunelovej trasy cez Branisko, pri riešení niektorých vodohospodárskych problémov (priehrada Ružín) a že poslúžila i pri riešení radu aktuálnych environmentálnych otázok regiónu.

Prínos výskumu do poznania litostratigrafie a stavby regiónu možno heslovite zhrnúť takto:

- Na základe litofaciálnych a v menšej miere aj biostratigrafických údajov sa spresnil spodnotriasovo-malmský stratigrafický rozsah veporického obalového mezozoika, ako aj jeho náplň. Dávnejšie predpokladaná prítomnosť vrchnokriedových súvrství v obalovej sekvencii sa nepotvrdila. Rovnako sa nezistili také významné rozdiely v litofaciálnom vývoji po obidvoch stranách kryštalinika Čiernej hory, ktoré by oprávňovali vyčleniť dve samostatné mezozoické sukcesie (Jacko, 1987; Polák, 1994). Mezozoikum severného okraja Čiernej hory a Sľubice má generálne mierny sklon na S - SV, a preto nemá atribúty synklinoriálnej stavby (Polák, 1994).

- Potvrdil sa ovela väčší rozsah obalového karbónu pri sv. okraji a uprostred kryštalinika Čiernej hory. V poslednom prípade sú šupiny karbónu zakorenené v strižných zónach smeru SZ - JV a obsahujú tufitickú prímes bázického vulkanizmu.

- Podľa litofaciálnych korelácií príkrovových trosiek mladšieho paleozoika v nadloží obalového mezozoika Čiernej hory a petrochemických analógií dioritov v karbóne trosiek (Spálený vrch) a dioritových telies v nižnobocianskom súvrství v oblasti Nízkych Tatier sa príkrovové relikty mladšieho paleozoika v nadloží mezozoika jv. úseku Čiernej hory a ich ekvivalenty na južných svahoch Sľubice zaraďujú do štureckého príkrovu (v zmysle Poláka, 1987). Ide o najjužnejšie výskyty hronika v Západných Karpatoch.

Spresnilo sa jv. pokračovanie sekvencie meliatika pri Jaklovciach. Sekvencia vystupuje v monoklinálne zošupinatenom pruhu medzi karbónom a permom, resp. v permských súvrstviach až do oblasti Košických Hámrov, kde je v strižnej zóne sklonenej na JZ úplne redukovaná.

- V metamorfitoch Braniska sa doložili dve etapy variskej metamorfózy (Vozárová, 1993). Staršia v TP podmienkach rozhrania granulitovej a amfibolitovej metamorfnej fácie (675 - 770 °C a tlak 400 - 600 MPa) a retrogresívna v TP podmienkach 590 - 648 °C a tlaku 300 - 400 MPa.

TP parametre prvej metamorfnej etapy sa blížia hodnotám sukcesívne analogickej etapy variskej metamorfózy doloženej v iných úsekoch tatroveporického fundamentu Západných Karpát (Janák, 1993; Bezák et al., 1993). TP podmienky druhej metamorfnej etapy sú blízke TP hodnotám variskej metamorfózy komplexu Bujanovej (620 - 625 °C, 400 - 450 MPa; Jacko et al., 1990).

- Podľa litologických analógií kryštalinika Braniska a komplexu Bujanovej a korelatívnych hodnôt TP parametrov predmetnej etapy variskej metamorfózy v obidvoch jednotkách sa litologické komplexy fundamentu Braniska miklušovského komplexu a komplexu Bujanovej (Jacko, 1995) pokladajú za identické. Korelujú sa s vrchnou litotektonickou jednotkou variskej stavby tatroveporického kryštalinika (v zmysle Bezáka, 1994). Jej bazálne členy nie sú v kryštaliniku Braniska odokryté, ale sú indikované geofyzikálne (Gnojek a Janák, 1986). Vo veporiku Čiernej hory im patria migmatity s leukogranitmi miklušovského komplexu.

Strednej litotektonickej jednotke (Bezák, l. c.) v tomto kontexte vo veporickom kryštaliniku Čiernej hory zodpovedá lodinský komplex. Okrem litologických analógií tento názor podporuje aj evidentná metamorfná inverzia litostratigrafických jednotiek fundamentu Čiernej hory. Podľa $^{39}Ar/^{40}Ar$ datovania muskovitov z metamorfitov lodinského komplexu (Dallmeyer, 1993, osobná informácia) sa vrchná litotektonická jednotka veporika Čiernej hory cez strednú nasunula v intervale 330 - 312 Ma. Je prinajmenšom pozoruhodné, že s týmto časovým intervalom je porovnateľný aj násun klátovskej skupiny gemerika, ktorá je kolmatovaná spodnovestfálskym rudnianskym súvrstvím aj s obsahom obliakového materiálu klátovskej skupiny.

- Vo veporiku Čiernej hory sa preukázali tri regionálne významné posunové zóny smeru SZ - JV so sinistrálnym zmyslom pohybu. Všetky reaktivujú staršie litotektonické rozhrania, majú prevažne strmý sklon na JZ a podľa geologických a štruktúrnych kritérií sú postpaleogénneho veku. S ich aktivitou sa spája aj "pull-apartový" pokles paleogénu v jv. výbežku hornádskej kotliny.

- Vrty aj seizmický profil G-1 potvrdili prítomnosť významných postpaleogénnych prešmykov s jz. vergenciou aj v širšej oblasti regiónu (Vozárová, 1995; Vozár et al., 1995). Tento poznatok má pri reinterpretácii vývoja postpaleogénnej stavby regiónu zásadný význam.

Literatúra

Bezák, V. 1994: Návrh nového členenia kryštalinika Západných Karpát na základe rekonštrukcie hercýnskej tektonickej stavby. *Mineralia slov., 26, 1, 1 - 6.*

Bezák, V., Sassi, P. F., Spišiak, J. & Vozárová, A. 1993: An outline of the metamorphic events recorded in the Western Carpathians. *Geol. carpath., 44, 6, 351 - 364.*

Gnojek, I. & Janák, F. 1986: Souhrnní spracování letecky měřených geofyzikálních polí vnitřních Karpat do měřítka 1:50 000. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Jacko, S. 1985: Litostratigrafické jednotky kryštalinika Čiernej hory. *Geol. Práce, Spr., 82, 19 - 25.*

Jacko, S. 1987: Nové oblasti vrchnotriasových súvrství v mezozoiku Čiernej hory. *Geol. Práce, Spr., 87. 19 - 25.*

Jacko, S., Korikovskij, S. P. & Boronichin, V A. 1990: Rovnovážne asociácie rúl a amfibolitov komplexu Bujanovej (Čierna hora). *Mineralia slov., 22, 231 - 239.*

Jacko, S. 1995: Niektoré problémy neskorovarískeho a alpínskeho skrátenia kôry pri východnom okraji internid Západných Karpát. *In: M. Kaličiak (red.): Zbor. konf., Sympózia, Semináre. GÚDŠ Bratislava, 91 - 95.*

Janák, M. 1993: Thermal and baric structure of the Tatry Mts.: Record of a multi-stage evolution of the Western Carpathian basement. *Geol. carpath., 44, 4, 262 - 263.*

Korikovskij, S. P., Jacko, S. & Boronichin, V. A. 1990: Faciálne podmienky variskej prográdnej metamorfózy v lodinskom komplexe kryštalinika Čiernej hory. *Mineralia slov., 22, 225 - 230.*

Polák, M. 1994: Mezozoikum južnej časti Braniska. *Mineralia slov., 26, 4, 267 - 271.*

Vozár, J., Tomek, Č. & Vozárová, A. 1995: Deep seismic profile G: Geological interpretation (Western Carpathians, Slovakia). (1 - 6, in press).

Vozárová, A. 1993: Pressure- temperature conditions of the metamorphism in the northern part of Branisko crystalline complex. *Geol. carpath., 44, 4, 219 - 232.*

Vozárová, A. 1995: Spätné násuny na severnom okraji gemerika. *Geol. Práce, Spr., 10, 119 - 123.*

New knowledges about geological structure of the Branisko Mts. and Čierna hora Mts.

The latest researches of the eastern part of the Tatric and Veporic lithotectonic units (i. e. the Branisko Mts. and the Čierna hora Mts., respectively) has brought a set of original informations about their lithostratigraphy, structure and tectonometamorphic development. The most significant of them could by outlined in the following way:

- The Veporic cover Mesozoic suite of the region occupies the Early Triassic - Late Jurassic stratigraphic interval and it shows no signs of synclinorial structure on the NE part of the area (Polák, 1994) as has been previously supposed.

- The Veporic cover Carboniferous sequence shows much greater extend as was known up to now and it locally contains basic tuffaceous ingredients.

- Lithofacial correlation of Carboniferous psamo-pelitic sequence and their diorite bodies, forming klippes onto cover Mezozoic suite of the Čierna hora Mts., with a typical Carboniferous sequence (inclusive diorite dykes) of the Choč nappe in the Nízke Tatry Mts., reveals belonging of the former ones to the base of the Choč nappe pile.

- A high lithological analogy of characteristic basement rock types between the Branisko Mts. and the Bujanová complex of the Čierna hora Mts. as well as very similar TP conditions of contemporaneous Variscan metamorphic stages in both mentioned units (Jacko et al., 1990; Vozárová, 1993) reveal that both discussed basement units belong to common lithotectonic suite of the Variscan origin, which is an equivalent of Bezák's (1994) the Upper Unit of the Late Variscan structure of the Western Carpathians. The lower - the migmatite pile, of this unit represents the Miklušovce complex of the Čierna hora Mts. basement. The Late Variscan overthrusting of the unit onto Bezák's (l. c.) Middle one (i. e. onto the Lodina complex of the Čierna hora Mts.) has been realized within 330 - 312 Ma (Dallmeyer, pers. comm.). It is at least remarkable that into complementary time interval belongs the overthrusting of highly metamorphosed Klatov nappe pile onto slightly metamorphosed Rakovec group in the adjacent Gemeric unit.

- Within the Čierna hora Mts. area three southwesterly dipping regionally important sinistral shear zones of very probably the Middle Miocene age has been proved.

- Deep seismic profile and drill hole data (Vozár et al., 1995; Vozárová, 1995) confirmed a presence of SW vergent, regionally significant reverse thrusts.

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 419 - 424

Vývoj inžinierskogeologického mapovania na Slovensku a súčasné trendy jeho rozvoja

MIROSLAV HRAŠNA a JÁN VLČKO
Prírodovedecká fakulta UK, katedra inžinierskej geológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Prednesené na 1. zjazde Slovenskej geologickej spoločnosti 13. - 14.9.1995)

The development and actual trends in engineering geological mapping in Slovakia

The ways of engineering geological maps compilation as well as their classification have made an intensive development in Slovakia. As far as the mode of their compilation is concerned they, may be prepared as maps of engineering geological conditions, maps of engineering geological zoning and maps of engineering geological valorization according to the new clasification system. The latter type of maps may be prepared in the form of land suitability maps, optimization maps and probabilistic maps. Some new types of maps are presented and described.

Úvod

Od vydania prvej Smernice na inžinierskogeologické mapovanie (SGÚ, 1969) už uplynulo štvrťstoročie. Metodické postupy tvorby inžinierskogeologických máp odporúčané touto smernicou doplnené o metodiku typologickej inžinierskogeologickej rajonizácie (Matula a Hrašna, 1976) sa využili najmä pri zostavovaní edície inžinierskogeologických máp mierky 1:25 000, financovanej zo štátneho rozpočtu. Tieto mapy poskytujú relatívne podrobné inžinierskogeologické informácie o urbanisticky exponovaných častiach územia Slovenska, najmä v okolí väčších miest v nížinách a kotlinách Západných Karpát (rozsah zmapovaného, resp. rozpracovaného územia uvádza obr. 1). Z každého v mape zobrazeného územia sa v súlade so smernicou paralelne spracovali tri mapové listy: mapa inžinierskogeologických pomerov, mapa inžinierskogeologického rajónovania a dokumentačná mapa.

Horninové prostredie sa v týchto mapách člení na litologické komplexy a litologické typy, pričom je zrejmá ich hrúbka aj vertikálny sled do hĺbky 10 až 15 m. Pomerne podrobné sú aj údaje o hĺbke a agresívnych vlastnostiach podzemných vôd, ako aj o charaktere, rozsahu a aktivite geodynamických javov. Údaje o reliéfe zodpovedajú podrobnosťou mierke mapy. Mapy rajonizácie okrem toho, že podľa štruktúrneho usporiadania litologických komplexov a typov hornín rozdeľujú územie na rajóny a podrajóny, obsahujú aj údaje o ložiskách nerastných surovín a chránených územiach rôznych druhov. Ich cieľom je poskytovať informácie potrebné pri územnom plánovaní na úrovni územnej prognózy a územného plánu, resp. orientačného prieskumu pri rozličných druhoch stavieb, najmä občianskych, priemyslových a dopravných. Vzhľadom na potrebu informácií o inžinierskogeologických pomeroch a o podmienkach výstavby aj v ostatných, urbanisticky menej exponovaných častiach územia Slovenska, v ktorých sa sústreďujú iné dôležité funkcie krajiny (poľnohospodárska výroba, doprava a i.), sa prijalo rozhodnutie zostaviť inžinierskogeologickú mapu v mierke 1:200 000 pokrývajúcu (na 12 mapových listoch) celé štátne územie. Mapu na objednávku Slovenského geologického úradu v rokoch 1982 až 1990 zostavili pracovníci Katedry inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK. Horninové prostredie sa v nej člení na litologické komplexy a územie na rajóny. Reliéf, geodynamické javy a podzemné vody sa hodnotia s presnosťou zodpovedajúcou mierke mapy. Mapa obsahuje aj údaje o ložiskách nerastných surovín, poľnohospodárskej pôde a o chránených územiach. Podrobnejšiu informáciu o obsahu a spôsobe prípravy mapy uverejnil časopis Mineralia Slovaca 23 (Hrašna, 1991).

Mapa mierky 1:200 000, zostavená podľa rovnakých metodických zásad ako mapy mierky 1:25 000, vytvára pre mozaiku týchto máp jednotný skelet zväzujúci podrobnejšie zmapované urbanistické areály s ich zázemím. Tak vzniká ucelený informačný systém o geologických podmienkach rozvoja územia celého štátu s podrobnejšími údajmi v jeho investične exponovanejších zónach.

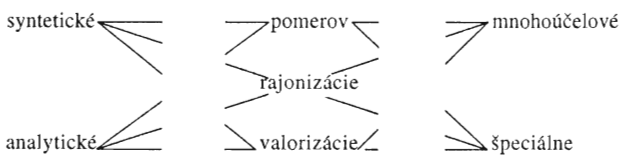
Pre potreby rozvoja niektorých miest sa pripravili aj podrobné inžinierskogeologické mapy v mierke 1:10 000 až 1:2000, ktoré slúžia najmä na vypracúvanie územných plánov a územných projektov sídelných útvarov a zón.

Súbežne s uvedenými mapami sa z území postihnutých rozsiahlymi svahovými pohybmi zostavovali aj mapy svahových gravitačných deformácií v mierke 1:25 000 až 1:5000. Od predchádzajúcich máp sa odlišujú tým, že sa v nich horninové prostredie nečlení podľa vertikálneho sledu litologických komplexov a litologických typov hornín a územné celky sa v mapách rajónovania vyčleňujú na základe stability územia. Takéto mapy sa spracovali z veľkej časti flyšových a vulkanických pohorí a z priľahlých častí kotlín. Z niektorých území bola ako ďalší paralelný mapový list zostavená i prognózna mapa vývoja svahových deformácií (Malgot a Baliak, 1993).

Okrem mnohoúčelových inžinierskogeologických máp (financovaných zo štátneho rozpočtu) sa v tomto období zostavovali aj špeciálne inžinierskogeologické mapy potrebné hlavne pri realizácii rozličných investičných záme-

rov, najmä energetických, vodohospodárskych a dopravných stavieb. Majú prevažne charakter rajonizačných máp hodnotiacich územie z hľadiska sledovaného účelu. Pri ich zostavovaní sa začali využívať aj kvantitatívne rozhodovacie metódy.

Spomenutý trend sa odzrkadlil v inovovanej klasifikácii inžinierskogeologických máp, do ktorej sa ako nová kategória zaradili tzv. mapy inžinierskogeologickej valorizácie (resp. zhodnotenia) územia. V súčasnosti sa inžinierskogeologické mapy klasifikujú (okrem mierky) podľa obsahu na syntetické a analytické, podľa účelu na mnohoúčelové a špeciálne a podľa spôsobu zostavovania na mapy inžinierskogeologických pomerov, rajonizácie a valorizácie. Možné sú všetky kombinácie.



Túto klasifikáciu prevzala aj inovovaná Smernica na inžinierskogeologické mapovanie (SGÚ, 1989), ktorá mapy inžinierskogeologickej valorizácie územia podľa spôsobu hodnotenia rozdeľuje na mapy vhodnosti územia, mapy optimálneho využitia územia a mapy prognózovania zmien geologického prostredia.

Okrem uvedených nových typov máp sa v istej miere inovovalo aj zostavovanie máp rajonizácie, a preto okrem spôsobov tvorby valorizačných máp stručne opisujeme aj vývoj metodiky zostavovania máp inžinierskogeologickej rajonizácie.

Mapy inžinierskogeologickej rajonizácie

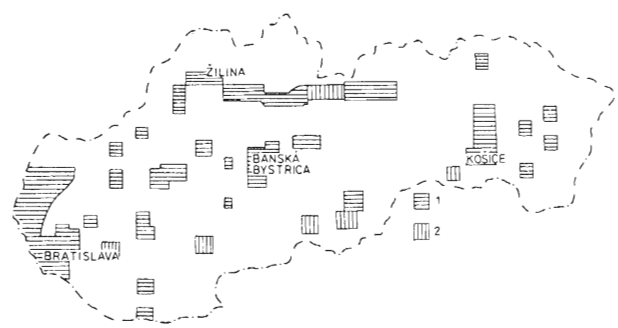
V mapách inžinierskogeologickej rajonizácie sa vyčleňujú územné celky charakteristické určitým stupňom rovnorodosti inžinierskogeologických pomerov a podmienok výstavby. V zásade sú dva základné prístupy k rajonizácii. Pri prvom, ktorý sa nazýva regionálna, resp. individuálna rajonizácia, sa mapovaná oblasť rozčleňuje na čiastkové územné celky, ktoré sa neopakujú. Pri takto vyčlenených celkoch možno podať podrobnú informáciu o inžinierskogeologických pomeroch a podmienkach výstavby, ale s výnimkou geologicky a morfologicky monotónnych území je takýchto celkov príliš veľa a to si vyžaduje aj pomerne rozsiahlu opisnú dokumentáciu. Navyše sa pri geologicky a morfologicky podobných územných celkoch dokumentácia často opakuje (napr. niekoľko aluviálnych nív alebo terasových stupňov a pod.).

Pri druhom spôsobe, ktorý voláme typologickou rajonizáciou, sa „rovnorodosť" inžinierskogeologických pomerov chápe voľnejšie, ako „podobnosť" litologických, morfologických, geodynamických a hydrogeologických pomerov v istom type územných celkov (Matula a Hrašna, 1976). Takto vyčlenené územné celky sa v území opakujú a mozaikovite striedajú s inými typmi (vyčleňuje sa napr. rajón nížinných tokov, rajón terasových stupňov ap.). Typologická rajonizácia umožňuje zovšeobecňovať a prenášať skúsenosti o vlastnostiach zložiek geologického prostredia, využívať rovnaké metódy a postupy prieskumu, typizovať spôsoby zakladania stavieb a pod., t. j. využívať metódy inžinierskogeologickej analógie.

Aj v typologickej rajonizácii možno použiť dva rozdielne metodické postupy. Pri prvom, čiže pri aditívnej rajonizácii sa územie člení podľa rovnorodosti jednej zložky inžinierskogeologických pomerov (zvyčajne horninového prostredia) a ostatné zložky sa zobrazujú osobitne, rovnako ako v mapách inžinierskogeologických pomerov pomocou izolínií, symbolov a značiek. Takto zostavená mapa rajónovania poskytuje dostatočne podrobné informácie o inžinierskogeologických pomeroch územia, ako aj o podmienkach výstavby rôznych stavieb. Rovnakým spôsobom (v súlade so smernicou) boli zostavené aj mapy inžinierskogeologického rajónovania znázornené na obr. 1.

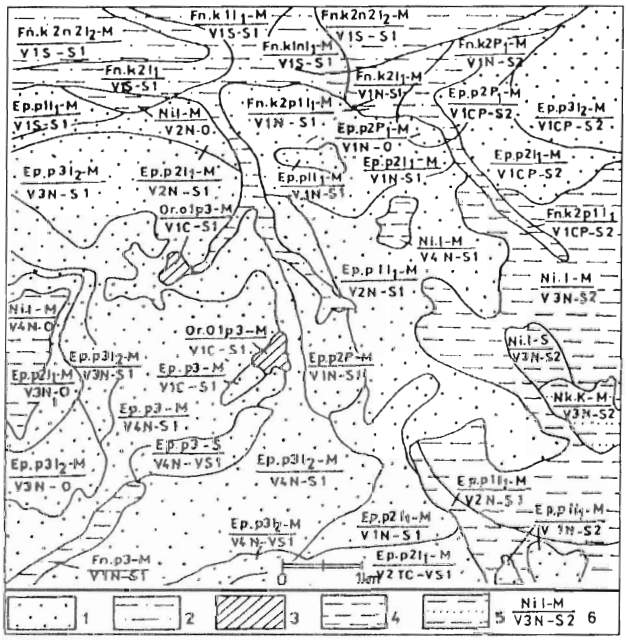
Územné celky rajonizácie sa v mapách zostavených metódou aditívnej typologickej rajonizácie vyčleňujú len podľa rovnorodosti jednej zložky inžinierskogeologických pomerov, kým rovnorodosť ostatných zložiek je v nich iba pravdepodobnou možnosťou, ktorá sa nemusí prejaviť v každom vyčlenenom územnom celku daného typu. Preto bol vypracovaný systém komplexnej typologickej rajonizácie (Hrašna, 1988), v ktorom sa každá zložka (resp. jej dôležitá vlastnosť) rajonizuje osobitne a výsledná mapa rajonizácie sa získava superpozíciou (sčítaním) rajonizačných máp jednotlivých zložiek. Metódou komplexnej rajonizácie možno zostavovať tak mnohoúčelové mapy, vyjadrujúce inžinierskogeologické podmienky pri rozličných zásahoch do geologického prostredia, ako aj špeciálne mapy, ktoré slúžia na hodnotenie podmienok výstavby istého druhu stavieb. V obidvoch prípadoch treba na rajonizáciu zložiek inžinierskogeologických pomerov (ich rôznych vlastností) vypracovať príslušné klasifikácie, ktoré berú do úvahy účel rajonizácie aj potrebu rôznej podrobnosti informácie podávanej v mapách rozličnej mierky. Na urbanistickú výstavbu sa takéto klasifikácie, v podstate zodpovedajúce mnohoúčelovým mapám, už vypracovali a publikovali v časopise Mineralia Slovaca 20 (Hrašna, 1988).

Územné celky vyčlenené komplexnou typologickou rajonizáciou sa označujú formalizovanými zápismi (v tvare zlomku), ktoré vyjadrujú klasifikačne definované vlastnos-



Obr. 1. Základné inžinierskogeologické mapy územia SR. 1 - zostavené, 2 - rozpracované.

Fig. 1. Medium-scale maps from the territory of Slovakia. 1 - completed, 2 - in preparation.



Obr. 2. Mapa komplexnej rajonizácie (sz. časť Záhorskej nížiny). 1 - rajón eolických pieskov, 2 - rajón fluviálnych náplavov, 3 - rajón organických sedimentov, 4 - rajón jemnozrnných neogénnych sedimentov, 5 - rajón jemnozrnných a piesčitých neogénnych sedimentov, 6 - komplexný symbol územnej jednotky: Ni.l - označenie rajónu a podrajónu, M - reliéf so stredným sklonom, V3N - podzemná voda s voľnou hladinou v hĺbke 5 - 10 m, neagresívna, S2 - seizmická intenzita 6 - 7° MSK.

Fig. 2. Map of Multicomponental Zoning (NW part of Záhorská nížina Lowland). 1 - zone of aeolian sands, 2 - zone of flood-plain sediments, 3 - zone of organic sediments, 4 - zone of clayey-silty Neogeneous sediments, 5 - zone of clayey-silty and sandy Neogeneous sediments, 6 - symbol of a zoning unit: Ni.l - zone and subzone, M - slope with medium inclination, V3N - free groundwater table at the depth of 5 to 10 m, non-corrosive, S2 - seismic intensity 6 - 7° MSK.

ti všetkých štyroch zložiek inžinierskogeologických pomerov (obr. 2). Takéto alfanumerické modely možno ukladať do pamäte počítača a využívať pri zostavení rozličných inžinierskogeologických modelov, vrátane máp valorizácie.

Okrem územných celkov rajonizácie vyznačujúcich sa istou kvalitou inžinierskogeologického potenciálu (napr. kvalitou základovej pôdy) sa v mapách rajónovania zobrazujú aj ďalšie potenciály geologického prostredia (ložiská nerastných surovín, zdroje podzemnej vody ap.), ako aj iné potenciály krajinného prostredia (chránené územia rozličného druhu, úrodná pôda ap.), ktoré spravidla predstavujú obmedzenia pri realizácii inžinierskych zámerov v území.

Mapy inžinierskogeologickej valorizácie

V mnohoúčelových inžinierskogeologických mapách je vhodnosť územia na rozmanité spôsoby hospodárskeho využitia skrytá, a preto ju treba pri jednotlivých častiach územia, resp. pri vyčlenených územných celkoch rajonizácie vyhľadať v texte sprievodnej správy alebo v rozšírenej legende k mapám, príp. ju skúsený inžiniersky geológ môže odvodiť priamo z mapy. Zo špeciálnych inžinierskogeologických máp, v ktorých sú zložky geologického prostredia i územné celky rajonizácie delimitované podľa klasifikácií zameraných priamo na zamýšľaný spôsob využitia územia, môžu vhodnosť územia na sledovaný cieľ odvodiť aj ich menej skúsení používatelia negeológovia (projektanti, odborníci v územnom plánovaní ap.). Ale na pohotové komplexné posúdenie vhodnosti územia na zamýšľaný spôsob využitia sú najvhodnejšie mapy, v ktorých je vhodnosť priamo vyjadrená, t. j. mapy inžinierskogeologickej valorizácie. Možno ich odvodiť z máp inžinierskogeologických pomerov alebo rajonizácie, najlepšie zo špeciálnych máp komplexnej rajonizácie, v ktorých sa relevantné vlastnosti zložiek geologického prostredia kvantitatívne definujú priamo s ohľadom na predpokladaný spôsob využitia územia.

Mapy inžinierskogeologickej valorizácie možno zostavovať priamym rozčlenením územia podľa normových alebo inak stanovených kritérií (mapy vhodnosti), alebo s využitím formalizovaných postupov multikriteriálnej analýzy (optimalizačné mapy), príp. metód prognózovania zmien geologického prostredia (prognózne mapy). Osobitným druhom valorizačných máp sú mapy geofaktorov životného prostredia, v ktorých sa zobrazujú iba hlavné faktory geologického, resp. krajinného prostredia umožňujúce alebo obmedzujúce istý spôsob využitia územia.

Mapy vhodnosti územia

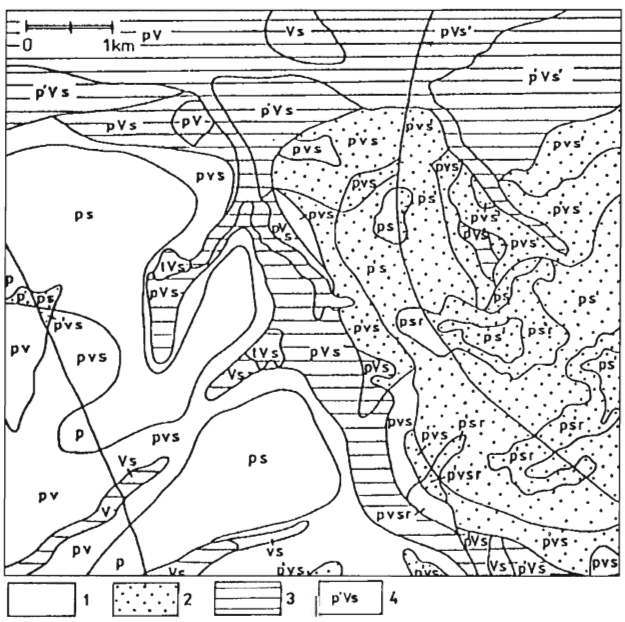
V príprave máp vhodnosti územia je prvým krokom výber relevantných faktorov ovplyvňujúcich zamýšľaný spôsob využitia územia. Zvyčajne sú to vlastnosti zložiek geologického prostredia, príp. aj ďalších zložiek krajinného prostredia (napr. na posúdenie vhodnosti územia na výstavbu bežných priemyselných a občianskych stavieb sú to geofaktory uvedené v tab. 1). Ďalším krokom je klasifikácia sledovaných vlastností do tried podľa predpokladanej miery ich vplyvu na realizáciu sledovaného zámeru. Počet tried môže byť v závislosti od povahy faktorov rôzny. Posledným krokom pred rozčlenením územia na čiastkové územné celky je zoskupenie tried do kategórií (spravidla 3 až 5) vyjadrujúcich vhodnosť územia na sledovaný účel (v tab. 1 sa geofaktory rozdeľujú do 2 až 4 tried zoskupených do 3 kategórií vhodnosti). Rozčlenenie niektorých kategórií (v našom prípade kategórie podmienečnej vhodnosti) na dve triedy umožňuje hodnotiť podmienky výstavby konkrétnejšie, a to podľa náročnosti potrebnej na prekonanie nepriaznivých vplyvov jednotlivých faktorov.

Na mapách sa územné celky označujú symbolmi príslušnej triedy, ktoré vyjadrujú podmienky využitia územia na daný účel. Na zvýšenie názornosti možno jednotlivé kategórie vhodnosti zdôrazniť farbou alebo šrafovaním tak, ako je to v mape na obr. 3 zostavenej podľa tab. 1 (pôvodne v mierke 1:25 000). V tomto prípade ide výlučne o mapu inžinierskogeologickej vhodnosti, pretože sa v nej nehodnotia iné faktory krajinného prostredia (ložiská nerastných surovín, chránené územia a i.), ktoré boli zhodnotené na osobitnom mapovom liste. Rovnakým spôsobom zostavenú mapu mierky 1:200 000 publikoval časopis Mineralia Slovaca (Hrašna a Vlčko, 1986).

Počet hodnotených faktorov, ako aj tried a kategórií, do ktorých sa zaraďujú, závisí od účelu mapy, zložitosti pod-

Tab. 1
Klasifikácia geofaktorov na mapách vhodnosti územia na výstavbu pre hĺbku zakladania 2 m
Classification of geofactors on land suitability maps for urban development for the foundation depth of 2 m

Územie na výstavbu Geofaktory	Vhodné I	Podmienenčne vhodné II.	 III.	Nevhodné IV
Prípustné namáhanie základovej pôdy (MPa)	> 0,35	0,35 - 0,15 (p)	0,15 - 0,05 (p')	< 0,05 (P)
Trieda pre zemné práce podľa STN 73 3050	1 - 4	5 - 7 (t)		-
Hĺbka hladiny podzemnej vody (m)	> 2	0,1 - 2,0 (v)		< 0,1 (V)
Agresivita podzemnej vod	žiadna	na PC (a)	na SPC (a')	-
Sklon povrchu územia (%)	< 12	12 - 20 (r)		> 20 (R)
Intenzita seizmicity (°MSK)	1 - 5	6 (s)	7 - 8 (s')	-
Svahové gravitačné javy (vplyv na výstavbu)	žiadny - nepatrný	malý (z)	značný (z')	vylučujúci (Z)
Výmoľová erózia ($km.km^{-2}$)	< 1,5	> 1,5 (e)		-



Obr. 3. Mapa vhodnosti územia na urbanistickú výstavbu. 1 - vhodné územie, 2 - podmienečne vhodné územie, 3 - nevhodné územie, 4 - symboly geofaktorov (podľa tab. 1) spôsobujúcich nevhodnosť alebo podmienečnú vhodnosť územia.

Fig. 3. Land Suitability Map for Urban Development. 1 - suitable area, 2 - moderately suitable area, 3 - non-suitable area, 4 - symbols of geofactors (according to Tab. 1) causing non-suitability or moderate suitability.

mienok geologického a krajinného prostredia, ako aj od mapovej mierky. Napr. pri posudzovaní vhodnosti územia na výstavbu jadrovej elektrárne na severnom Slovensku sa v mape mierky 1:200 000 zhodnotilo 12 inžinierskogeologických faktorov a 6 ďalších faktorov geologického, resp. krajinného prostredia, ktoré boli rozčlenené do 3 až 5 tried a 4 kategórií vhodnosti. Vzhľadom na mierku mapy a podrobnosť hodnotenia faktorov sa vhodnosť územia znázornila na dvoch paralelných mapových listoch, ktoré v zmenšenej mierke publikoval časopis Mineralia Slovaca 20 (Hrašna in Otepka et al., 1988).

Obdobnou metodikou sa v rokoch 1990 a 1991 zostavili mapy vhodnosti územia Slovenska na ukladanie odpadu v mierke 1:200 000 a v rokoch 1992 a 1993 v mierke 1:50 000. Vzhľadom na mierku, početnosť i podrobnosť hodnotenia faktorov geologického a krajinného prostredia tvoria mapu tri paralelné mapové listy (Hrašna et al., 1992; Hrašna, 1993). Z územia tzv. Veľkej Bratislavy bola obdobná mapa (s podrobnejším členením faktorov) zostavená i v mierke 1:25 000 (Vojtaško, 1991).

Optimalizačné mapy

Mapy vhodnosti územia na výstavbu sú základným podkladom pri rozhodovaní o najvhodnejšom situovaní istého investičného zámeru v území, resp. o najvhodnejšom využití určitých územných celkov. Vhodnosť niekedy jednoznačne vyplýva z mapy, ale vo väčšine prípadov na optimálne situovanie inžinierskych diel alebo využitie územných celkov treba použiť ďalšie rozhodovacie metódy. Príslušnosť mnohých územných celkov do kategórie podmienečne vhodných (príp. nevhodných) totiž často ovplyvňujú rozličné, alebo viaceré geofaktory, ktorých vplyv na náročnosť technicko-ekonomickej realizácie inžinierskych diel treba ďalej analyzovať.

V súčasnej praxi rozhodovania sa táto analýza vykonáva väčšinou na kvalitatívnej báze. O problematike zvyčajne rozhodujú inžinierski geológovia alebo stavební inžinieri a projektanti, príp. vo vzájomnej súčinnosti. Aj keď sa okrem technicko-ekonomickej náročnosti inžinierskych diel berú do úvahy aj strety záujmov a možný vplyv na životné prostredie, vlastné rozhodovanie je v značnej miere subjektivistické, lebo je založené iba na vedomostiach a skúsenostiach rozhodujúcich subjektov.

V ostatnom období začínajú do rozhodovania pri územnom plánovaní a v inžinierskej geológii prenikať aj kvantitatívne metódy, ktoré sa pri posudzovaní viacerých faktorov alebo variantov využitia územia označujú ako optimalizačné metódy. Ich základom je kvantitatívne hodnotenie miery vplyvu jednotlivých faktorov na zamýšľaný spôsob využitia územia pomocou kategorizácie, bodovania a váh, príp. aj pomocou presnejších matematických metód (diskriminačná analýza, lineárne programovanie ap.). Mapa optimalizačnej valorizácie na sledovaný zámer potom vzniká účelovou transformáciou pôvodnej mapy valorizácie (mapy vhodnosti územia) na základe súčtu kvantitatívne zhodnotených vplyvov faktorov ovplyvňujúcich realizáciu sledovaného inžinierskeho zámeru. Kategórie, body a váhy, príp. iné kvantitatívne ukazovatele miery vplyvu geofaktorov na zamýšľané využitie územia môžu stanovovať ako jednotliví odborníci, tak aj expertné tímy (priamo alebo metódou Delfi), čo rozhodovanie a jeho výsledok objektivizuje.

V závislosti od toho, koľko alternatív využitia územia sa

sleduje, možno kvantitatívnymi rozhodovacími metódami získať valorizačnú mapu inžinierskogeologickej vhodnosti pre jeden alebo viac typov stavieb (spôsobov využitia územia). Ak sa do rozhodovacích kritérií zahrnú aj ďalšie faktory krajinného prostredia, možno získať aj mapu optimálneho využitia a ochrany prostredia. Ukážky takýchto máp v mierke 1:200 000, 1:25 000 a 1:5000 boli publikované na 5. kongrese IAEG v Buenos Aires (Matula et al., 1986) a v mierke 1:25 000 aj v časopise Západné Karpaty (Vlčko, 1985).

Najpresvedčivejšie možno výsledky optimalizačných metód prezentovať priamym ekonomickým zhodnotením variantov využitia územia, resp. situovania stavieb. Pri vhodnom systéme možno hodnotenie vykonať jednoduchou transformáciou kvantitatívne vyjadrenej relatívnej vhodnosti posudzovaných územných celkov (lokalít) na cenové vyjadrenie. Takýto spôsob sa aplikoval aj pri výbere lokalít na výstavbu jadrovej elektrárne na severnom Slovensku (Hrašna, 1991). Optimalizačná analýza sa vykonala na podklade uvedenej valorizačnej mapy vhodnosti územia.

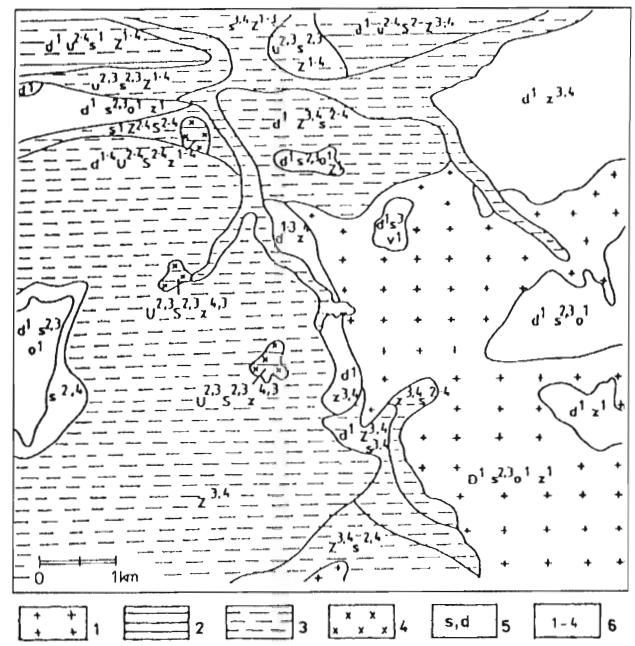
Mapy prognózovania

Predmetom prognózovania zmien geologického prostredia môžu byť prirodzené zmeny prebiehajúce ako výsledok pôsobenia exogénnych a endogénnych činiteľov alebo zmeny vyvolané antropogénnymi zásahmi do prostredia. V doterajšej praxi sa prognózovanie obidvoch typov zmien väčšinou obmedzuje iba na opis v texte sprievodných správ alebo rozšírených legiend k mapám. Spravidla sa opisuje možný prirodzený vývoj geodynamických javov alebo ich zmeny v dôsledku zásahov človeka (napr. svahových deformácií, presadania a i.), príp. očakávané zmeny vlastností hornín spôsobené zmenou úrovne podzemnej vody (zmeny pevnosti a stlačiteľnosti, objemové zmeny a i.), po otvorení stavebných jám, zárezov ap.

Valorizačné mapy prognózovania zmien geologického prostredia doteraz vznikli len sporadicky, napr. pri prognózovaní svahových deformácií v predpolí Vtáčnika v dôsledku ťažby uhlia (Malgot a Baliak, 1986) alebo v súvislosti s urbanizačnou výstavbou v severnej časti Záhorskej nížiny (Kolektív, 1990). Význam a počet takýchto máp v najbližšom období podstatne vzrastie najmä v súvislosti so zákonom o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. Najvhodnejším podkladom na ich zostavovanie sú mnohoúčelové alebo špeciálne mapy komplexnej rajonizácie, v ktorých sa súčasný stav geologického prostredia vyjadruje parametrami charakteristík vlastností jeho základných zložiek.

Pri tvorbe máp prognózovania zmien geologického prostredia spôsobených zásahmi človeka treba okrem typológie takýchto zmien vypracovať aj typologickú klasifikáciu zásahov človeka v geologickom prostredí, ako aj klasifikáciu intenzity zmien geologického prostredia a ich možného vplyvu na krajinné prostredie a technosféru.

Na základe takýchto klasifikácií vznikla aj mapa na obr. 4, v ktorej sa územné celky členia podľa očakávaného typu a intenzity (označená je malými alebo veľkými písmenami) zmien geologického prostredia v dôsledku rozmanitých technických zásahov (ich charakter vyjadruje číselný index písmen). Spôsob zostavovania máp bol publikovaný v periodiku Acta F.R.N. XII (Hrašna a Vlčko, 1986) a na 7. kongrese IAEG v Lisabone (Hrašna a Vlčko, 1994).



Obr. 4. Mapa prognózovaných zmien geologického prostredia v dôsledku výstavby. Šrafy zvýrazňujú hlavné prognózované zmeny a ich kombinácie. 1 - porušenie stability svahov (D), 2 - nadmerné a nerovnomerné stlačenie (S), 3 - zvýšenie hladiny podzemnej vody (Z), 4 - porušenie únosnosti základovej pôdy (U). Malé písmená (5) vyjadrujú menej výrazné zmeny. Číselné indexy písmen (6) vyjadrujú charakter technických zásahov spôsobujúcich príslušné zmeny: 1 - jamy a zárezy, 2 - násypy, 3 - budovy do 5 poschodí, 6 - budovy nad 5 poschodí.

Fig. 4. Map of Geoenvironmental Changes due to Urban Constructional Activities. Hatching expresses the main predicted changes and their combinations. 1 - failures on natural and artificial slopes (D), 2 - intense and differential settlement (S), 3 - groundwater table increase (Z), 4 - foundation ground failures (U). Small letters (5) express less important changes. The numbers in the symbols (6) indicate the type of urban construction activity causing geoenvironmental changes: 1 - foundation pits and road cuts, 2 - earthfills, 3 - residential buildings up to 5 floors, 4 - residential buildings higher than 5 floors.

Osobitným typom valorizačných máp sú mapy geofaktorov životného prostredia. Odvodzujú sa z predchádzajúcich typov, príp. aj z hydrogeologických, geochemických a geofyzikálnych máp. Zobrazujú sa v nich geologické faktory s podstatným významom pre využívanie a ochranu prostredia. Patria medzi ne najmä nerastné suroviny, podzemné vody, úrodná pôda, dobrá základová pôda, vhodné prostredie na skládky odpadu a iné hospodársky významné geologické potenciály (geopotenciály), ako aj rozličné geologické bariéry (geobariéry), ktoré istý spôsob využitia územia obmedzujú, príp. krajinné a životné prostredie ohrozujú (nevhodná základová pôda, zosuvy, zemetrasenia a pod.).

Záver

Načrtnutý vývoj inžinierskogeologického mapovania na Slovensku dokumentuje rastúcu úroveň poskytovania regionálnych inžinierskogeologických informácií a metód

tvorby inžinierskogeologických máp. Pre súčasné obdobie je príznačný najmä prechod od mnohoúčelových máp k špeciálnym mapám a kvantifikácia inžinierskogeologických informácií v mapách rozličnej mierky. Ďalším výrazným trendom je prechod od klasického spracúvania a tlače máp k ich zostavovaniu a tlači na počítačoch. Počítačová kartografia sa významne využíva najmä pri tvorbe máp komplexnej rajonizácie a valorizačných máp, v ktorých sa sčítavajú územné celky delimitované klasifikáciou rozličných zložiek (resp. faktorov) geologického a krajinného prostredia. Tak boli pripravené napr. už spomenuté mapy vhodnosti územia Slovenska na ukladanie odpadu v mierke 1:50 000, optimalizačná mapa pohronského urbanizačného regiónu (Vlčko, 1985), mapa vhodnosti územia na ekologicky rizikové stavby (Hrašna a Szabo, 1994) a i.

Uplatňovaním uvedených moderných trendov v teoretickej aj praktickej oblasti sa slovenská inžinierskogeologická kartografia výrazne presadzuje aj na medzinárodnom poli. Svedčia o tom mnohé príspevky v zborníkoch z medzinárodných kongresov, konferencií a sympózií, ako aj účasť slovenských špecialistov v mapovacích komisiách IAEG a IUGS. Metodika zostavovania mnohoúčelových syntetických inžinierskogeologických máp vypracovaná na Slovensku bola prijatá i do medzinárodnej smernice (IAEG a UNESCO, 1976) a metodika tvorby niektorých špeciálnych valorizačných máp bude súčasťou pripravovanej príručky mapovacej komisie IAEG.

Literatúra

Hrašna, M. 1988: Mapy komplexného inžinierskogeologického rajónovania územia. *Mineralia slov., 20, 21 - 32.*

Hrašna, M. 1991: Prehľadná inžinierskogeologická mapa Slovenska 1:200 000. *Mineralia slov., 23, 85 - 88.*

Hrašna, M. 1991: Regionálny inžinierskogeologický prieskum a hodnotenie územia pre výstavbu JEZ. *Zb. Metodické inovácie v inžinierskej geológii. Dom techniky ČSVTS Brno, Příbram, 62 - 73.*

Hrašna, M. 1993: Mapy vhodnosti územia Slovenska na ukladanie odpadu. *Mineralia slov., 23, Geovestník, 2 - 6.*

Hrašna, M., Kováčiková, M. & Vojtaško, I. 1992: Mapy vhodnosti územia na ukladanie odpadu v mierke 1:50 000 a ich využitie pri výbere lokalít skládok odpadu. *Mineralia slov., 24, 433 - 440.*

Hrašna, M. & Szabo, Š. 1994: Land suitability for ecologically hazardous developments. *Proc. 7th Int. Congr. IAEG, 1239 - 1243.*

Hrašna, M. & Vlčko, J. 1986: Inžinierskogeologická rajonizácia pre sídelno-regionálnu aglomeráciu Košice - Prešov. *Mineralia slov., 18, 253 - 258.*

Hrašna, M. & Vlčko, J. 1986: Inžinierskogeologické hodnotenie a prognózovanie geosystémov pre účely urbanizácie. *Acta F.R.N. Univ. Comen. Formatio et protectio naturae XIII, 113 - 119.*

Hrašna, M. & Vlčko, J. 1994: Developments in engineering geological mapping in Slovakia. *Proc. 7th Int. Congr. IAEG, 1231 - 1238.*

Kolektív, 1990: Hodnotenie a prognózovanie regionálnych geosystémov pre účely územného plánovania a urbanizáciu. *Manuskript - archív KIG PRIF UK, 75.*

Matula, M. & Hrašna, M. 1976: Typologická rajonizácia v inžinierskej geológii. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 29, 5 - 28.*

Matula, M., Hrašna, M. & Vlčko, J. 1986: Engineering geological maps for landuse planning documents. *Proc. Int. Congr. IAEG, 1821 - 1823.*

Malgot, J. & Baliak, F. 1983: Mapa svahových porúch Vtáčnika 1:10 000. *Slovenská kartografia, Bratislava.*

Malgot, J. & Baliak, F. 1993: Engineering-geological maps with respect to slope stability. *Proc. 7th Int. Conf. & Field Workshop on Landslides. A. A. Balkema (Rotterdam/Brookfield), 99 - 101.*

Otepka, J., Hrašna, M. & Matejček, A. 1988: Inžinierskogeologický prieskum a rajonizácia pre výber stavenísk jadrovoenergetických zariadení. *Mineralia slov., 20, 87 - 86.*

Slovenský geologický úrad, 1969: Vykonávacie predpisy SGÚ o inžinierskogeologickom mapovaní. *Bratislava, 16.*

Slovenský geologický úrad, 1989: *Smernica č. 1/1989 na zostavovanie inžinierskogeologických máp. Bratislava, 30.*

Vlčko, J. 1985: Optimalizačná analýza v inžinierskogeologickom hodnotení pohronského metropolitného regiónu. *Západ. Karpaty, Séria Hydrogeol. inž. Geol., 175 - 193.*

Vojtaško, I. 1991: Špeciálna inžinierskogeologická mapa pre skládky TKO Bratislava - 1:25 000. *GEOS Bratislava, tlač Geodézia Brno.*

The development and actual trends in engineering geological mapping in Slovakia

According to the mode of compilation three types of engineering geological maps can be distinquished:

- maps of engineering geological conditions, showing the character and spatial variability of the individual components of the geological environment,
- maps of engineering geological zoning, delimiting the territorial units with a certain degree of homogeneity of engineering geological conditions, and,
- maps of engineering geological valorization, providing information on potential landuse suitability or possible changes of the geoenvironment due to man's intervention.

Depending on the content, each of them can be prepared as an analytical or comprehensive map and according to purpose as a special or multipurpose map.

The practical experience indicates, that maps of engineering geological zoning are more accessible and useful to most of they users than maps of engineering geological conditions since they provide the same information in a rather more compact way, concentrating on delimited land units. Most appropriate and useful, mainly to non-geologists, are maps of valorization, on which the delimited land units are defined directly according to their suitability for a specific purpose. That is why the zoning and valorization map compilation has undergone an intensive development.

At present two principal methods are applied in engineering geological zoning in Slovakia: additive zoning and multicomponental zoning. In additive zoning territorial units are delimited according to the similarity of one component of engineering geological conditions (e.g. the similarity in structural arrangement of rock units) and other components are depicted using isolines, symbols, etc. The zoning maps prepared in this way provide geological information covering many aspects of landuse planning and engineering activities, but the homogeneity of engineering geological conditions in delimited zoning units is limited.

In the multicomponental zoning method (Hrašna, 1988) the territorial units are obtained by superposition of zoning maps of individual geocomponents, so they are homogeneous in terms of engineering geological conditions. Because the characteristics of the relevant properties of individual geocomponents are quantitatively defined, such maps can be stored in the computer memory and used for the generation of various models of the geoenvironment. (An example of such a map is shown in Fig. 2).

The maps of engineering geological valorization can be prepared in the form of land suitability maps, optimization maps and probabilistic maps of geoenvironmental changes.

The territorial units delimited in the land suitability maps are defined in terms of their suitability for a specific land use (e.g. industrial or residential structures, etc.). The maps of this type are usually prepared on the basis of specific classifications of individual geocomponents reflecting the purpose of the map. (An example of land suitability map for urban development is shown in Fig. 3).

The optimization maps are based on a quantified evaluation of the influence of individual geological factors on planned land development using categories, ratings, weights or more precise mathematical methods (like discrimination analysis, etc.). If further landscape factors are included in the decision-making process, a comprehensive map of optimum land use and environmental protection can be prepared.

The probabilistic maps show the potential changes of the geoenvironment and of the landscape due to natural development and/or to man's intervention. The most suitable basis for their compilation are maps of multicomponental zoning on which the relevant properties of geoenvironmental components are defined at an appropriate level, so that their development and their interactions with various engineering activities resulting in changes of the geoenvironment and landscape may be predicted. (An example of a probabilistic map of possible changes of the geoenvironment due tu urban development is shown in Fig. 4).

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 425 - 428

Nové hydrogeologické poznatky z východného Slovenska

IGOR BAJO[1] a JÁN JETEL[2]

[1]Geoconsult, a. s., Werferova 1, 040 11 Košice
[2]Geologický ústav D. Štúra, pracovisko Košice, Werferova 1, 040 11 Košice

(Prednesené na 1. zjazde Slovenskej geologickej spoločnosti 13. - 14.9.1995)

New information on hydrogeology of East Slovakia

The hydrogeological study in the East Slovakia has recently been aimed mainly at the regions of Flysch Belt and the Paleogene of Central Carpathians. New resources of groundwater amounting to many hundreds of litres per second can be obtained in these regions. The permeability of Flysch rocks is controlled chiefly by their depth below ground surface. A synthesis of data on hydrogeology and hydrogeochemistry of the Neogene and Quaternary sediments in the Košická kotlina Basin and of the neovolcanic Slanské vrchy Mts. was worked up. The study, aimed at obtaining new data for the protection of mineral waters in Baldovce, identified their infiltration area in the Levočské vrchy Mts. Attention is paid also to groundwater pollution (protection and rescue) and the assessment of sites for waste deposits.

Key words: hydrogeology, Flysch, permeability, Neogene, Quaternary, neovolcanics, groundwater resources, groundwater protection, mineral waters, waste deposits

V našom príspevku stručne informujeme o niektorých nových výsledkoch hydrogeologického výskumu a prieskumu východného Slovenska získaných na košickom pracovisku Geologického ústavu D. Štúra a v Geoconsulte, a. s., Košice. V posledných rokoch sa hydrogeologický výskum a prieskum týchto pracovísk zameral na tieto hlavné úlohy:

- základný hydrogeologický výskum a vyhľadávací hydrogeologický prieskum rajónov budovaných horninami flyšového pásma a centrálnokarpatského paleogénu,
- regionálne hydrogeologické hodnotenie Košickej kotliny a Slanských vrchov,
- ochranné pásma zdrojov stolovej minerálnej vody,
- ochrana a sanácia ekosystémov horninové prostredie - podzemná voda,
- skládkovanie odpadu.

Hydrogeologický výskum a prieskum regiónov centrálnokarpatského paleogénu a vonkajšieho flyšového pásma

Poznatky zo základného regionálneho výskumu východného Slovenska v posledných rokoch, ktoré realizoval Geologický ústav D. Štúra, pracovisko Košice, sa týkajú najmä zákonitostí distribúcie hydraulických vlastností hornín centrálnokarpatského paleogénu a karpatského flyšu a hydrogeologických pomerov skúmaných regiónov paleogénu, neogénu a kvartéru.

Nové poznatky doterajšie predstavy o hydraulických vlastnostiach a hydrogeologickej funkcii hornín karpatského flyšu a centrálnokarpatského paleogénu podstatne spresnili a sčasti aj zmenili (Jetel et al., 1990a; Jetel, 1991, 1992a, 1995). Definovali sa základné faktory priestorového rozloženia priepustnosti a prietočnosti v týchto horninách, kvantifikovali sa vplyvy jednotlivých faktorov v pripovrchovej zóne týchto hornín a stanovili sa regionálne charakteristiky litostratigrafických členov. Preukázalo sa, že základným faktorom určujúcim priemernú priepustnosť týchto hornín je súčasná hĺbková pozícia pod povrchom terénu. Pokles priemernej priepustnosti s hĺbkou má exponenciálny priebeh. Pri zväčšení hĺbky stredu skúšaného úseku o 10 m priemerná priepustnosť v skúmaných horninách najčastejšie klesá na 60 - 70 % východiskovej hodnoty (na každých 10 m hĺbky). Zistila sa aj prekvapujúco tesná záporná korelácia medzi priemernou priepustnosťou a vekom horniny (Jetel, 1995).

Veľmi zložitý je vzťah priepustnosti flyšových hornín a ich litológie. Ukázalo sa, že v značnej časti skúmaných regiónov a litostratigrafických členov, najmä v pripovrchovej zóne, tradičná predstava o antagonizme relatívne dobre priepustných pieskovcov a slabo priepustných ílovcov a prachovcov neplatí, takže rastúci podiel pieskovca v skúšaných intervaloch vrtov nevedie k rastu priemernej priepustnosti. V niektorých súboroch údajov, napr. v zuberskom súvrství Hornádskej kotliny, sa dokonca prejavuje štatisticky signifikantne zdanlivo paradoxná záporná korelácia: priemerná priepustnosť tu so zmenšujúcim sa podielom pieskovca rastie (Jetel et al., 1990b). Príčiny absencie pozitívnej korelácie medzi podielom pieskovca a priepustnosťou možno hľadať v tom, že sa diagenetickým zmenšovaním medzizrnovej priepustnosti primárne rozdiely medzi psamitmi a pelitmi stierajú a horninový masív sa z geohydraulického hľadiska homogenizuje. Sekundárnu homogenizáciu potom narúša iba tektonické porušenie, vedúce k vzniku puklinových zón prebiehajúcich nezávisle od litológie. Otvorená však zostáva otázka, prečo sú prejavy vplyvu pieskovcov na výslednú priepustnosť v jednotlivých členoch a regiónoch také rozdielne (tak napr.

v paleogéne Šarišskej vrchoviny a sčasti aj Spišskej Magury sa pozitívna korelácia medzi podielom pieskovca a priepustnosťou uplatňuje).

V rokoch 1986 - 1990 vykonal GÚDŠ regionálny hydrogeologický výskum Hornádskej kotliny (Jetel et al., 1990b). Hlavným hydrogeologickým kolektorom celej plochy regiónu je pripovrchová zóna hornín centrálnokarpatského paleogénu, zasahujúca v priemere do hĺbky 20 - 50 m. Priemernú priepustnosť ani prietočnosť v tejto zóne neovplyvňuje litofaciálny vývoj, ale hlavným faktorom určujúcim distribúciu priepustnosti je aj tu hĺbková pozícia pod povrchom. V niektorých častiach kotliny ako vrstvový kolektor funguje borovské súvrstvie na báze paleogénu. Jedným z hlavných výsledkov výskumu je zistenie rozsiahleho telesa triasových dolomitických brekcií a dolomitu v podloží paleogénu v jz. časti kotliny medzi Hrabušicami, Spišským Štvrtkom a Smižanmi. Toto teleso je najvýznamnejším kolektorom v podloží paleogénu kotliny. Pokladá sa za pokračovanie vernárskeho pruhu posunuté na V a viažu sa naň významné zdroje termálnej a pitnej podzemnej vody. Využiteľné zdroje termálnej vody sa v tomto telese zistili výskumnými vrtmi GÚDŠ pri Arnutovciach a Letanovciach. Výdatnosť prelivu termálnej vody s teplotou na ústí 30 - 31 °C z dolomitických brekcií a dolomitov v úseku 506 - 1133 m z vrtu HKJ-3 Arnutovce dosahovala 11,8 $l.s^{-1}$. Vrt odkúpilo PD Spišský Štvrtok, ale doteraz sa nevyužíva.

Najvyššiu priemernú prietočnosť v Hornádskej kotline vykazujú niektoré partie dolomitických brekcií vernárskeho pruhu a najpriaznivejšie úseky kvartérnych fluviálnych štrkov, napr. v dnovej výplni nivy Hornádu pri Smižianskej Maši a medzi Olcnavou a Kolinovcami.

Pri štúdiu prietočnosti pripovrchovej zóny paleogénu v Hornádskej kotline sa úspešne uplatnili aj nepriame metódy odhadu priemernej prietočnosti z podzemného odtoku a geomorfometrických charakteristík územia (Jetel a Kullman, 1989). Pri stanovovaní priemernej priepustnosti pripovrchovej zóny sa úspešne použila nepriama metóda, opierajúca sa o vzťah medzi chemickým zložením vody zostupných prameňov a geomorfometrickými parametrami jej napájacieho územia (Jetel, 1989).

Prevažná časť podzemnej vody odteká v lokálnych subsystémoch k najbližším lokálnym bázam odvodnenia. Regionálny subsystém prúdenia sa odvodňuje do Hornádu. Hlavný prúd tohto subsystému zostupuje do kotliny zo svahov Levočských vrchov a prechádza pri báze paleogénu a v jeho podloží cez kotlinu na J do Hornádu, kde vystupuje po vertikálnych komunikáciách do povrchového toku. Za nepodložené a celkom nereálne treba pokladať staršie predstavy o akomsi „prestupe" podzemných vôd Slovenského raja a Galmusa pod korytom Hornádu do vnútorných častí kotliny za prírodných piezometrických podmienok. Rozbor piezometrických pomerov súčasne jednoznačne vylúčil ako hydraulicky zásadne nereálnu možnosť napájania baldovskej uhličitej vody od J z Galmusa (ako to ešte nedávno predpokladali niektorí autori) a ukázal ako najpravdepodobnejší smer napájania z Levočských vrchov, príp. od Braniska.

Prognózne využiteľné množstvo podzemnej vody v Hornádskej kotline bolo vyčíslené na 438 $l.s^{-1}$, z toho 132 $l.s^{-1}$ z triasových kolektorov v podloží paleogénu, 153 $l.s^{-1}$ z kolektorov paleogénu a ďalších 153 $l.s^{-1}$ z kvartérnych kolektorov v nive Hornádu a jeho prítokov. Po aplikácii na plochu kotliny vychádza pre Hornádsku kotlinu modul využiteľného množstva podzemnej vody 1,16 $l.s^{-1}.km^{-2}$ (Jetel et al., 1990b).

V rokoch 1991 - 1993 pokračoval regionálny hydrogeologický výskum na východnom Slovensku v centrálnokarpatskom paleogéne Spišskej Magury (Jetel et al., 1993). Ukázal, že na rozdiel od niektorých iných regiónov hydraulické parametre pripovrchovej zóny v Spišskej Magure aspoň sčasti ovplyvňuje litofaciálny vývoj v tom zmysle, že vyššia priemerná priepustnosť je častejšia v partiách s výraznou prevahou (nad 75 % hrúbky) pieskovca. Pri vyššom zastúpení ílovca a prachovca v skúšanom úseku vrtu sa však už ani tu ďalší pokles priemernej priepustnosti s klesajúcim podielom pieskovca neprejavuje. Maximálna priepustnosť sa aj tu viaže na tektonicky porušené zóny bez vzťahu k litológii.

Hydrogeologické vrty GÚDŠ v šambronských vrstvách Spišskej Magury do hĺbky 150 - 200 m získali údaje o hydraulických parametroch hornín a o chemizme podzemnej vody a poskytli nové zdroje sírnej minerálnej vody (Veľká Lesná, Veľká Franková) a pitnej vody. Najvyššiu výdatnosť mal vrt SMJ-1 pri Veľkej Lesnej, ktorý v porušených pieskovcoch a zlepencoch šambronských vrstiev zastihol preliv sírnej minerálnej vody s trvale využiteľnou výdatnosťou 5 $l.s^{-1}$ (s možnosťou dočasného odberu 9 $l.s^{-1}$) a s obsahom H_2S do 11,4 $mg.l^{-1}$.

Pre členitý reliéf a malý počet hydrogeologických vrtov sa pri stanovovaní regionálnych charakteristík prietočnosti a priepustnosti vo zvýšenej miere použili nepriame metódy založené na hydrometrických, hydrochemických a geomorfometrických údajoch.

Pri posudzovaní napájania uhličitej minerálnej vody Vyšných Ružbách sa popri konštatovaní doterajšej hypotetickosti predstavy o napájaní z mezozoika Belianskych Tatier sformulovali aj iné hypotézy napájania, a to po ojedinelých hlboko otvorených vertikálnych komunikáciách z paleogénu Spišskej Magury alebo po laterálnych komunikáciách od bradlového pásma. Prognózne využiteľné množstvo podzemnej vody v paleogéne Spišskej Magury (bez vyšnoružbašského mezozoika) sa vyčíslilo na 94 $l.s^{-1}$ a v priľahlých náplavoch Dunajca na 31 $l.s^{-1}$ (Jetel et al., 1993).

V ďalších hydrogeologických rajónoch flyšových hornín sa v rokoch 1985 - 1994 skončil vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Vo flyšovom pásme bola jeho predmetom postupne oblasť Stropkov - Svidník (Bajo a Cibulka, 1985) a Zborov (Bajo a Cibulka, 1987) v Nízkych Beskydách a Čergov (Bajo et al., 1994), v centrálnokarpatskom paleogéne Levočské vrchy (Neupauer et al., 1990) a povodie Svinky v Šarišskej vrchovine (Cibulka et al., 1993). Prieskum v súlade so závermi hydrogeologického výskumu preukázal, že hlavným kolektorom vo flyšových oblastiach je pripovrchová zóna porušenia a rozvoľnenia. Perspektívne územia na sústredené zachytávanie a využívanie podzemnej vody sú hlavne v zónach intenzívneho tektonického porušenia, kde sa významný

prítok do vrtov prejavuje až do hĺbky okolo 100 m. Výdatnosť prieskumných vrtov v takýchto zónach dosahuje až 10 - 15 $l.s^{-1}$ (napr. na lokalite Majdan, Livov a Malcov v oblasti Čergova, Svidník, Duplín a Dlhá Lúka v Nízkych Beskydách alebo Jakubany v Levočských vrchoch). V skúmaných oblastiach sa vyčíslilo takéto využiteľné množstvo podzemnej vody v kategórii C_2 (bez kvartérnych náplavov):

Nízke Beskydy - oblasť Svidník - Stropkov	132 $l.s^{-1}$
Nízke Beskydy - oblasť Zborov	258 $l.s^{-1}$
paleogén Čergova	179 $l.s^{-1}$
Levočské vrchy	274 $l.s^{-1}$
povodie Svinky	105 $l.s^{-1}$

Ako vidno, nový výskum a prieskum vo vybraných regiónoch flyšového pásma a centrálnokarpatského paleogénu na východnom Slovensku potvrdili možnosť získať z predkvartérnych kolektorov minimálne 379 $l.s^{-1}$ využiteľného množstva podzemnej vody na úrovni prognóz (k tomu navyše prognóznych 184 $l.s^{-1}$ v kvartérnych kolektoroch) a 948 $l.s^{-1}$ v kategórii C_2. Výsledky dokumentujú, že aj v územiach flyšových hornín, pokladaných za málo nádejné na vodohospodárske využitie, možno zabezpečiť nové zdroje pitnej podzemnej vody.

Regionálne hydrogeologické hodnotenie Košickej kotliny a Slanských vrchov

Popri výskumoch v centrálnokarpatskom paleogéne a vo flyšovom pásme sa košické pracovisko GÚDŠ v ostatných rokoch zaoberá aj syntetickým regionálnym hodnotením údajov o hydrogeológii a hydrogeochémii Košickej kotliny a Slanských vrchov. Zo severnej časti tohto územia bola zostavená hydrogeologická mapa v mierke 1:50 000 (Jetel et al., 1989). Z hľadiska vyhľadávania nových zdrojov podzemnej vody v severnej časti Košickej kotliny sú relatívne najperspektívnejšie varhaňovské štrky „chrastnianskej litofácie" (nezvetraný polymiktný štrk s karbonátovými obliakmi; Jetel a Karoli, 1989) v priestore Varhaňovce - Chrastné - Vajkovce - Beniakovce, lemešianske zlepence teriakovského súvrstvia v okolí Lemešian, Drienova, Ličartoviec a Kendíc a napokon kvartérne štrky v nive Torysy, najmä medzi Kendicami a Drienovom. Súčasťou komplexného geologického hodnotenia celej oblasti bolo aj hydrogeologické hodnotenie južnej časti Košickej kotliny a Slanských vrchov (Jetel, 1992b). Popri iných poznatkoch sa zistilo, že priemerná priepustnosť a priepustnosť v skúšaných úsekoch vrtov v neovulkanitoch južnej časti Slanských vrchov odráža najmä exogénne a tektonické porušenie bez vzťahu k pomernému zastúpeniu efuzív a vulkanoklastík (Jetel, 1993). Hydrogeológiu a hydrogeochémiu predkvartérnych útvarov Košickej kotliny z hľadiska perspektívnosti vyhľadávania ložísk uhľovodíkov súhrnne zhodnotil Jetel (1994).

Ochranné pásma zdrojov minerálnej vody

Vyhľadávací hydrogeologický prieskum na návrh ochranných pásiem zdrojov stolovej minerálnej vody v Baldovciach v rokoch 1988 - 1993 (Haluška et al., 1993) potvrdil závery regionálneho hydrogeologického výskumu (Jetel et al., 1990b) a preukázal, že infiltračnou oblasťou baldovskej minerálnej vody sú Levočské vrchy. Obyčajná voda z paleogénnych sedimentov Levočských vrchov prestupuje po puklinových zónach zlomových línií do dolomitického komplexu baldovsko-klčovskej kryhy, ktorá je súčasťou regionálnej elevácie smeru V - Z. V triasových dolomitoch sa formuje stredne mineralizovaná (6,4 $g.l^{-1}$) vlažná (29,5 - 31,5 °C) silne uhličitá kyselka výrazného Ca-Mg-HCO_3 typu (vrt BŠ-1 Lúčka). Smerom k žriedlovej oblasti výrazne rastie celková mineralizácia až na 12 $g.l^{-1}$ (vrt BŠ-2 pri Baldovciach) so zvýšením koncentrácie zložky Na-Cl. Výstup primárnej minerálnej vody v Baldovciach sa viaže na stykovú líniu gemerika a chočského príkrovu. V blízkosti povrchu sa v zuberskom a hutianskom súvrství mieša primárna minerálna voda s obyčajnou vodou. Výsledným typom je slabo mineralizovaná (2,4 $g.l^{-1}$) studená kyselka výrazného Ca-HCO_3 typu (Haluška et al., 1993).

Ochrana a sanácia hornín a podzemnej vody

Významnú časť hydrogeologického prieskumu Geoconsultu, a. s., Košice tvorili práce súvisiace s prieskumom, návrhom ochrany a sanáciou znečistenia horninového prostredia a podzemnej vody. Vybudovaním monitorovacieho systému a hydraulickej ochrany sa skončil prieskum v ŽPR Čierna nad Tisou (Ostrolucký et al., 1991). Riešil sa problém ohrozenia zdrojov podzemnej vody v Boťanoch (Ostrolucký et al., 1994), Pavlovciach nad Uhom a Lekárovciach (Pramuk et al., 1994) po ropných haváriách na Latorici a Uhu. Prieskumné a sanačné práce sa vykonávali alebo ešte pokračujú v Slovnafte Vojany a Košice a pre Benzinol Pozdišovce (Ostrolucký, 1995), Kežmarok (Tischler et al., 1995) a Kapušany pri Prešove (Ostrolucký et al., 1989). Ich prínos pri zlepšovaní životného prostredia a ochrane zdrojov vody možno dokumentovať odčerpaným množstvom voľnej fázy ropných látok pri sanačnom čerpaní v Benzinole Pozdišovce (211 000 l), v Slovnafte Vojany (260 000 l), v Slovnafte Košice (114 000 l) a v Kežmarku (50 000 l).

Skládkovanie odpadu

Na riešenie skládkovania odpadu spracoval Geoconsult, a. s., Košice Mapu vhodnosti územia východného Slovenska pre skládky odpadov v mierke 1:200 000 (Sihelníková, 1991). V mierke 1:50 000 sa potom zostavili mapy vhodnosti územia na výber skládok odpadu pre okres Stará Ľubovňa, Bardejov, Trebišov (Sihelníková et al., 1993), Vranov nad Topľou a Svidník (Halešová et al., 1993). Súčasne prebiehal podrobný hydrogeologický a inžinierskogeologický prieskum územia nových a jestvujúcich skládok v rade lokalít na východnom Slovensku.

Záver

Výskum a prieskum na východnom Slovensku v posledných rokoch priniesli rad nových cenných vedeckých,

metodických a praktických poznatkov o hydrogeológii, a to najmä o územiach budovaných flyšovými horninami. V súvislosti s praktickou aplikáciou poznatkov treba zdôrazniť, že sa jednoznačne potvrdili reálne možnosti získať nové významné zdroje podzemnej vody na zásobovanie obyvateľstva, a to aj v rajónoch tradične pokladaných za deficitné (flyšové pásmo, centrálnokarpatský paleogén). Preto v nijakom prípade nie sú na mieste pesimistické závery o vyčerpaní možností získať na východnom Slovensku nové zdroje podzemnej vody. Navyše treba vziať do úvahy aj fakt, že sú tu doteraz nevyužívané zdroje v regiónoch preskúmaných staršími prácami (neovulkanity, kvartérne a neogénne sedimenty, mezozoické karbonáty) a že niektoré regióny východného Slovenska doteraz neboli predmetom regionálneho výskumu ani vyhľadávacieho prieskumu.

Literatúra

Bajo, I. & Cibuľka, Ľ. 1985: Nízke Beskydy - oblasť Stropkov - Svidník - vyhľadávací hydrogeologický prieskum. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Bajo, I. & Cibuľka, Ľ. 1987: Nízke Beskydy - oblasť Zborov - vyhľadávací hydrogeologický prieskum. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Bajo, I. et al. 1994: Paleogén Čergova - hydrogeologický prieskum. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Cibuľka, Ľ. et al. 1993: Paleogén povodia Svinky - hydrogeologický prieskum. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Halešová, A. et al. 1993: Mapy vhodnosti územia pre výber skládok odpadov v mierke 1:50 000 - okresy Vranov nad Topľou a Svidník. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Haluška, M. et al. 1993: Baldovce - ochranné pásma - vyhľadávací hydrogeologický prieskum. *Manuskript - Geofond Bratislava, 174.*

Jetel, J. 1989: Relationship between hydrogeochemical characteristics of near-surface zone of rock massif and hydrodynamic conditions. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., 8, 7 - 24.*

Jetel, J. 1991: Faktory priestorového rozdelenia priepustnosti a prietočnosti v horninách karpatského flyšu. *Vodohospod. Čas., 39, 3 - 4, 260 - 268.*

Jetel, J. 1992a: Nové poznatky hydrogeologického výskumu na východnom Slovensku a v karpatskom flyši. *In: M. Kaličiak (red.): Geologický výskum východného Slovenska - Výsledky a perspektívy. GÚDŠ Bratislava, 91 - 113.*

Jetel, J. 1992b: Hydrogeológia. *In: M. Kaličiak et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:50 000 Slanské vrchy a Košická kotlina - južná časť. Manuskript - Geofond Bratislava, 158 - 197.*

Jetel, J. 1993: Priepustnosť a prietočnosť neovulkanitov v južnej časti Slanských vrchov. *Geol. Práce, Spr., 98, 37 - 44.*

Jetel, J. 1994: Hydrogeologické zhodnotenie predkvartérnych útvarov prešovskej kotliny a jej okrajov. *Manuskript - GÚDŠ Bratislava, 24.*

Jetel, J. 1995: Nové pohľady na hydrogeológiu karpatského flyšu a centrálnokarpatského paleogénu. *In: M. Kaličiak (red.): Zbor. ref. z konfer. III. geologické dni Jána Slávika. GÚDŠ Bratislava, 137 - 139.*

Jetel, J. & Karoli, S. 1989: Hydrogeologická charakteristika neogénnych a kvartérnych kolektorov v severovýchodnom okolí Košíc. *In: Region. Geol. Západ. Karpát, 25, 281 - 286.*

Jetel, J. & Kullman, E. 1989: Nepriame určenie priemernej prietočnosti z podzemného odtoku a výdatností prameňov. *Region. Geol. Západ. Karpát, 25, 249 - 257.*

Jetel, J., Čechová, A. & Vranovská, A. 1990a: Hydraulické parametre hornín paleogénu Západných Karpát a zákonitosti ich priestorového a štatistického rozdelenia. *Manuskript - Geofond Bratislava, 107.*

Jetel, J., Molnár, J. & Vranovská, A. 1990b: Hydrogeologický výskum Hornádskej kotliny - záverečná správa. *Manuskript - Geofond Bratislava, 288.*

Jetel, J., Nemčok, J. & Tkáč, J. 1993: Hydrogeologický výskum Spišskej Magury - záverečná správa. *Manuskript - Geofond Bratislava, 222.*

Jetel, J., Škvarka, L. & Vranovská, A. 1989: Hydrogeologická mapa severnej časti Košickej kotliny a Slanských vrchov 1:50 000. *Manuskript - GÚDŠ Bratislava.*

Neupauer, Ľ. et al. 1990: Levočské vrchy - vyhľadávací hydrogeologický prieskum. *Manuskript - Geofond Bratislava.*

Ostrolucký, J. 1955: Ochrana podzemnej vody pred znečistením ropnými látkami na príklade Benzinolu Pozdišovce. *In: M. Kaličiak (red.): Zbor. ref. z konfer. III. geol. dni Jána Slávika. GÚDŠ Bratislava, 155 - 156.*

Ostrolucký, J. et al. 1989: Kapušany - Benzinol - ochrana podzemnej vody. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Ostrolucký, J. et al. 1991: Čierna nad Tisou - ochrana podzemnej vody. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Ostrolucký, J. et al. 1994: Boťany - Latorica - hydrogeologický prieskum pre ochranu podzemných vôd. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Pramuk, V. et al. 1994: Lekárovce - Pinkovce - Uh - prieskum pre ochranu podzemnej vody. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Sihelníková, A. 1991: Mapa vhodnosti územia východného Slovenska pre skládky odpadov v mierke 1:200 000. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Sihelníková, A. et al. 1990: Mapy vhodnosti územia pre výber skládok odpadov v mierke 1:50 000 - okresy Trebišov, Bardejov, Stará Ľubovňa. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Tischler, O. et al. 1995: Kežmarok - Oktan - ochrana podzemnej vody. *Manuskript - Geoconsult Košice.*

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 429 - 432

Vplyv ťažby a úpravy magnezitovej a magnezitovo-mastencovej suroviny na životné prostredie

LÍDIA TURANOVÁ, JÁN TURAN, ADRIANA ČELKOVÁ a JAROSLAV ŠEVC
Geologický ústav PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

(Prednesené na 1. zjazde Slovenskej geologickej spoločnosti 13. - 14.9.1995)

The impact of magnesite and magnesite-talc exploitation and dressing for the environment

The authors of this contribution tried to determine the way and the degree of pollution of soil and water from surroundings of magnesite-talc mine Hnúšťa and magnesite plant Hačava.There were determined the contents of SO_4^{2-}, Cl , Ca, Mg, Fe, Mn, As and Hg in surface water of the river Rimava. Soil samples were characterized by pH and contents of C_{ox}, carbonates and heavy metals (Pb, Co, Ni, Cr, V, Zn and Hg).

Úvod

Zachovanie genofondu rastlín a živočíchov je limitované schopnosťou prírodného prostredia prijať iba určité zaťaženie bez toho, aby biosféra mohla premieňať produkty hospodárskej činnosti človeka bez poškodenia. Dlhodobé pôsobenie emisií a ostatných škodlivých faktorov kriticky poškodzuje životné prostredie a má priamy aj nepriamy nepriaznivý vplyv na ekosystém.

Medzi najpostihnutejšie oblasti na Slovensku patria juhoslovenské kotliny a na ne nadväzujúce vrchovinné doliny s centrami ťažby a spracovania magnezitu, rúd a s chemickým priemyslom - Lovinobaňa, Hnúšťa, Jelšava, Lubeník, Rožňava a Nižná Slaná (Tirpák et al., 1990).

Hlavným zdrojom znečisťovania v skúmanej oblasti bol hačavský závod Slovenských magnezitových závodov a bývalé Rudné bane, dnes Talcum - magnezit, a. s., Hnúšťa. Zmena technológie, montáž odlučovačov prachu a ďalšie opatrenia nepriaznivé vplyvy síce podstatne znížili, napr. v oblasti Jelšavy z 3110 t/rok roku 1995 až na 557 t/rok roku 1991 (Bobro et al., 1995), ale aj v súčasnom období - po niekoľkoročnej prestávke vo výrobe a po jej znížení - sa ešte úlet dostáva do ovzdušia a svojimi vlastnosťami a obsahom prvkov ťažkých kovov môže pôsobiť na okolité prostredie. Pretože jeho obsah v skúmanej oblasti v súčasnosti nie je známy, bolo by treba situáciu dôsledne sledovať.

Zameranie práce

Cieľom nášho výskumu je doplniť poznatky o priestorovom rozšírení, spôsobe a stupni znečistenia v širšom okolí magnezitovo-mastencového ložiska Mútnik a spracovateľského komplexu Hačava. Sledovaný okolo 20 km dlhý profil smeru S - J leží medzi Tisovcom a Rimavskou Baňou. Približne v strede tohto údolia je ťažobný závod Talcum - magnezit, a. s., Hnúšťa, v ktorom sa ťaží a upravuje magnezitovo-mastencová surovina, a nový závod v Hačave, kde sa od roku 1992 upravuje dovezený magnezit.

V tomto príspevku, nadväzujúcom na našu predchádzajúcu prácu (Turanová et al., 1995), podávame iba čiastkové výsledky štúdia znečistenia sledovanej oblasti zamerané najmä na charakteristiku vody z hľadiska obsahu vybraných zložiek a na vybrané charakteristiky pôdy, a to na pH, obsah karbonátov, C_{org} a ťažkých kovov. Cieľom príspevku je informovať geologickú verejnosť o zmene zamerania nášho pôvodne čisto ložiskového výskumu.

Práce sa vykonávajú v rámci grantového projektu 1/1808/94, ktorého cieľom je zistiť vplyv ťažby a úpravy magnezitovo-mastencovej suroviny na životné prostredie.

Voda

Vzhľadom na zloženie magnezitovej a magnezitovo-mastencovej suroviny a možné vplyvy jej ťažby a úpravy sme sledovali vybrané parametre skupiny B, C a D uvádzané v norme STN 75 7221 a porovnávali sme stanovený obsah s limitnými hodnotami tried kvality povrchovej vody.

Vo vzorkách sa zisťoval obsah SO_4^{2-}, Cl^-, Ca, Mg, Fe, Mn, As a Hg. Ďalšie zložky sa, hlavne z finančných dôvodov, nesledovali.

Odber vzoriek a metodika výskumu

Dovedna sme odobrali 17 vzoriek vody. Z uvedeného profilu to bolo 15 vzoriek (11 z hlavného toku Rimavy, 3 z jej prítokov, z toho 1 z prítoku pretekajúceho banským dielom, a 1 z vodnej nádrže v Tisovci). Na porovnanie sa odobrali ešte dve vzorky, a to jedna z vodnej nádrže v Klenovci a jedna z prameňa Šťavica v Tisovci.

Vzorky vody sa odoberali jednorazovo a pokiaľ to bolo možné, asi 0,5 m od brehu a cca 20 až 30 cm pod hla-

dinou vody. Vzorky určené na zisťovanie ťažkých kovov sme konzervovali prídavkom HNO_3 a úpravou pH na hodnotu 2.

Vo vzorkách vody sme stanovili koncentráciu Ca, Fe, Mg a Mn metódou atómovej absorpčnej spektrometrie na spektrometri Perkin-Elmer 1100 atomizáciou v plameni, Hg elektrotermickou AAS na prístroji TMA-254 (Praha) a As technikou kontinuálnej generácie hydridov (HG AAS) na atómovom absorpčnom spektrometri Perkin-Elmer 308.

Obsah aniónov v pôvodných vzorkách vody sme stanovili týmito metódami: sírany gravimetricky ako $BaSO_4$ a chloridy argentometrickou titráciou s potenciometrickou indikáciou bodu ekvivalencie za použitia jodidovej ionoselektívnej elektródy (Monokrystaly, Česká republika).

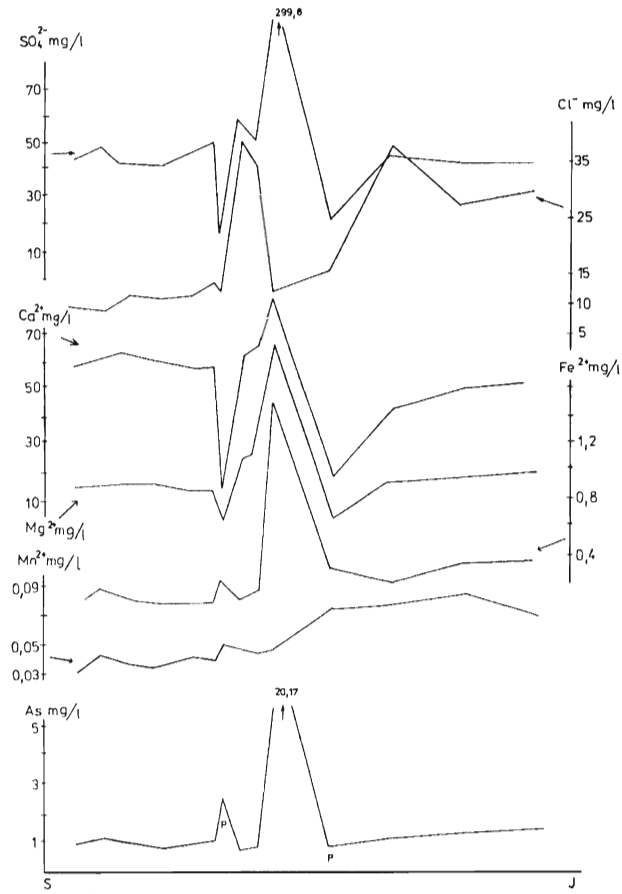
Výsledná koncentrácia jednotlivých prvkov je aritmetickým priemerom 10 a viacerých opakovaných meraní. Zvolené vzorky sme analyzovali paralelne. Správnosť stanovenia sme overili analýzou certifikovaného referenčného materiálu - vody CRM 1643c (NIST, USA).

Výsledky

Na základe porovnania obsahu zisťovaných zložiek s limitnými hodnotami normy tried kvality povrchovej vody (tab. 1) možno konštatovať, že sa stanovené zložky vo vode Rimavy vyskytujú v množstve umožňujúcom zaradiť skúmanú povrchovú vodu do I. a II. stupňa kvality. Naproti tomu obsah zložiek vo vode pretekajúcej banským dielom často limitné hodnoty II., III., ale aj IV. triedy kvality povrchovej vody prekračuje (obr. 1). Ale vyšší obsah SO_4^{2-}, Ca, Mg, Fe a As sa už na relatívne krátkej vzdialenosti po vtoku do rieky Rimava znižuje na hodnotu zodpovedajúcu limitu na zaradenie povrchovej vody do I. a II. triedy kvality.

Kvalita vody vo vodnej nádrži Tisovec je približne rovnaká ako v blízkom hlavnom toku (tab. 1).

Spracúvateľský komplex a mestská aglomerácia zvyšujú najmä obsah Cl^- (obr. 1). Pri spracúvateľskom komplexe je aj zvýšený obsah Ca a Mg (tab. 1), ale limitné hodnoty na zaradenie vody do I. a II. triedy kvality v nijakom prípade neprekračuje.



Obr. 1. Priestorové zmeny obsahu stanovených zložiek vo vzorkách vody v profile Tisovec - Rimavská Baňa.

Fig. 1. Spatial changes of contents of determined components in water samples from the profile Tisovec - Rimavská Baňa.

Priestorové zmeny obsahu zložiek v sledovanom profile vidieť na obr. 1.

Pôda

Vplyv ťažby a úpravy magnezitovej a magnezitovo-mastencovej suroviny na širšie okolie sme posudzovali

Tab. 1
Priemerné chemické zloženie vody v profile Tisovec - Rimavská Baňa
Average composition of water samples from the profile Tisovec - Rimavská Baňa

Zložka	Hlavný tok	Trieda	Pri závode	Trieda	Pri bani	Trieda	Nádrž Tisovec	Trieda
SO_4	43,6	I	58,2	I	299,8	IV	47,3	I
Cl	17,8	I	37,3	I	11,36	I	8,8	I
Ca	55,8	I	60,1	I	83,10	II	50,0	I
Mg	15,7	I	24,7	I	64,1	III	13,2	I
Fe	0,19	I	0,27	I	1,55	III	0,33	I
Mn	0,05	II	0,06	II	0,05	II	0,04	I
As	1,13	I	0,79	I	20,2	III	1,10	I
Hg	<1	-	<1	-	1,0	V	<1	-

Priemerný obsah SO_4^{2-}, Cl^-, Mg, Ca, Fe, Mn je v mg/l, obsah As a Hg v µg/l
Analyzované v Geologickom ústave PF UK v Bratislave

podľa hodnoty pH vo vodnom výluhu, podľa minerálneho zloženia, ale hlavne podľa obsahu uhličitanov, obsahu C_{ox} a ťažkých kovov v pôde.

Odber vzoriek a metodika výskumu

Takmer na rovnakých miestach ako vzorky vody sme odkopom po odstránení rastlinného porastu z hĺbky 3 až 10 cm odobrali dovedna 14 vzoriek pôd. Hmotnosť každej pôdnej vzorky bola cca 1 - 1,5 kg. Vzorkový materiál sa po vysušení preosial a na analýzu sa použila frakcia pod 0,125 mm.

Vzorky pôdy sme rozložili v zmesi kyselín HF, $HClO_4$ a HNO_3 (Weiss et al., 1983) a v roztokoch sme obsah Co, Cr, Ni, Pb a Zn stanovili plameňovou atómovou absorpčnou spektrometriou (P-E 1100). Hg sme stanovili rovnako ako vo vode a V atómovou emisnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou (ICP-AES) na spektrometri Kontron S-35 (Nemecko).

Na stanovenie organických látok v pôdnych vzorkách sa použila modifikovaná metodika podľa Královej et al. (1991). Stanovili sa nasledujúce organické látky prepočítané na C_{ox}: 1) voľné fulvokyseliny, ktoré sa uvoľnili pôsobením H_2SO_4, 2) viazané fulvokyseliny a viazané humínové kyseliny extrahovateľné roztokom NaOH, 3) zvyškové organické látky, t. j. látky, ktoré sa neextrahovali postupným pôsobením kyslých a alkalických roztokov. Suma uvedených látok zodpovedá celkovému C_{ox}.

Princípom stanovovania skupín organických látok bola ich oxidácia 0,2 M $K_2Cr_2O_7$ v prostredí H_2SO_4. Príslušný podiel $K_2Cr_2O_7$ spotrebovaný na oxidáciu sa stanovil jodometricky.

Výsledná koncentrácia prvkov je aritmetickým priemerom 10 a viac opakovaných meraní. Zvolené vzorky sme analyzovali paralelne. Správnosť stanovenia sme overili analýzou certifikovaných referenčných materiálov, a to pôdy SO-2 a SO-4 (CANMET, Kanada).

Výsledky

Štatistické charakteristiky stanovených hodnôt pH, uhličitanov, C_{ox} a ťažkých kovov sú v tab. 2.

Vzorky pôdy vo vybranom profile mali pH od 7,18 do 8,52 (8,52 vzorka z bezprostredného okolia závodu na spracovanie magnezitu).

V okolí magnezitárne je hnedá pôda s pomerne vyrovnanými fyzikálnochemickými vlastnosťami, ktorej pH neovplyvnené spádom klesá pod 5,5 (Linkeš a Klobušický in Čurlík, 1971). Uvedení autori vymedzili oblasť vplyvu exhalátov na základe hodnôt pH zhruba od Rimavskej Píly po Hnúšťu-Likier. Ukázalo sa, že táto oblasť je v súčasnosti podstatne širšia a zahŕňa aspoň celú skúmanú oblasť, z ktorej vzorky pochádzajú.

Podľa mineralogického rozboru vzorky pôdy obsahujú 20 až 50 % ílovej frakcie, najmä smektit, spravidla rovnaký podiel tvorí aj SiO_2 a svetlá v menšom množstve aj tmavá sľuda (biotit) sú na treťom mieste. Vo vzorkách z bezprostredného okolia Hačavy sa identifikovali aj K živce. V pôde sú hojné tiež opakové minerály, jednak úlet vypáleného magnezitu, ale aj limonit. Ťažkú frakciu tvorí pestrá zmes minerálov uvoľnených z materských hornín tejto oblasti pri zvetrávaní. Vo výraznej väčšine ide o klastiká, ale v niektorých prípadoch nemožno vylúčiť ani autigénny pôvod. V ťažkej frakcii sú zastúpené opakové minerály, hlavne oxidy a hydroxidy Fe, ďalej granáty, amfiboly a turmalín.

Celková karbonátnosť pôdnych vzoriek je nízka,okolo 3 %. Uhličitany zastupuje magnezit, dolomit a kalcit. Keďže ide nepochybne o klastogénne minerály - výnimkou môže byť iba kalcit - nemožno sa pozastavovať nad asociáciou kalcit - magnezit, ktorá sa v rámci magnezitových ložísk vylučuje.

Obsah humusových látok prepočítaných na základe stanoveného C_{ox} je najčastejšie malý až stredný, redšie veľmi malý. Podľa klasifikácie Bedrnu (1966, in Hraško a Bedrna, 1988), ktorá vyčleňuje typy pôdy podľa percentového obsahu humusových látok, pôda v skúmanom profile patrí do pôdneho typu regozem a luvizem. Podľa obsahu humusových látok a obsahu ílu v skúmanej pôde možno konštatovať, že ide o pomerne deštruovanú, neštandardnú pôdu.

Ťažké kovy

Obsah ťažkých kovov v skúmaných vzorkách je nízky a veľmi variabilný a ich celkový obsah spravidla oveľa

Tab. 2
Základné štatistické charakteristiky vybraných parametrov pôdy
Basic statistical characteristics of some components of soil

Zložka	n	x %	min %	max %	S	V
pH	13	7,80	7,18	8,52	0,32	0,10
C_{ox}	13	1,41	0,50	2,32	0,59	0,35
$MgCO_3$	13	1,60	0	8,73	-	5,31
$CaCO_3$	13	1,64	0	10,42	-	8,33
$CaMg(CO_3)_2$	13	0,65	0	2,28	-	0,63
Pb	13	37,93	23,8	62,7	11,09	122,99
Co	13	12,31	7,5	16,5	2,70	7,27
Ni	13	24,42	15,3	40,3	7,64	58,39
Cr	13	60,49	49,1	86,9	11,91	141,94
V	13	86,25	68,2	113,0	15,37	236,18
Zn	13	114,0	70,5	192,7	38,84	1508,81
Hg	13	0,07	0,02	0,11	0,02	5,40 E-4

x - aritmetický priemer, min - minimálny obsah, max - maximálny obsah, S - štandardná odchýlka, V - variácia, C_{ox}, uhličitany boli stanovené v %, ostatné prvky v µg/g. Analyzované v geologickom ústave PF UK v Bratislave.

Tab. 3
Korelačná matica C_{ox} karbonátov a ťažkých kovov
Correlation matrix of C_{ox} carbonates and heavy metals

	Cox	karb.	Pb	Co	Ni	Cr	V	Zn
C_{ox}	1,0000	-	-	-	-	-	-	-
karb.	0,4020	1,0000	-	-	-	-	-	-
Pb	0,9021	0,2626	1,0000	-	-	-	-	-
Co	0,4688	0,5599	0,4516	1,0000	-	-	-	-
Ni	0,5498	0,4541	0,5635	0,8672	1,0000	-	-	-
Cr	0,4382	0,2173	0,4382	0,7926	0,9286	1,0000	-	-
V	0,4679	0,3418	0,4138	0,8097	0,8984	0,9391	1,0000	-
Zn	0,5280	0,2820	0,4638	0,3813	0,2395	0,1332	0,1850	1,0000
Hg	0,8194	0,5223	0,6831	0,3834	0,4453	0,2491	0,3289	0,3102

nižší ako napr. v čiernych bridliciach (Turanová et al., 1995) a v nivných sedimentoch (Minařík et al., 1992), ale spravidla vyšší ako priemerný obsah ťažkých kovov v poľnohospodárskej pôde, ale v nijakom prípade neprekračuje najvyššie prípustné hodnoty rizikových látok v neštandardnej pôde definované v rozhodnutí Ministerstva pôdohospodárstva SR (1994).

Z hľadiska pôsobenia ťažkých prvkov na prostredie sú dôležité typy väzby. V magnezitových úletoch, ktoré podľa Hajdúka a Hauskrechta (1967) tvorí 65 až 80 % MgO, 5 až 6,6 % Fe_2O_3, 1,5 až 3,0 % SiO_2 a 0,5 až 2,5 % CaO, sa zachytáva Pb, Cu, Cd, Zn, Sb a As, kým Co, Ni a Hg sa zachytávajú nepatrne (Bobro et al., 1995). Korelačná matica ťažkých prvkov doplnená o koreláciu ťažkých prvkov s uhličitami a C_{org} je v tab. 3, ktorá ukazuje, že celkový obsah ťažkých kovov nekoreluje ani s jednotlivými uhličitanmi, ani s ich sumou. Istá korelácia, vyjadrená hodnotami korelačných koeficientov pohybujúcimi sa od 0,55 do 0,89, sa naopak prejavila medzi C_{org}, Hg, Zn a Pb. Najvyššie hodnoty korelačných koeficientov sa zaznamenali medzi ťažkými prvkami Pb, Hg, Ni, Co, Cr a V navzájom.

Štúdium distribúcie ťažkých kovov v priestore ukázalo, že vzdialenosť ťažobného a spracúvateľského komplexu nemá na celkový obsah ťažkých kovov v pôde podstatný vplyv. Na druhej strane sa výrazne prejavil negatívny vplyv dopravy, a to najvýraznejšie pri Pb, ktorého priemerný obsah v pôde bol dokonca vyšší ako v čiernych bridliciach a úmerne s rastúcou vzdialenosťou od cesty klesal, pričom sa spravidla znižoval aj obsah ďalších ťažkých kovov.

Záver

Chemické zloženie vody v Rimave a v jej prítokoch primárne závisí od mineralogického zloženia geologického prostredia územia pozdĺž toku, od množstva a kvality prítokov a sekundárne od antropogénnych vplyvov pôsobiacich v povodí. Aj keď sa vplyv banského diela, ako aj spracúvateľského komplexu a mestskej aglomerácie prejavil zvýšeným obsahom niektorých zložiek, vzhľadom na celkové množstvo vody v Rimave je zanedbateľný. Z celkového hodnotenia kvality vody v Rimave vyplýva, že z hľadiska skúmaných parametrov je kvalita vody tejto rieky vyhovujúca.

Z mineralogického rozboru vychodí, že zloženie pôdy, rovnako ako aj jej chemickú skladbu výrazne ovplyvňuje minerálne zloženie hornín okolitého kryštalinika. Vplyvom exhalačných splodín sa v pôde hromadí magnezit a horečnaté produkty jeho spracovania a tie podstatne ovplyvňujú pH pôdy. Z porovnania s údajmi spred roka 1971 sa ukazuje, že rozsah znečistenia je väčší. Zistená koncentrácia ťažkých kovov nateraz nepredstavuje nebezpečenstvo toxického pôsobenia, ale tieto prvky treba sledovať, aby ich koncentrácia - hlavne v lúčnej a lesnej pôde - nedosiahla časom nežiaduce hodnoty.

Literatúra

Bobro, M., Šofranko, E. & Bocková, E. 1995: Mineralogické a chemické vlastnosti prachových úletov z technológií závodu SMZ, a. s. Jelšava. *In: Zbor. Struktury a textury minerálů, Banský Studenec, 65 - 67.*

Čurlík, J. 1971: Príspevok k mineralogickému štúdiu pôd ovplyvnených magnezitovými exhalačnými splodinami v Hačave. *Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznalectva a výživy rastlín, Bratislava, 5, 115 - 123.*

Hajdúk, J. & Hauskrecht, I. 1967: Príspevok k výskumu horečnatých pôd v oblasti magnezitových závodov a k ich meliorácii. *Poľnohospodárstvo, 13, 1.*

Hraško, J. & Bedrna, Z. 1988: Aplikované pôdoznalectvo. *Príroda, Bratislava, 1 - 473.*

Minařík, L., Benešová, J., Absolon, K. & Dubanská, V. 1992: Distribuce těžkých kovů v nivních sedimentech středního Polabí. *In: Zbor. Geochemie a životní prostředí. Kostelec na Černými lesy, 40 - 41.*

STN 75 7221, 1989: Klasifikace jakosti povrchových vod. *Vydavatelství norem, Praha, 1 - 20.*

Tirpák, I. et al. 1990: Slovensko. Propagačný material Slovenskej komisie pre životné prostredie. *Vyd. AB film productions, Bratislava, 1 - 35.*

Turanová, L., Khun, M., Turan, J. & Čelková, A. 1995: Ťažké kovy v čiernych bridliciach ložiskových oblastí Západných Karpát a ich vplyv na životné prostredie. *Mineralia Slov., 27, 2, 99 - 105.*

Mineralia Slovaca, 27 (1995), 433 - 450

SÚHRNNÝ REFERÁT

Vymieranie v histórii Zeme - náhodné alebo zákonité udalosti?

MARTIN GRECULA

Ústav geologie a paleontologie PřF UK, Albertov 6, 128 43 Praha 2, študent 5. ročníka

(Doručené 18.5.1995)

Extinctions in Earth History - Random or Regular Events ?

Many natural processes vary in their magnitude or intensity through time. Frequency distribution of most of them was proved to be lognormal. This is also the case of biodiversity changes. There are many intervals in stratigraphic column that differ from each other by the intensity of extinction. Even if there are problems with distringuishing extinctions from morfological changes within persisting lineages, statistical analysis shows continual sequence between big and small events. This implies that extinction events cannot be classified dichotomically. The use of term "background" extinction is convenient only when considering diversity changes at lower levels of hierarchical structure of ecosystem while dealing with higher ones. Crisis at higher levels affects broader spectrum of higher taxonomic categories. But also in mass extinction events certain selectivity is apparent,which stems many times from different life strategies of distinct populations of species. There is no evidence for accumulation of stress resistance with time. Greater life span means rather multiple successful test of species characteristics than accumulation of adapations.

Stepwise character of extinctions identified many times when HIRES stratigraphy was applied can be explained as a "quantum" collapse of ecosystem (interdependant subgroups affected by the loss of key members) or as a consequence of global catastrophes. But interpretation could be fault if not considering gaps in record caused by rapid sea-level oscillations.

Many workers tried to link proposed periodicity of extinctions with similarly fluctuating abiotic processes. The. most discussed are impacts of extraterrestrial bodies but crater ages only scarcely correlate with peaks of mass extinctions. Much more important turns to be massive volcanism accompanying creation of large flood basalts provinces. Volcanism could also explain most of worldwide Ir and other trace elements anomalies. Each extinction theory must take into account the internal dynamics of ecosystem. It was theoretically proved that size of diversity fall is more depandant on a state of the system than on size of external perturbations. Evolving ecosystem becomes more complex but also more fragile.

Extinction periods are very important in evolution. They cause its acceleration and create certain evolutionary trends.

Key words: extinction events, frequency distribution and periodicity of extinctions, selectivity, tempo of extinctions, mechanisms of biotic crisis, evolution

Úvod

Rôznorodosť života v celej histórii Zeme reprezentovaná diverzitou fosílnej fauny a flóry je ohromujúca.

Paleontologická literatúra opisuje nálezy asi 250 tisíc druhov organizmov, ktoré sa zaraďujú do 35 tisíc rodov a 4 tisíc čeľadí. Ale fosilizácia je taká výnimočná udalosť, že tieto čísla môžu predstavovať oveľa menej ako 1 % foriem vskutku obývajúcich našu planétu počas jej doterajšej histórie (Raup,1993).

Z porovnania fosílnych zvyškov a organizmov žijúcich v súčasnosti vychodí, že pravdepodobne viac ako 99,9 % všetkých druhov už na Zemi nežije (Raup, 1993).

Možno uvažovať, že sa druhy v rámci fyletickej evolúcie postupne transformovali na iné, ale stratigrafické záznamy poskytujú dôkazy o tom, že sa mnohé vývojové línie skončili náhle, bez zachovania akéhokoľvek potomstva.

Cieľom našej práce je definovať vymieranie, analyzovať jeho povahu, rozsah a priebeh. Dôraz sa kladie na hodnotenie vplyvu zmien vonkajšieho prostredia a reakcií zložiek ekosystému na ne. Analyzuje sa aj vývoj citlivosti taxónov na podnety zvonka a otázka závislosti vymierania od veku taxónov.

Ukazuje sa, že je viac úrovní vymierania. Na otázku, v čom sa príčiny katastrofického a priebežného vymierania odlišujú a či ide o kvalitatívne alebo kvantitatívne zmeny, ale aj na iné otázky, ponúkajú rozličnί autori aj veľmi rozdielne odpovede. Veľa sa očakáva od podrobného výskumu hraničných intervalov a tempa vymierania. Významným príspevkom do poznania prebiehajúcich procesov môže byť počítačové modelovanie vývoja ekosystémov, ale celý výskum smeruje najmä k zhodnoteniu úlohy vymierania v evolúcii života na Zemi.

Niektoré charakteristiky prírodných procesov

Nevyhnutnosť nepravdepodobného

Aktualizmus je osvedčený princíp rekonštrukcie procesov prebiehajúcich v minulosti, ale nemožno tvrdiť, že to, čo nie je možné pozorovať dnes, sa nestalo nikdy v histórii Zeme.

Geologický záznam svedčí o dlhodobých trendoch zmien prostredia. Od vzniku planéty sa významne zmenilo zloženie atmosféry a niekoľkonásobne poklesol tepelný tok (Gretener, 1986). Vznikol život a postupne sa šíril. Znížila sa rýchlosť rotácie Zeme a do istej miery aj pomer pevnín a oceánov na zemskom povrchu.

Okrem dlhodobých trendov sú aj relatívne kratšie výkyvy s rozličnou amplitúdou, a to či už ide o pohyby morskej hladiny, vývoj globálnej teploty, udalosti typu vulkanických erupcií alebo o zemetrasenia. Ukazuje sa, že väčšina takýchto procesov sa riadi lognormálnym rozdelením (Johnson, 1993; McKinney a Oyen, 1989; obr. 1).

Do popredia vystupuje faktor času. Podľa teórie pravdepodobnosti je namieste tvrdenie, že sa pri dostatku času aj nepravdepodobné stáva nevyhnutným (Hsü, 1983).

Je otázka, ako sú v zázname rozmiestnené výnimočné udalosti a či je ich distribúcia náhodná, alebo či v nej možno zistiť isté zákonitosti.

Náhodnosť procesov

Definovať termín náhodnosť procesov sa usiloval rad autorov. V podstate sa zhodujú na vlastnosti nepredvídateľnosti pre pozorovateľa. Kolmogorov v 60. rokoch tento pojem charakterizoval ako stav maximálnej komplexnosti. Inak povedané, je to zmena istej veličiny v čase nelimitovaná v smere ani miere tejto zmeny.

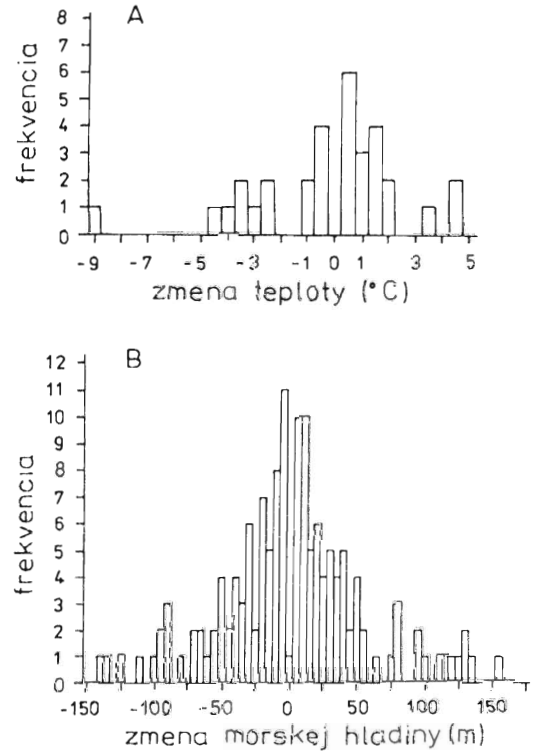
Nedeterminizmus (alebo skutočná náhodnosť) je len na subatomárnej úrovni, ale tá nie je doménou geologických vied (McKinney a Oyen, 1989).

Komplexnosť v reálnych časových radoch

V geologickom zázname možno pozorovať javy, ktoré nereprezentujú zmenu jedinej veličiny, ale interferenciu množstva síl (niekedy nezávislých, inokedy áno), ktoré sa menia čo do amplitúdy, periódy aj smeru, niekedy vo fáze, inokedy nie. Tento fakt dozaista robí predpoveď nasledujúceho stavu neistou, ale je to iba pre nedostatok úplného poznania povahy pôsobiacich síl. Takže to, s čím geológ väčšine prichádza do styku, je operačná, nie skutočná náhodnosť (McKinney a Oyen, 1989).

Napriek nedostatku poznatkov možno v reálnych časových radoch pozorovať nie náhodné znaky, pretože pôsobiace sily sa navzájom nerušia vždy. Jedna z nich môže nejaký čas dominovať (konštantne alebo intermitentne) a vytvoriť trend čiže obmedzenie (constraint) náhodnosti v smere zmeny veličiny. „Najnáhodnejšie" rady (s takmer symetrickou funkciou hustoty pravdepodobnosti) sú tie, v ktorých sú interferujúce zložky v opozícii a takmer vyrovnané v sile a frekvencii v dostatočne dlhom časovom úseku. Naopak najmenej „náhodné" sú tie rady, na ktorých sa zúčastňuje iba jeden alebo málo kontrolujúcich vplyvov bez protipôsobiacich síl.

Už sa spomenulo, že veľkosť zmien mnohých prírodných dejov aspoň aproximuje lognormálne rozdelenie frekvencie, a to či už ide o zemetrasenia, povodne, vulkanické erupcie alebo geochemické anomálie



Obr. 1. Distribúcia veľkosti zmien vyskytujúcich sa každé 2 milióny rokov na teplotnej krivke v Severnom mori (a), a každý 1 milión rokov na globálnej eustatickej krivke (b). Absolútne hodnoty zmeny majú približne lognormálne rozdelenie (podľa McKinneyho a Oyena, 1989).

(McKinney a Oyen, 1989; obr. 1). Dôvody tohto opisujú už vyslovený fakt: lognormálne rozdelenie sa objavuje vtedy, keď sú procesy výsledkom množstva mnohonásobne sa kombinujúcich príčin.

Zdanlivá, alebo operačná náhodnosť je pre geológiu ako historickú vedu značnou motiváciou. Možno totiž veriť, že udalosti histórie Zeme nie sú úplne unikátne, ale naopak do istej miery predikovateľné a že v pozadí stojaca príčinnosť sa dá odvodiť zo vzájomného porovnávania vývoja prírodných fenoménov v čase (napr. biologickej diverzity a teploty, pohybu morskej hladiny, vulkanizmu alebo z distribúcie impaktov na Zemi).

Pozícia a vývoj organizmov v ekosystéme

Živočíchy a rastliny sú neoddeliteľnou súčasťou systému, ktorý sa chápe ako interaktívna sieť vzťahov medzi koexistujúcimi živými organizmami a ich neživým prostredím (Plotnick a McKinney, 1993). Jednotkami tejto siete môžu byť jedinci, druhy, trofické skupiny, spoločenstvá a pod. Interakcie môžu zahŕňať tok energie alebo materiálu, konkurenciu, predáciu alebo akúkoľvek inú formu priameho alebo nepriameho vzťahu.

Výskyt a úspešná existencia organizmov v istom prostredí závisí od radu podmienok. Absenciu alebo zlú prosperitu (zmenšovanie diverzity, resp. hojnosti) môže vyvolať kvalitatívny alebo kvantitatívny nedostatok

v rámci niektorého z ekologických faktorov, najmä ak sa blíži k hranici, ktorú ešte organizmus môže tolerovať.

Schopnosť väčšiny druhov prežiť krízu spočíva nepochybne v sile adaptácie „bežným", darwinovským prírodným výberom. Adaptácia prebieha v rozličných formách. Aby bola úspešná, musí druhom umožniť vyhnúť sa najstresujúcejšiemu prostrediu alebo v ňom prežiť, ale selekcia je schopná zabezpečiť prežitie takýmto spôsobom, len ak sa stres v prostredí vyskytuje dostatočne často, aby ho prírodný výber „videl" (Raup, 1993).

Odpoveď na otázku, aký vplyv na biotu má lognormálne rozdelenie zmien abiotických faktorov, sa hľadá už vyše sto rokov. Jediné, čo sa nedá poprieť, je fakt, že vo vrstvovom slede sú miesta, v ktorých množstvo druhov náhle mizne a v ktorých nadloží je zloženie nachádzanej fauny podstatne odlišné.

Klasický darwinizmus vplyv veľkých výkyvov prostredia na živé organizmy príliš do úvahy neberie. S pozorovanými zmenami fosílnych spoločenstiev sa vysporadúva tvrdením, že záznam nie je úplný. Vývoj na makroevolučnej (naddruhovej) úrovni je podľa tejto teórie výsledkom postupných alelických zmien v tej istej vývojovej línii. To sa spravidla deje lokálne a v zásade pomaly a plynulo. Preto Leyellove Principles of Geology ako podklad Darwinovho učenia, napríklad tvrdia, že ak je medzi organickými zvyškami eocénnych a mástrichtských vrstiev väčší rozdiel ako medzi eocénom a recentnými uloženinami, dá sa medzi nimi predpokladať aj väčší časový rozdiel (Raup, 1993). Ale rádiometrické datovanie nič podobné nepotvrdzuje.

Náhľady o kolísaní biodiverzity v geologickej histórii, o obdobiach rozkvetu oddelených hlbokými krízami zhodujúcimi sa s hlavnými stratigrafickými rozhraniami vo fanerozoiku, sa vyskytli už v 19. stor. (Newell, 1984). Moderným protipólom evolučného gradualizmu je od roku 1972 teória prerušovaných rovnováh (punctuated equilibrium) Eldridgea a Goulda (pozri Pokorný, 1992). Makroevolúcia v takomto chápaní nie je iba extrapoláciou mikroevolúcie, ale aj výsledkom medzidruhovej selekcie. Druhy sú podľa Goulda, podobne ako indivíduá, súdržnými a stabilnými jednotkami, ktoré prežívajú rozdielne a majú odlišný evolučný úspech. Teória tvrdí (Gould, 1986), že prírodný výber pôsobí na úrovni indivíduí rozličných kategórií - génov, organizmov, populácií, druhov a ich skupín. Selekcia na úrovniach tejto hierarchie sa vyznačuje relatívnou autonómiou, ale sa môže negatívne či pozitívne ovplyvňovať.

Hierarchická štruktúra prírodných procesov je základom Eldridgeovej a Gouldovej teórie. V najnižšom časovom stupni nastávajú evolučné zmeny v krátkych úsekoch existencie druhu ako reakcia na bežnú fluktuáciu ekologických faktorov. Vzájomná súťaž druhov môže viesť k zdokonaleniu morfologickej adaptácie selekciou. Ale čokoľvek sa na tejto úrovni nahromadí, môže sa pri zmenách vyššieho stupňa ukázať ako neefektívne a byť zvrátené alebo zničené. Priamym dôsledkom je potom výrazný pokles v biodiverzite čiže vymieranie zástupcov celých taxonomických skupín v relatívne krátkom čase.

Vymieranie vo fosílnom zázname

Teória kontinua

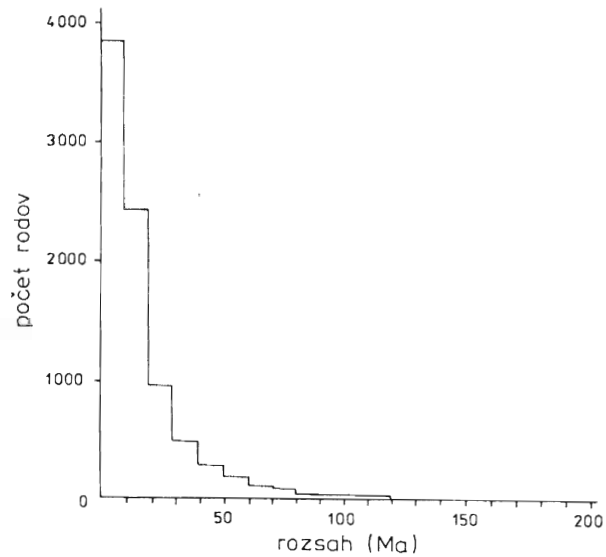
Výskyt každého taxónu má isté časové rozpätie. Literatúra odhaduje stredné trvanie druhu v geologickej histórii na 4 milióny a rodu na 28 miliónov rokov (Raup, 1993). Z histogramu rozsahu druhov a rodov možno zistiť značnú šikmosť priebehu funkcie s prevahou kratšieho trvania (Raup,1993; obr. 2). Stredná hodnota rodu sa tak ukazuje ako kombinácia mnohých krátkych a malého počtu dlhých časových rozpätí taxónov. Preto rody blížiace sa hraničnej hodnote 160 miliónov rokov možno nesporne volať živými fosíliami.

Moment, v ktorom istý taxón prestáva existovať, zostáva problémom. Druhy sa pokladajú za vymreté, keď nastáva skutočná terminácia línie, ale aj pseudoextinkcia čiže zdanlivé vymretie, keď taxóny zanechávajú potomkov (morfologická premena druhu).

Taxóny z vrstvového sledu by teoreticky mohli byť v čase rozložené úplne pravidelne, ale, ako sme už spomenuli, sú stratigrafické intervaly, v ktorých je frekvencia terminácií druhov aj niekoľkonásobne vyššia ako v iných. Tak pri správnom stanovení absolútnej dĺžky týchto intervalov možno rozoznávať jednotlivé „udalosti" vymierania rozličnej intenzity.

Za uplynulých 600 miliónov rokov päťkrát nastal čas, ktorý podľa zmien vo fosílnej flóre a faune možno jednoznačne nazvať obdobím hromadného vymierania (tab. 1).

Napriek niektorým zjednodušujúcim predpokladom, ako je rovnaká reakcia v rámci čeľade alebo bližšie neurčená korelácia časových intervalov epizód, „veľká pätorka" predstavuje hlavné udalosti v histórii života na Zemi. Kuriozitou je, že iba 4 % všetkých druhových extinkcií vo fanerozoiku nastalo počas spomenutých



Obr. 2. Geologický rozsah fosílnych rodov založený na údajoch o morských organizmoch (podľa Raupa, 1993).

Tab.1
Najväčšie udalosti vymierania vo fanerozoiku (podľa Raupa, 1993)

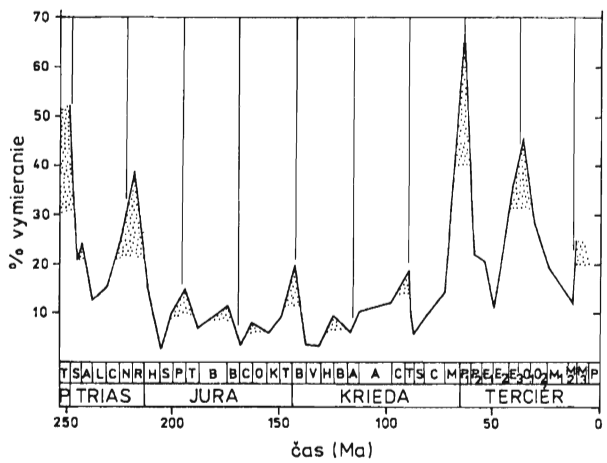
Epizóda vymierania	Geologický vek (Ma)	Počet vymretých druhov (%)
koniec kriedy (K/T)	65	76
koniec triasu	208	76
koniec permu	245	96
frasn/famen (F/F)	367	82
koniec ordoviku	439	85

hlavných kríz (Raup, 1993). Zostáva otázka, ako je v čase rozložených zvyšných 96 %.

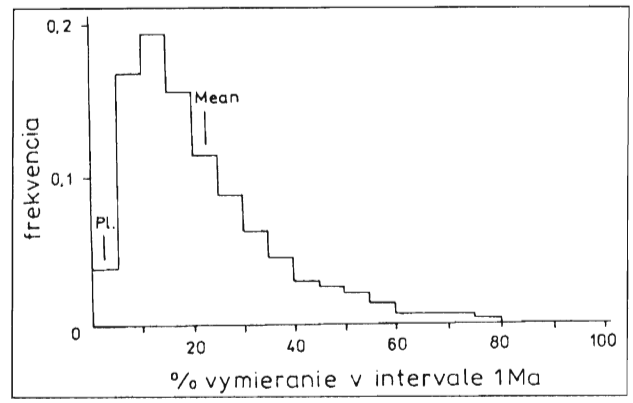
Obmedzenie vyplývajúce z povahy stratigrafického sledu je jeho prah detekcie. Mnohé udalosti sa sústreďujú do jediného pozorovateľného momentu, kým jemnejšie zmeny sa strácajú. Ak sa teda vykreslí graf percentového vymierania taxónov v závislosti od času, zvyčajne nemožno nájsť na krivke bod, ktorého y-ová súradnica by sa rovnala nule. Aj preto nie, že v literatúre sa rozsah väčšiny druhov uvádza v rozmedzí stupňov, teda len veľmi približne.

Tak sa objavuje veličina priebežného vymierania (background extinction; Sepkoski, 1986), ktorá by sa dala chápať ako minimálna hodnota percentového vymiznutia taxónov v reálnom úseku stratigrafickej časovej škály.

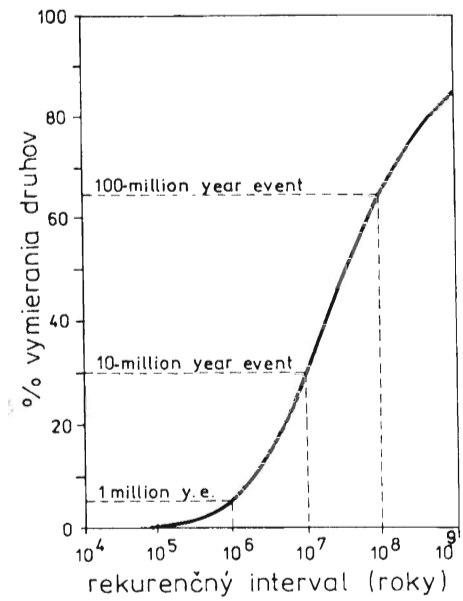
Raup a Sepkoski roku 1986 publikovali výsledky štatistickej analýzy zmien vymierania na úrovni rodov za posledných 250 miliónov rokov založenej na údajoch zo zborníka Treatise on Paleontology (Sepkoski,1986; obr. 3). Na grafe sú zaujímavé dve skutočnosti: a) je „veľké" a „malé" vymieranie, teda úrovňou odlišné extrémy na krivke, b) krivka sa vyznačuje istou pravidelnosťou čiže náznakom periodicity. Graf ponúka dichotomickú klasifikáciu vymierania, na hromadné a priebežné, príp. rozdelenie na niekoľko veľkostných úrovní. Ale skôr, ako sa takýto postup použije, je užitočné znázorniť frekvenciu percentového vymierania za milión rokov (Raup, 1993; obr. 4).



Obr. 3. Percentové vymieranie morských rodov za ostatných 250 mil. rokov (podľa Sepkoského, 1990).



Obr. 4. Variácie vo vymieraní druhov za 1 milión rokov počas fanerozoika (podľa Raupa, 1993).



Obr. 5. „Krivka smrti" vo vymieraní fanerozoických druhov (podľa Raupa, 1993).

Histogram je založený na dátach Sepkoského a Raupa, ale pracuje s druhmi. Keďže druhy nemožno na tejto rozlišovacej úrovni (rozsah sa udáva v rádoch stupňov) monitorovať priamo, využíva sa extrapolácia rodových údajov.

Aby bol význam takéhoto rozdelenia ešte zrejmejší, dajú sa spomenuté dáta vykresliť aj v podobe kumulatívnej frekvenčnej krivky (Raup 1993; obr. 5). Horizontála v systéme koordinát vyjadruje rekurenčný interval, resp. „čas čakania", čo je priemerný interval medzi udalosťou a ďalším výskytom udalosti rovnakej alebo väčšej intenzity. Vertikála znázorňuje percentovú hodnotu vymierania druhov.

V konkrétnej procedúre „udalosť" vymierania zahŕňa všetky extinkcie ľubovoľne malého intervalu (v tomto prípade 10 000 rokov). Z obr. 5 vychodí, že najmenej 5 % jestujúcich druhov vymrie za každý milión rokov. Vymieranie raz za desať miliónov rokov postihuje prie-

merne 30 % druhov, raz za 100 miliónov až 65 %. „Veľká pätorka" hromadného vymierania je tesne nad 100-miliónovou úrovňou, čo sa zhoduje s pozorovaním, že za posledných 600 miliónov rokov takéto udalosti nastali päť ráz.

„Krivka smrti" (kill curve; obr. 5, Raup, 1993) neindikuje svojím priebehom nijaké stupne alebo prahy. Svedčí to teda skôr o spojitosti medzi malým a veľkým vymieraním, a tak sa delenie vymieraní na hromadné a priebežné neukazuje ako adekvátne. Navyše je krivka silným dôkazom aj proti rozšírenému náhľadu, že väčšia udalosť vo vymieraní je len náhodnou koincidenciou nezávislých druhových terminácií. Pravdepodobnosť takéhoto javu je totiž príliš malá aj na to, aby zodpovedala za 5-percentové vymieranie (Raup, 1993).

Kritika celého postupu je poruke: sporná je kvalita dát, viacnásobná extrapolácia i ďalšie štatistické metódy (Boucot, 1986). A tak zostáva otázka, či je, alebo nie je medzi jednotlivými vymieraniami kvalitatívny a kvantitatívny rozdiel.

Problém detekcie

Súbor dát súčasných štatistických analýz vymierania od Sepkoského, Raupa, Footea, Boyajiana a iných sa skladá približne z 31 000 fosílnych rodov zahrnutých v paleontologickej literatúre. Ako vymretie sa berie údaj o poslednom výskyte rodu, ale táto informácia môže reprezentovať celú škálu javov (Sepkoski, 1990):

a) skutočné vymieranie (terminániu finálnych druhov v monofyletických rodoch)

b) vymieranie druhov v parafyletických rodoch

c) fyletickú evolúciu (zmena mien v rámci pretrvávajúcich línií)

d) výskyt rodových synoným alebo nerozpoznaných taxónov (prevažne z ojedinelých správ)

e) chybné stratigrafické dáta.

Aj keď množstvo pokusov eliminovať nedostatky napr. tým, že sa zo súboru vylúčia monotypické rody, resp. rody známe iba z jediného stratigrafického intervalu (podstupeň až útvar - podľa rozlišovacej úrovne), výhrady sa môžu dotýkať vzájomnej ekvivalencie údajov a ich relatívnej váhy.

Paleoekologická kritika sa opiera o tvrdenie, že fosílna flóra a fauna nie je ani homogenizovaná uniformná zmes vyskytujúca sa kdekoľvek vo svete, ani súbor neopakovateľných výskytov, v ktorých každá fosílna lokalita poskytuje unikátne zastúpenie (Boucot, 1990).

Každý fosílny nález sa dá zaradiť do určitej biofácie. Každá biofácia v čase svojho vzniku predstavovala isté spoločenstvo organizmov patriacich do rôznych taxonomických skupín. Toto spoločenstvo sa vyznačuje jednak charakteristickou sumou vzťahov medzi jeho zložkami, jednak charakteristickým zložením v závislosti od druhu prostredia, ktoré obývalo.

Podmienky na nijakých dvoch miestach Zeme nie sú úplne rovnaké, ale dajú sa stanoviť typické prostredia a im prislúchajúce typické komunity. Pri nemorských organizmoch je to napríklad ich základné rozdelenie na suchozemské a sladkovodné, pri morských na nektónne, planktónne a bentózne, tie sa ďalej delia na útesové spoločenstvá, spoločenstvá hubkových porastov a pod. (Boucot, 1990).

Samo rozdelenie zložiek ekosystému indikuje jeho hierarchické usporiadanie: podľa spoločných znakov možno spoločenstvá združovať do skupín, príp. ich rozdeľovať na menšie podjednotky.

Hlavným postulátom ekostratigrafického prístupu k analýze vymierania (Boucot, 1986) je, že sa podjednotky ekosystému vyvíjajú, teda aj menia ako celok, ale zároveň aj relatívne nezávisle od seba. Takýto predpoklad dokonca umožňuje tvrdiť, že priebežné vymieranie je iba artefaktom nesprávneho a nekompletného vzorkovania. Zistilo sa totiž, že štruktúra každej podjednotky a počet jej zložiek zostáva v istom časovom intervale konštantný (Boucot, 1986). Ak sa aj v stratigrafickom zázname zánik druhu alebo vznik nového zaznamená, podľa Boucota stáva sa to výhradne anagenézou, teda bez pravého vymierania. Z toho istého dôvodu nemôže v rámci podjednotky nastať kladogenéza, teda štiepenie vývojových vetví. Takýto stav sa zvyčajne označuje termínom koordinovaná stáza (coordinated stasis) a možno ju pozorovať na úrovni čeľadí, ale aj rodov a druhov (Brett, 1995).

Ak zmena abiotických parametrov spôsobí elimináciu nejakého taxónu, vďaka previazanosti by na to mala zareagovať celá jednotka. Tak by nastala reštrukturalizácia, ktorej by pri podstatnejšom zásahu predchádzal kolaps. Nie je ťažké si predstaviť podobnú perturbáciu v lokálnych rozmeroch. Ak v takomto prípade reštrukturalizácia spoločenstva predsa len nenastane, svedčí to o iných možnostiach náhrady, ktoré sa ponúkajú: napríklad o imigrácii z prostredia postihnutého menej, kde sa daný taxón neeliminoval. Na to, aby sa dala pozorovať prestavba istého typu a úrovne spoločenstiev v celosvetovom meradle, je teda potrebná aj dostatočne veľká zmena abiotických faktorov v globálnom meradle.

Podstatne sa to dotýka analýzy fosílnych dát v prípade vymierania. Náhodné, priebežné zmeny biodiverzity sa v rámci jednotky ekosystému nevyskytujú. Ak sa niečo podobné v štatistických prieskumoch objavuje, je to vďaka „superpozícii" dát z ekologicky nesúvisiacich zložiek globálneho ekosystému, ako sú napríklad útesové a pelagické spoločenstvá vďaka možnej diachrónnosti ich zmien ako reakcie na časovú fluktuáciu rozmanitých faktorov. Na skutočné rozpoznanie biologických udalostí v minulosti je teda nevyhnutné sledovať globálne biofaciálne zmeny v rámci (vnútri) jednotlivých zložiek.

Boucotovo tvrdenie, že priebežné vymieranie je artefakt, platí len za istých podmienok. Možno tvrdiť, že v rámci jednej úrovne jedného komponentu ekosystému priebežné vymieranie reálne neexistuje. Keď sa však rozlišovacia schopnosť znižuje (prechádzame na vyššiu úroveň organizácie), musí sa adekvátne zvyšovať taxo-

nomická kategória, aby predchádzajúce tvrdenie platilo. Diachrónne totiž môže nastať eliminácia nižšieho taxónu a nasledujúca reštrukturalizácia podjednotky bez toho, aby sa eliminoval taxón vyššieho stupňa a aby nastala prestavba celej nadjednotky. Zmeny na nižšej úrovni teda principiálne môžu byť doslova priebežnými udalosťami na pozadí zmien vyššieho stupňa.

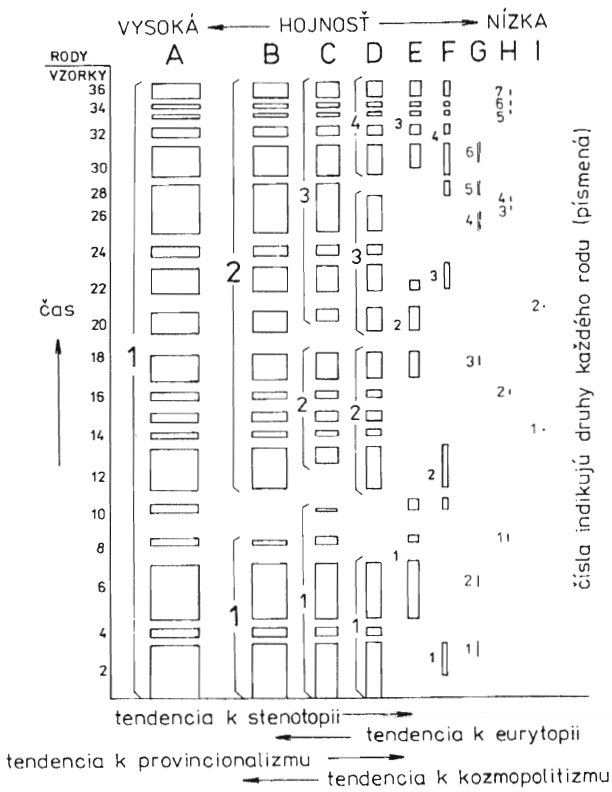
Rozdielnosť prístupu sa premieta aj do sporu o indikatívnosť jednotlivých taxonomických úrovní pri rozpoznávaní globálnych biologických udalostí. Sepkoski preferuje rody preto, že obsahujú menej druhov ako čeľade, a preto sú na zmeny prostredia citlivejšie. Pravda je, že čím menej druhov rod obsahuje (všeobecne to platí aj o iných úrovniach), tým má väčšiu tendenciu po stenotopii a provincialite, a teda aj po najskoršej potenciálnej extinkcii (obr. 6).

Kým však Sepkoski o rodových zmenách uvažuje ako o pravých vymieraniach, Boucot väčšinu z nich pripisuje iba fyletickej špeciácii na druhovej úrovni a ako takým im priznáva diachrónnosť v rámci systému vyššieho rádu. Tvrdí, že zmeny na druhovej a rodovej úrovni nepochádzajú z kvantovo-evolučnej adaptívnej radiácie do nových adaptívnych zón alebo zo straty takejto zóny počas vymierania (Boucot, 1986). To sa dá pozorovať na úrovni čeľadí, ktorých vymieranie (či už pravé alebo pseudovymieranie) je zásadne späté s reštrukturalizáciou skupín spoločenstiev, a preto je najvhodnejším indikátorom krízových udalostí v ríši organizmov (Boucot, 1990).

Je otázka, či sa nedajú v zložení ekosystému pozorovať zmeny ešte vyššieho stupňa. Terminácie čeľadí by sa v ich rámci stali nesporne priebežnými, ale na druhej strane sústredenie pozornosti iba na ne redukuje možnosť rozoznávať menšie, ale predsa len významné zmeny.

V jednom sú náhľady jednotné: čím je kríza väčšia, tým je postihnuté širšie spektrum vyšších taxónov (Sepkoski, 1990).

Ale vynárajú sa aj ďalšie otázky, napr. aké zmeny v ekosystéme musia nastať, aby takáto kríza vznikla, od čoho závisí prežitie rozličných taxónov, či možno podľa selektivity vymierania usudzovať o jeho príčinách, či možno v súvislosti s krízami rôznych stupňov hovoriť o rozdielnych makroevolučných režimoch a či sú adaptácie vzniknuté pri zmenách istého stupňa užitočné pri zmene vyššieho stupňa.



Obr. 6. Diagram reprezentujúci fosílny záznam skupiny spoločenstiev počas časového intervalu meraného priemerne v niekoľkých miliónoch rokov. Rodom (písmená) a ich druhom (čísla) sú priradené obdĺžniky široké podľa relatívnej hojnosti ich indivíduí. Druhy vzácnejších rodov majú tendenciu po rýchlejšej evolúcii, ale zároveň majú aj horší fosílny záznam. Šípky naznačujú, že menej hojné rody, ktoré sú zároveň stenotopickejšie a provincionálnejšie, sa stávajú objektom vymierania ako prvé (podľa Boucota, 1986).

Selektívnosť vo vymieraní

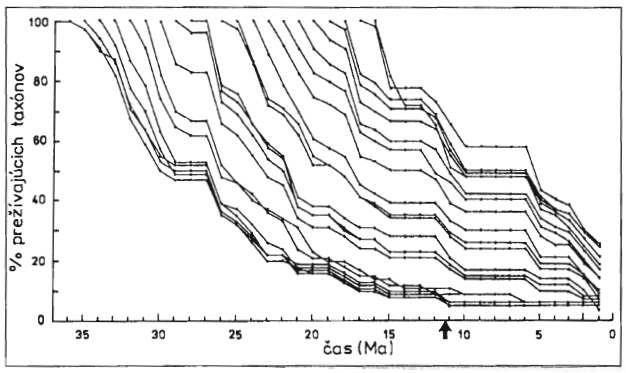
Predpokladá sa, že na rozhraní kriedy a paleogénu vyhynulo 76 % druhov (Raup, 1993). Ak by bolo išlo o úplne náhodné vymieranie, bolo by sa rozložilo približne rovnako medzi všetky taxonomické skupiny. Na najvyššom stupni by bolo muselo adekvátne postihnúť rastliny aj živočíchy a v rámci ríš potom nižšie úrovne. Vie sa však, že náhle zmeny na súši a v morskom prostredí korelujú len výnimočne (Boucot, 1986) a že je selektívnosť aj v rámci prostredí. Dinosaury vymreli ako celok, nie iba 76 % druhov z nich, kým pre cicavce bolo toto rozhranie signálom na explóziu.

Sepkoski v štúdii o taxonomickej štruktúre vymierania podrobil taxonomické skupiny morských bezstavovcov klasterovej analýze s cieľom nájsť spoločné znaky tých, čo krízu prežili. Kovariancia vo vnútri prežívajúcich skupín sa však ukázala iba o málo vyššia ako v rámci celej množiny zahŕňajúcej aj skupiny obetí (Sepkoski, 1990).

O výsledkoch, prirodzene, možno diskutovať. Analyzované taxonomické kategórie (poväčšine triedy až kmene) boli pravdepodobne príliš vysoké, teda aj určené podľa príliš všeobecných vlastností na to, aby bolo možno nájsť charakteristiky rozhodujúce v období krízy. Skupiny sa navyše pri analýze ekologicky nediferencovali, čo mohlo vyvolať šum, zastierajúci akúkoľvek užitočnú informáciu.

Závery takéhoto výskumu vedú k poznaniu, že selektívnosť je v podstate demonštrovateľná, ale nie je štatisticky dokázateľná (Raup, 1993). Z toho rezultuje tvrdenie, že nemožno predikovať „zoznam" prežívajúcich taxónov v hromadnom vymieraní. To by sa od priebežného odlišovalo väčšou náhodnosťou, resp. menšou selektívnosťou.

Hypotéza o rozdielnosti makroevolučných režimov



Obr. 7. Technika znázorňovania priebehu vymierania kohort a pseudokohort (pozri text) ako funkcie geologického času. Na hodnotenie rozsahu vymierania je dôležité sledovať sklon „svahu" a jednotnosť priebehu kriviek. Hrubá šípka identifikuje pík hromadného vymierania podľa Raupa a Sepkoského (podľa Kitchellovej, 1990).

pri vymierani (Johansen, 1989) je jedným z postulátov evolučnej teórie prerušovaných rovnováh (Gould, 1986). Deklaruje sa v nej neefektívnosť adaptácie v nižšom časovom stupni pri zmene vyššieho stupňa (pozri 2. kapitolu). Vymieranie sa však vyznačuje kontinuom v rozdelení intenzity a amplitúdy (Raup, 1993). V tejto súvislosti sa vynára otázka, či sa dá nájsť ešte iný znak, ktorý by rozlišoval jednotlivé úrovne, príp. stupeň krízy v biotickej zložke systému.

Ako možný nástroj sa ukazuje sledovanie rozdielneho prežívania (Kitchell, 1990). Metodika tohto postupu spočíva v projekcii časových zmien hojnosti, príp. diverzity pravých kohort (taxonomicky príbuzných skupín vzniknutých v rovnakom čase), resp. pseudokohort (rovnako hojných skupín v rovnakom čase). Sleduje sa sklon „svahu", ktorý informuje o intenzite extinkcie a uniformita reakcie. Čím je vyššia, tým je prenikavejšia, menej selektívna zmena (obr. 7).

Výsledky často ukazujú výraznejšie zmeny v iných častiach stratigrafickej škály, ako sa proklamuje podľa analýzy Sepkoského a Raupa, aj keď to môže byť iba doklad rozličnej intenzity vymierania v jednotlivých častiach ekosystému.

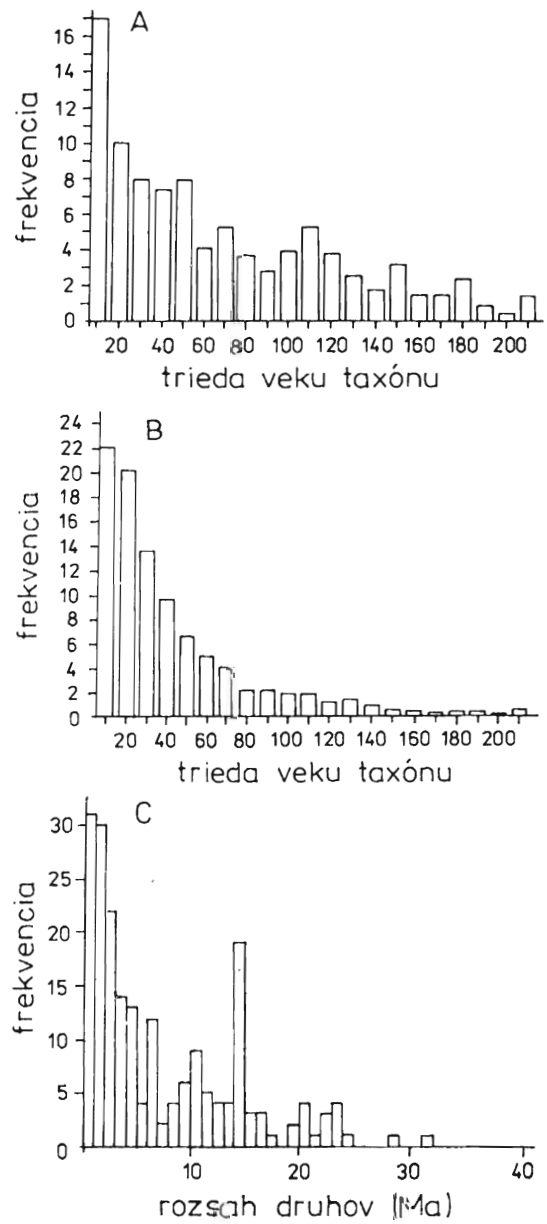
Dôležitá je ešte otázka, či prežitie krízy závisí od veku taxónu a či rezistencia voči vonkajším zmenám s časom narastá.

Zaujímavou ilustráciou tohto problému analýza vymierania čeľadí morských organizmov (Kitchell, 1990). Podľa intenzity sa dajú rozlíšiť stupne vymierania, vyznačujúce sa odlišnou distribúciou frekvencie rozsahu (veku) exterminovaných taxónov (obr. 8a, b). Na nastolenú otázku sa zdanlivo odpovedá kladne. V krízach nižšieho stupňa prednostne hynú „mladšie" čeľade.

Trochu iný obraz poskytuje analogická analýza druhového rozsahu atlantických dierkavcov, známych z hlbokých vrtov projektu DSDP (obr. 8c). V tomto prípade je distribúcia „rozhádzanejšia", dá sa povedať, že sa blíži rozdeleniu pri čeľadiach počas hromadného vymierania. Prežívanie sa javí ako „vekovo" nezávislé pri druhoch a ako „vekovo" závislé pri čeľadiach.

Analýza svedčí o iných, resp. komplexnejších fenoménoch, ako je obyčajná akumulácia odolnosti. Druh je vystavený postupnosti mnohých typov nepredikovateľných stresov, predstavujúcich potenciálnu hrozbu vymierania. V takomto prípade väčší rozsah značí skôr viacnásobný úspešný test jeho vlastností ako nahromadenie adaptácií. Pri čeľadiach je na druhej strane nevyhnutné hľadať viac predpokladov dlhovekosti, okrem iného druhovú hojnosť, ekologický rozsah a geografické rozšírenie.

Základom prežívania vyšších taxónov je prežívanie druhov. To zasa úplne závisí od konkrétnej životnej stratégie, ktorá je voči istému stresu výhodná alebo



Obr. 8. Frekvencia distribúcie rozsahu čeľadí morských organizmov (a, b) v pomere k rozsahu druhov (c; podľa Kitchellovej, 1990).

aspoň použiteľná. Ak aj teda nie je možnosť prispôsobiť sa zmenám vyššieho stupňa, na dostatočne nízkej taxonomickej úrovni by sa mal dať objaviť dôvod diferencovaného prežívania jednotlivých skupín.

Možno to demonštrovať aj na režime hromadného vymierania, akým bola bezpochyby kríza na konci kriedy. Vtedy bol výrazne postihnutý planktón, ale kým sa *Coccolitophoridae, Radiolaria* a *Foraminifera* redukovali o 70, 80, resp. 90 %, z rozsievok eliminovalo iba 25 % rodov. V rámci fytoplanktónu napriek tomu, že kokolitky, rozsievky a Dinoflagellata obsahujú podobné pigmenty, kokolitky sa eliminovali skoro úplne, Dinoflagellata obstáli len o niečo lepšie, zatiaľ čo rozsievky prakticky pokračovali v diverzifikácii priamo cez hraničný interval (Kitchell, 1990).

Na riešenie tohto problému, sa musel vykonať výskum až na úrovni populácií. Vo vrtoch z oblasti Atlantického oceána sa zistilo, že sa tamojšie rozsievky na rozdiel od rovníkových vyznačovali tvorbou cýst ako adaptáciou na lokálne nepriaznivé podmienky, pravdepodobne predstavované sezónnou diskontinuitou vzostupných prúdov prinášajúcich živiny (Kitchell, 1990).

V prípade vrchnokriedového planktónu sa tak ukázalo, že interakcia proximálnej ekologickej adaptácie selektovanej pre lokálne prostredie a postulovaného mechanizmu vymierania je základom selektívneho prežívania aj náhodnosť hromadného vymerania sa tak javí len ako dôsledok nedokonalého poznania biologických charakteristík fosílnej flóry a fauny.

Štruktúra vymierania

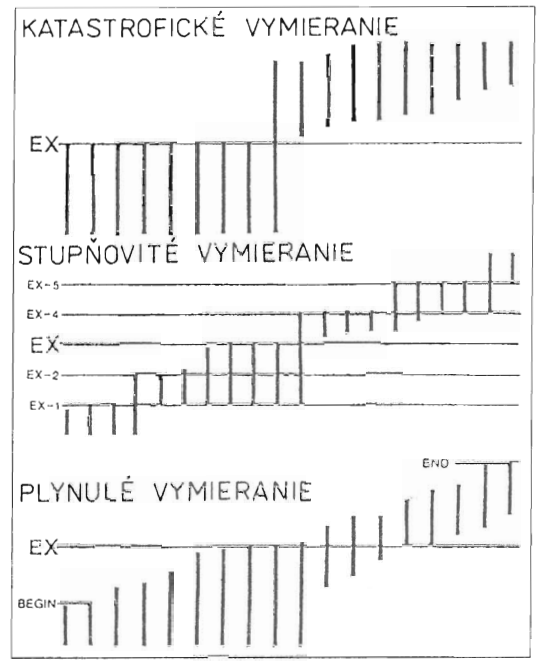
Dynamické modely a pozorovanie

Súčasná literatúra uvažuje o troch koncepciách hromadného vymierania (obr. 9).

Najviac sa nesporne diskutuje o katastrofickej teórii (Alvarez et al., 1992), ktorá propaguje predstavu o celosvetovom hromadnom vymieraní geneticky a ekologicky odlišných organizmov ako simultánnu udalosť postihujúcu globálny ekosystém v priebehu mesiacov, maximálne rokov. Podľa tejto teórie je masová extinkcia priamym alebo nepriamym dôsledkom nejakého enormného výkyvu prostredia.

Spor sa točí okolo inštantnosti hraničného intervalu v sedimentárnom profile. Primárnym problémom je stanovenie dostatočnej rozlišovacej schopnosti, pretože v mierke bežného prieskumu sa mnohé udalosti javia ako okamžité. Ale správy o náhlych termináciách druhových línií (Olsson a Liu, 1993) prináša aj detailný výskum a interpretuje ich ako dôkaz celosvetovej katastrofy. Aj keď sa nechá bokom diskusia o metodike a indikatívnosti týchto štúdií, treba si uvedomiť, že sa výsledky týkajú iba istých taxonomických skupín a závery majú bez ďalších korelácií len lokálny význam. Pri iných zložkách ekosystému a na iných miestach sa môže pozorovať odlišný priebeh vymierania (Kauffman, 1986).

Dosť dlho sa napríklad uznáva, že sa rapídny pokles



Obr. 9. Modely štruktúry vymierania taxónov (vertikálne línie) podľa troch hlavných teórií hromadného vymierania (podľa Kauffmana, 1986).

diverzity dinosaurov začal stovky tisíc rokov pred masovým vymieraním planktónu, úbytok plytkovodných morských bezstavovcov nastal už 30 - 50 m pod hraničným stratigrafickým horizontom a podobné časové rozpätie zmien vykazuje aj terestrická flóra (Officer, 1992).

Uvedené fakty sú základom koncepcie plynulého vymierania (gradual extinction), ktorá predpokladá vymieranie individuálnych taxónov ako viac-menej náhodne rozložené okolo rozhrania. Vymieranie sa môže šíriť pozdĺž ekologického gradientu od vysoko stenotopných až po eurytopné taxóny (Kauffman, 1986). Teória využíva predstavu v podstate o plynulej, ale geograficky prenikavej zmene jedného, príp. viacerých parametrov.

Pri detailnom výskume viacerých taxonomických skupín sa spozoroval priebeh vymierania vyznačujúci sa prvkami obidvoch predchádzajúcich koncepcií. Ako sledovanie zmien planktonických Foraminifera na stratotype rozhrania K/T El Kef v Tunisku (MacLeod a Keller, 1991), tak aj stratigrafia HIRES (stratigrafia s vysokou rozlišovacou schopnosťou; Kauffman, 1986) aplikovaná na profily v severoamerickej panve Western Interior odhaľujú stupňovitý pokles v diverzite mnohých skupín morských organizmov. Vymieranie sa javí ako séria diskrétnych epizód zasahujúcich vždy len časť globálnej bioty, oddelených intervalom reprezentujúcim 1-4 milióny rokov relatívneho pokoja.

Aj v ideálnom modeli stupňovitého vymierania (stepwise extinction) sa udalosti vyznačujú gradáciou, a to od environmentálne najcitlivejších tropických organizmov až po vymretie ekologicky najodolnejších zástupcov mierneho pásma (Kauffman, 1986). Každá epizóda navyše koreluje s geochemickou anomáliou,

ktorá sa interpretuje ako výrazný výkyv v klíme, teplote alebo v chemickom zložení oceánskej vody.

Pozorované javy pokladá teória za frekventované a mimoriadne veľké oscilácie abiotických faktorov. Ich zdrojom býva výnimočný zásah do ekosystému, ktorý sa potom v prostredí veľmi dlho udržiava mechanizmom spätnej väzby. Účinky takéhoto „efektu vychýlenej pružiny" sa pravdepodobne prejavujú zosilnením amplitúdy cyklických zmien nižších stupňov a ich negatívny vplyv na biotu možno vysvetliť dvojako: a) prekročením adaptívneho rozsahu mnohých druhov a b) prílišnou rýchlosťou zmeny faktorov, ktorá znemožňuje adaptáciu (Kauffman, 1986). Na druhej strane dlhšie vymieranie rozdelené na sériu krátkodobých a ekologicky špecifickejších udalostí, medzi ktorými sa prostredie čiastočne stabilizuje, umožňuje lepšie vysvetliť pozorovanú selektívnosť pri hromadnom vymieraní. Pri postupnom, stupňovitom vymieraní je dosť času na využitie a zlepšenie adaptívnych mechanizmov vyvinutých počas „priebežných kríz", vývoj novej stratégie prežitia, na vznik nových línií adaptovaných na podmienky panujúce v intervale vymierania a napokon dosť času na to, aby mohli organizmy migrovať a prispôsobiť sa podmienkam efektívnych refúgií (Kauffman a Erwin, 1995).

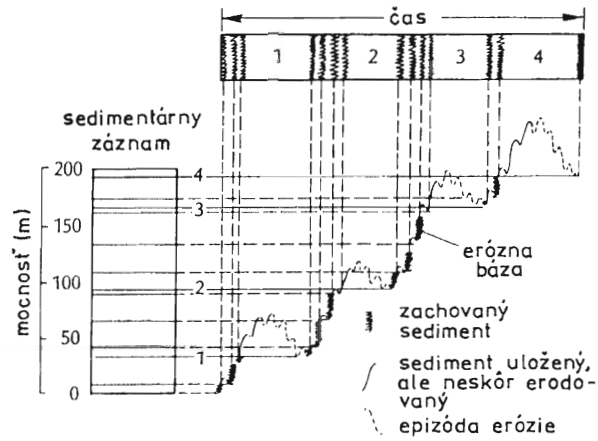
Ale stupňovité vymieranie sa dá vysvetľovať aj ako teoreticky predikovateľný priebeh rozpadu ekosystému, čiže nemusí ísť nevyhnutne o rýchle a významné výkyvy prostredia. Interaktívnosť a vzájomná previazanosť ekosystému spôsobuje, že nevymierajú len zmenou priamo zasiahnuté skupiny, ale aj od nich závislé skupiny (Plotnick a McKinney, 1993). V štruktúre možno nájsť tzv. kľúčové členy (taxóny), ktorých eliminácia spôsobuje pád celých spoločenstiev. Tak rozpad ekosystému dostáva kvantovaný, teda stupňovitý ráz. Dokonca pri ňom nemusí ísť ani o prudkú fluktuáciu abiotických faktorov, celkom na to stačí aj konštantné pretrvávanie zhoršených podmienok.

Aj po predchádzajúcich úvahách však zostáva otázka korelácie epizód vymierania s geochemickými anomáliami nezodpovedaná a vzniká nová, či ich interpretácia ako drastických zmien prostredia nie je chybná.

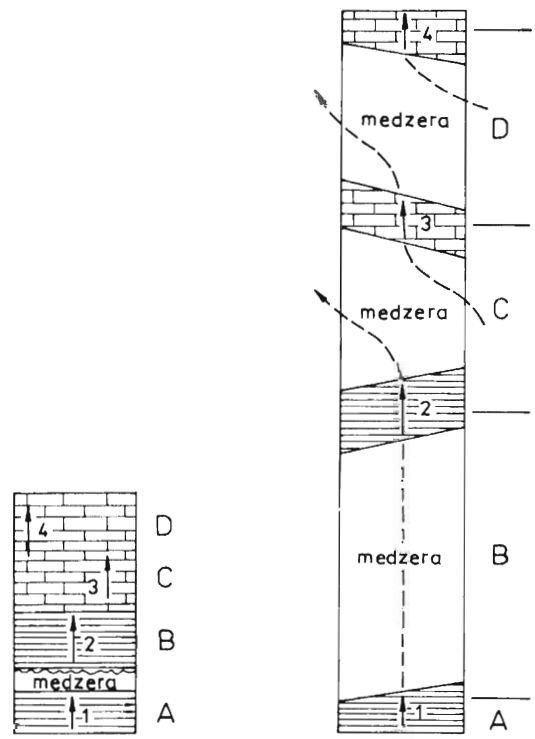
Kvantová sedimentácia a artefakty

Kým v niektorých mladších sedimentačných prostrediach (napr. v deltových kužeľoch siliciklastických panniev) možno rýchlosť sedimentácie vyjadriť v metroch za rok až v metroch za stovky rokov, rádiometrická analýza ekvivalentných fosílnych profilov indikuje priemerne desaťkrát menšiu akumuláciu: niekoľko metrov na tisíc rokov (Prothero, 1990). Vrstvový sled teda predstavuje skôr medzery ako skutočný záznam v istom časovom úseku.

Epizodická povaha sedimentácie sa dá vysvetliť pohybom eróznej bázy. Pri jej poklese alebo nesedimentácia nenastáva, alebo nespevnené uloženiny vzniknuté v predchádzajúcej fáze dokonca erodujú. Efektom je veľmi sporadická reprezentácia reálneho času (obr. 10).



Obr. 10. Tzv. Barrellov diagram ukazujúci vzťah medzi sedimentárnym záznamom a skutočným časom, ktorý reprezentuje. Niektoré sedimenty nie sú nikdy uložené, pretože panvy majú nízku eróznu bázu (čiarkované línie), iné erodujú po uložení (plné línie). Prakticky iba pri zdvihu eróznej bázy, po ktorej bezprostredne nenasleduje jej pokles, sa môžu sedimenty kumulovať, a tak vytvárať záznam iba relatívne krátkych časových úsekov (podľa Prothera, 1990).



Obr. 11. Porovnanie konvenčnej interpretácie časti stratigrafického záznamu (vľavo) s pravdepodobne správnym obrázkom (vpravo). Medzery zastierajú imigráciu a emigráciu taxónov aj premenu ich tvaru v čase (A, B, C, D; podľa Prothera, 1990).

Uvedomiť si inherentnú nekompletnosť záznamu je pri interpretácii zdanlivo kontinuálnych profilov dôležité. Každý z nich totiž skrýva nielen zjavné hiáty, ale aj množstvo prakticky neviditeľných diastém. Medzery

v zázname môžu zastrieť imigráciu a emigráciu druhov do lokálneho prostredia, a tak pripísať javu atribút vymierania či zrodu. Chýbajúci interval mohol naopak v skutočnosti znamenať fyletickú evolúciu druhu do nového tvaru, ktorý možno chybne zaradiť do inej línie (obr. 11).

Intervaly nesedimentácie späté s rýchlym zdvihom morskej hladiny sa naopak vyznačujú ďalšou podstatnou vlastnosťou. Lokálne je v ich priebehu obmedzený prínos terigénneho klastického materiálu aj organického C, a tak vznikajú kondenzované horizonty. Zmeny cirkulácie a prienik vody z väčšej hĺbky sa navyše spájajú s prínosom rozpustených kovov a stopových prvkov, ktoré sa vďaka dlhodobému pôsobeniu v sedimente akumulujú.

Tak sa pomerne jednoducho dá ukázať, že náhle zmeny v zložení fosílnej fauny a flóry a ich priestorová spätosť s geochemickými anomáliami môžu predstavovať skôr hranice parasekvencií (plochy reprezentujúce krátkodobé zdvihy hladiny, pozri Van Wagoner et al., 1988) ako epizódy intenzívneho vymierania (MacLeod a Keller, 1991).

Nekompletnosť záznamu spôsobujú ustavičné pohyby morskej hladiny. Mohlo by sa teda zdať, že väčšina pozorovaných vymieraní je v skutočnosti artefaktom, ale na druhej strane sa dá predpokladať, že rapídne a veľké zmeny hladiny, majúce za následok nielen rozsiahlu medzeru v zázname, ale napríklad aj prevrat v oceánografických a klimatických pomeroch, zasahujú do ríše organizmov pomerne výrazne.

Príčiny a mechanizmus biotických kríz

V predchádzajúcich kapitolách sa na zjednodušenie uvažovalo najmä o vplyve fyzikálnych stresov rozličného stupňa na živé organizmy. Kompletný obraz kauzality však musí brať do úvahy aj možné vnútorné príčiny v rámci biologických systémov a ich jednotiek. V úvahách sa všeobecne malý význam prikladá chorobám (Boucot, 1990). Veľmi pravdepodobné sú regresy, „slepé uličky" a zrútenie vývoja imunitného systému, najmä v počiatkoch existencie mnohobunkových živočíchov (Saul, 1994). Časom sa letálne gény, najmä pri izolácii a zmenšení populácie, mohli nahromadiť (Newell, 1984). Problémom však zostáva empirické uchopenie týchto príčin, lebo paleopatológia ako vedný odbor sa ešte iba formuje.

O kolapse častí ekosystému sa dá uvažovať aj ako o dôsledku nerovnomerného vývoja jeho zložiek. Štruktúra sa môže výrazne meniť biologickou inováciou (Walliser, 1986). Prvé objavenie sa proteínu, DNA, vznik metazoí, inovácia skeletovej mineralizácie, ale aj stočenie schránok hlavonožcov otvorili ich nositeľom úplne nové svety a dlhodobú dominanciu v istom prostredí. Často nastáva ich masové rozšírenie, narušenie potravového reťazca, kompetícia o zdroje a nasledujúca eliminácia mnohých náhle znevýhodnených skupín.

Na druhej strane sa predpokladá, že väčšina takýchto inovácií rovnako ako vymieranie súvisí so zmenou vonkajších, abiotických parametrov prostredia. Pri klasifikácii sa musí na prvom mieste posudzovať ich rozsah. Lokálne biologické udalosti v morských panvách môžu byť následkom záplav okrajových príbrežných plošín, izolácie lagúny bariérovými valmi a nasledujúcou stagnáciou, premnožením planktónu či pochovaním bentóznych organizmov turbiditným prúdom (Kauffman, 1986). Analogické príčiny možno hľadať aj v kontinentálnom prostredí.

Pri regionálnych zmenách, prejavujúcich sa napríklad v celom rozsahu morskej panvy, treba nevyhnutne uvažovať o rapídnom posune v chemickom zložení alebo teplote vody a za nimi stojacimi oceánografickými, tektonickými alebo regionálnoklimatickými fenoménmi (napr. messinská kríza v miocéne; pozri Müller et al., 1991). Významný výkyv prostredia môže spôsobiť vulkanická explózia a jej ovplyvnenie atmosférických podmienok aj chemizmu povrchu hladiny alebo gigantické rozvírenie vodného stĺpca cyklicky prichádzajúcimi hurikánmi či monzúnmi.

Aby nejaká abiotická zmena spôsobila udalosť v globálnom rozsahu, musí byť dostatočne vysokého stupňa. Jej šírenie v ekosystéme umožňuje interaktívna previazanosť zložiek, takže z pozície jednotlivých komponentov alebo prostredí môže príčina ich vnútorných zmien prichádzať zvonka. Vo väčšom meradle sa to dá aplikovať aj na Zem ako celok a uvažovať o možných extraterestriálnych vplyvoch.

Výkyvy prostredia sa primárne rekonštruujú zo sedimentárneho záznamu. Výskum odhaľuje, že medzi jeho hlavné charakteristiky patrí cyklickosť. Dajú sa identifikovať cykly na úrovni dní až stoviek miliónov rokov, avšak poskytnutá informácia vo väčšine prípadov v prvom rade odráža pohyby hladiny (Prothero, 1990). Kauzálne mechanizmy sa potom získavajú porovnávaním časového vývoja a vzájomnej súvislosti prírodných javov.

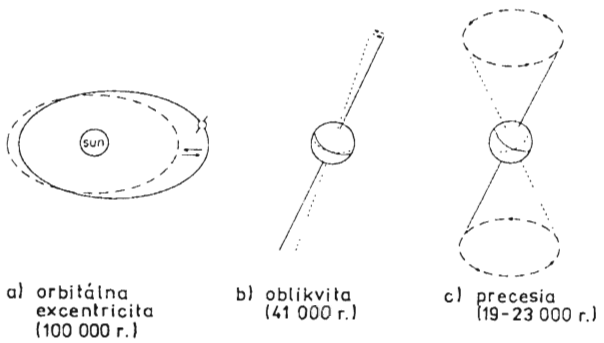
Cyklické zmeny 3. a 4. stupňa

Eustatické zmeny hladiny za niekoľko stotisíc až niekoľko miliónov rokov sú zvyčajne výsledkom zmien v objeme globálnej ľadovej pokrývky (Vail et al., 1991). Odhaduje sa, že pri maximálnom pleistocénnom zaľadnení bola úroveň morskej hladiny asi o sto metrov pod súčasným normálom. V prípade roztopenia sa dnešných ľadových čiapočiek okolo pólov by podľa prepočtov stúpla asi o 50 m. Po sčítaní je to teda 150 m čistej zmeny morskej hladiny pri priemernej rýchlosti v cm za rok (Vail et al., 1991).

Glaciálnej kontrole eustatických zmien protirečí fakt, že podobný záznam je aj z uložením jury a kriedy, kde nijaká akumulácia ľadu - aspoň podľa súčasných poznatkov - nebola (Sloan a Barron, 1990). Ale sú modely, ktoré tieto cykly vysvetľujú striedaním vlhkých a chladnejších klimatických období so suchými a zároveň teplejšími (Prothero, 1990).

Glaciálno-interglaciálny prechod - podobne ako

druhý model - nevyhnutne vyžaduje globálnu zmenu teploty. Tú kontroluje kolísanie množstva slnečného svitu dopadajúceho na našu planétu, čo je výsledok variácií v geometrii obežnej dráhy Zeme, ktorá ovplyvňuje jej vzdialenosť a orientáciu voči Slnku. Cykly približne s periódou 19, 41 a 100 tisíc rokov (ako odraz períód orbitálnych procesov) sa podľa ich objaviteľa volajú Milankovičove cykly (De Boer, 1994; obr. 12).



Obr. 12. Schematická prezentácia astronomických premenných ovplyvňujúcich klímu na Zemi (podľa de Boera, 1994).

Trvanie, rozsah a rýchlosť zmien 3. a 4. stupňa naznačujú, že môžu veľmi účinne vplývať na biologickú diverzitu v lokálnom aj v globálnom meradle. Teória stupňovitého vymierania (Kauffman, 1986) s výchylkami v ich rámci dokonca ráta ako s proximálnymi príčinami eliminácie taxónov, i keď v tomto prípade predpokladá zväčšenie ich amplitúdy pod vplyvom výraznej vonkajšej perturbácie ekosystému.

Ale aj bežný pohyb hladiny pri cyklických zmenách príslušného stupňa má na organizmy - najmä pre svoju rýchlosť - dôležitý vplyv. Regresia môže obmedziť areál, v ktorom sa druhy istého spoločenstva vyskytujú, zmenšiť počet ník, zvýšiť konkurenčný boj a redukovať diverzitu, ale ten istý proces môže pre suchozemské živočíchy obývajúce prímorské planiny naopak znamenať výrazne pozitívnu zmenu.

Pri ústupe mora z prímorských oblastí v globálnom rozsahu hodnota zemského albeda rastie, odraz slnečného žiarenia sa zväčšuje a podnebie sa ochladzuje.

Zmena klímy spolu s rýchlymi pohybmi morskej hladiny môže destabilizovať vodný stĺpec a zmeniť oceánografické parametre. Klimatická výchylka napríklad spôsobuje, že sa zdroj najhustejšej vody, nachádzajúcej sa v spodnej vrstve oceánov, geograficky posúva (Wilde a Berry, 1986). V teplom období teplota vody vo vysokých zemepisných šírkach neklesá pod 5° C. Najhustejšia voda sa tvorí v stredných šírkach (pre vysokú salinitu je relatívne ťažšia), pomerne teplá a slaná voda sa tak dostáva na dno a nad ňu sa dostáva relatívne chladná a menej slaná voda. Pri globálnom nástupe chladnej periódy priemerná teplota vo vysokých zemepisných šírkach klesá pod 5 °C, voda sa stáva hustejšou a ťažšou, preto klesá a vytláča vodu z mierneho pásma bližšie k hladine.

Modely naznačujú, že opísaná zmena môže byť veľmi rýchla a môže spôsobiť prevrat v oceánskych pomeroch. Mení sa cirkulácia a nastáva masové vzostupné prúdenie, ktoré prináša z hĺbky do fotickej zóny jednak vodu s minimálnym obsahom O, jednak množstvo živín a so živinami spätých prvkov, ktorých obsah je za bežných okolností v tejto zóne nepatrný. Každá z týchto zlúčenín, resp. stopových prvkov môže mať vo vzťahu k organizmom inertnú, limitnú, inhibičnú alebo toxickú funkciu.

Sama koncentrácia ešte nepredurčuje účinok na biotu (ten závisí od prítomnosti antagonistických alebo synergických prvkov, chelátovacích činidiel, redoxného stavu, pH a teploty vody), ale môže vyvolať ekologickú krízu prostredníctvom kombinácie: a) priamej toxicity, b) redukcie, resp. modifikácie prísunu živín, c) inhibície fotosyntézy, d) chronického oslabenia (debilizácie) kontaktom s toxickou vodou, e) zvýšenou predáciou adaptívnejších alebo menej postihnutých taxónov (Wilde et al., 1990).

V chladných klimatických obdobiach, keď je voda v hĺbke oxická, môže krízu vyvolať výstup kovov koncentrovaných pri dne. Tak sa prednostne redukuje primárna produkcia a nastávajú toxické, resp. chronické reakcie vo vyšších a aktívnejších skupinách. V teplých obdobiach, s dysaeróbnou až anoxickou vodou v pyknokline, nastáva kríza respirujúcich organizmov, pričom sa poväčšine dá pozorovať iba neutrálny, príp. až pozitívny účinok na fytoplanktón.

Vzostupné prúdenie spolu s klimatickými výkyvmi a rýchlym pohybom morskej hladiny je teda mechanizmus umožňujúci vysvetliť nielen proximálne príčiny epizód vymierania, ale čiastočne aj jeho selektívnosť.

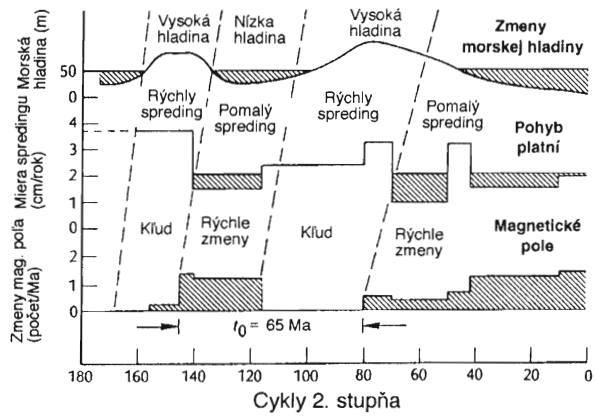
Cyklické zmeny 2. stupňa

Vulkanizmus a reorganizácia platní

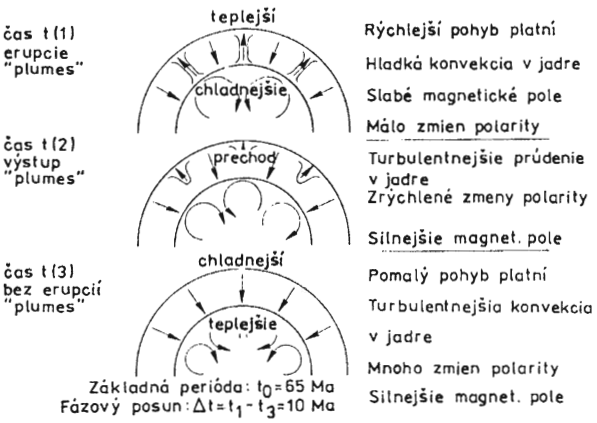
Mnohým z eustatických cyklov s periódou desiatok miliónov rokov sa pripisuje vzťah k zmenám objemu stredooceánskych chrbtov a rýchlostí rozpínania oceánskeho dna (Prothero, 1990). Transgresné tendencie počas períód rapídneho rozpínania sú výsledkom relatívne menšieho podielu starších, chladnejších a poklesnutejších partií oceánskej kôry, a tým progresívneho zmenšenia objemu panvy oproti predchádzajúcemu stavu.

V literatúre je na pôvod týchto javov viac názorov. Podľa jedného sú cykly rýchleho a pomalého rozpínania oceánskeho dna kontrolované cyklickými zmenami prúdenia v plášti (Loper a McCartney, 1990). Zdôrazňuje, že obdobia rýchleho spreadingu a vysokej hladiny korelujú s intervalmi vysokej aktivity magnetického poľa (závislej od procesov v plášti a jadre Zeme) s fázovým posunom okolo 10 mil. rokov (obr. 13).

Sheridan (pozri Prothero, 1990) navrhol model, podľa ktorého sa Zem alternatívne vyskytuje v dvoch rozličných stavoch. Keď má jadro pomerne chladné a pokojné, je iba slabé magnetické pole s pomalou zmenou polarity. Aby sa kompenzoval pokles energie jadra a udržala celková energetická rovnováha, prebieha



Obr. 13. Korelácia medzi obdobiami nerovnako rýchlych zmien polarity magnetického poľa Zeme, rýchlosťou rozpínania na rozhraní litosférických platní a úrovňou morskej hladiny za posledných 180 mil. rokov. Fázový rozdiel medzi veličinami je približne 10 miliónov rokov (podľa Prothera, 1990).



Obr. 14. Sheridanov model, vysvetľujúci koreláciu zmien polarity magnetického poľa Zeme a rýchlosti rozpínania na divergentných rozhraniach platní (komentár v texte; podľa Prothera, 1990).

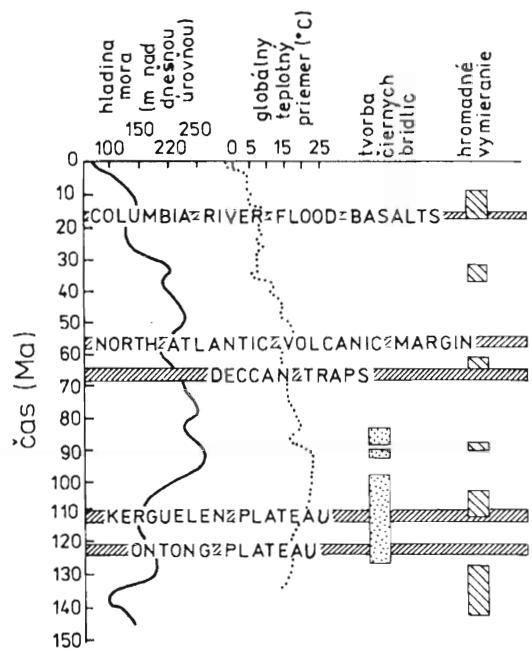
v plášti rýchle prúdenie v sérii konvekčných buniek a prostredníctvom vystupujúcej natavenej hmoty plášťa, tzv. plášťových termálnych stĺpcov (plumes; obr.18a). Keď jadro prechádza do horúcejšieho, turbulentnejšieho stavu, produkuje množstvo zmien polarity a vysokú intenzitu magnetického poľa. Na druhej strane sa plášť stáva relatívne chladnejším a konvekcia v ňom sa spomaľuje (obr. 14c).

Výstup termálnych stĺpcov, príp. ich obrovitých ekvivalentov („superplumes"), závisí od termálnej nestability D" vrstvy na rozhraní zemského plášťa a jadra s periódou 30 miliónov rokov (Loper a McCartney, 1990). Ale keďže hrúbka litosféry značne kolíše, ich výstup na povrch sa od striktnej periodicity môže značne odchyľovať (Stothers a Rampino, 1990). Táto teória vysvetľuje výstupom termálnych stĺpcov aj vznik provincií príkrovových bazaltov (flood basalts, trap basalts), ktorých príkladom môže byť plošina Ontong a Kerguelen v Tichom oceáne, bazalty Dekanskej plošiny v Indii, alebo rozsiahle sibírske vulkanické polohy.

Rozhodne to však nie je jediná predstava o vzniku príkrovových bazaltov. Iní autori (Anderson, 1994; Barley a Grooves, 1992) predpokladajú, že tieto sekvencie vznikli skôr reorganizáciou litosférických platní. Podľa nich pri globálnej korelácii vychádza najavo, že obdobia rýchleho spreadingu sú v iných častiach planéty obdobiami zvýšenej kompresie, takže aktivita na stredooceánskych chrbtoch je prejavom dekompresie ako reakcie na kompresný režim v iných častiach litosféry. Obdobia zrýchlenej konvekcie v plášti sa pripúšťajú, ale hlavnú úlohu nemajú procesy na hranici jadro - plášť; transfer materiálu do kôry primárne riadi pozícia kontinentov a procesy v centrách rozpínania a v subdukčných zónach. Iný model dokonca prichádza s výpočtom, podľa ktorého prúdenie konvekčnými bunkami pri dostatočne veľkých Raleyghových číslach (odraz viskozity a teplotných pomerov v plášti) vykazuje v každom vnútorne zahrievanom systéme periodicitu okolo 30 miliónov rokov (Rice, 1990).

Nech už je pôvod bazaltových výlevov akýkoľvek, ich odhadovaná maximálna ročná produkcia 12 - 15 km^3 (plošina Ontong), dosahujúca hodnotu prírastku celej siete súčasných stredooceánskych chrbtov (16 - 26 km^3; Larson, 1991), musela mať veľký vplyv na pomery v ekosystéme aj z globálneho hľadiska.

Sám objem vyvrelín, ekvivalentný plošine Ontong, najväčšej zo známych bazaltových provincí, by bol zdvihol morskú hladinu o 10 m (Coffin a Eldholm, 1993), podmorská elevácia by sa zároveň stala bariérou v cirkulácii a spolu s uvoľneným teplom aj príčinou



Obr. 15. Korelácia epizód hromadného vymierania s výlevmi príkrovových bazaltov, pohybmi morskej hladiny a zvýšenou sedimentáciou čiernych bridlíc (podľa Coffina a Eldholma, 1993).

vzostupných prúdov, nastala by degazácia a bolo by sa uvoľnilo množstvo stopových toxicky pôsobiacich prvkov. CO_2 by bol mohol zvýšiť alkalinitu vody a pri úniku do atmosféry vytvoriť skleníkový efekt. Teplé podnebie by bolo spomalilo morské prúdy a znížilo obsah rozpusteného O vo vode, čo by bolo viedlo až k anoxickým podmienkam a usádzaniu čiernych bridlíc (Coffin a Eldholm, 1993; obr. 15).

Počítačový model zostavený na základe množstva CO_2 uvoľneného pri výleve 1000 km^3 lávy (16 triliónov kg) indikuje pri erupciách dlhodobý celosvetový rast priemernej teploty v atmosfére o 7 - 12 °C. To by na kontinentoch - aj vďaka množstvu SO_2 a halogénov - bolo viedlo k dlhotrvajúcim kyslým dažďom a primárnemu postihu zemského rastlinstva (Glenn, 1989). To by sa bolo mohlo zredukovať aj v krátkom intervale šera a ochladenia po erupcii extrudujúcej do atmosféry veľké množstvo popola (Johnson, 1990).

Výpočet možných následkov sa dá porovnať s následkami kolízie Zeme s mimozemskými telesami. Táto konštatácia diskusiu o vplyvoch vulkanizmu a reorganizácii platní ešte viac oživuje a dôležitosť týchto javov podčiarkuje.

Mimozemské vplyvy

Vášnivý spor o vplyve impaktov nebeských telies na vymieranie na Zemi sa rozpútal roku 1979, keď tím pod vedením W. Alvareza predložil komplexnú testovateľnú hypotézu založenú na anomálnom obsahu Ir a iných stopových prvkov pri rozhraní K/T, ktorý sa vraj zhoduje s chemickým zložením meteoritov.

Modely kolízie Zeme a bolidov sa sústreďujú na možný chemický a fyzikálny stres v prostredí a jeho efekt na živé organizmy. Pôvodný scenár sa podobal predpokladaným následkom jadrovej vojny. Zahŕňal obdobie šera a zimy, spôsobené prachovými oblakmi a dymom z rozsiahlych požiarov, resp. jemným vodným aerosólom pri kolíziách v oceáne. Prelet atmosférou by na druhej strane mohol znamenať jej šokové zahriatie, zlučovanie O a N a vznik kyslých nitrických dažďov (Leary a Rampino, 1990).

Zrážka mimozemského telesa s povrchom Zeme by okrem mohutného zemetrasenia, dosahujúceho lokálne až 13. stupeň Richterovej stupnice, mohla (pri zásahu vápnitých hornín) uvoľniť množstvo CO_2 až päťkrát prekračujúce jeho dnešný obsah v atmosfére, a tak spôsobiť skleníkový efekt a výrazné oteplenie (Glenn, 1989). Otrasy by sa v každom prípade rozšírili aj do morského prostredia a spôsobili by vznik deštruktívnych tsunami, podmorských zosuvov a zmien v cirkulácii oceánskych prúdov.

Teória predpokladala katastrofické dôsledky na všetkých úrovniach fosílnej bioty a náhlu termináciu veľkého množstva línií. Hromadiace sa dôkazy o postupnom vymieraní neodsunuli túto teóriu do úzadia. Jej zástancovia zareagovali predstavou o pretrvávaní výkyvu v prostredí v dlhšom časovom intervale (Kauffman, 1986), resp. myšlienkou o spŕške komét dopadajúcich na Zem s odstupom státisícov až niekoľkých miliónov rokov (Glenn, 1989).

Analogicky ako na Mesiaci sa skúmala pravdepodobnosť dopadu telesa, ktoré by spôsobilo zásah do ekosystému (Stothers a Rampino, 1990). Výpočty rekurenčného intervalu viedli k výsledku 30 mil. rokov, čo sa zhoduje aj s periódou hypotetických astronomických procesov, o ktorých sa uvažovalo ako o možnom zdroji dopadajúcich bolidov (Glenn, 1989).

Jedna z teórií predpokladá pohyb tzv. Nemezis, tmavej a trpaslíčej hviezdy, spoločníčky Slnka, ktorá by na svojej excentrickej dráhe približne každé tri desiatky miliónov rokov prelietala cez tzv. Oortovo mračno a spúšťala spŕšku komét smerom k Slnečnej sústave. Iná teória hovorí o vertikálnych osciláciách solárneho systému cez husté medzihviezdne mračná roviny Galaxie. Tretia myšlienka evokuje predstavu o desiatej planéte za Plutom, ktorej orbita by periodicky spúšťala multiplanetárny mechanizmus presunu komét z transneptúnovského pásu smerom na Zem.

Podľa impaktovej teórie mohol krízu na konci kriedy spôsobiť dopad telesa s priemerom 10 km, ktoré by zanechalo kráter široký 45 - 50 km (Stothers a Rampino, 1990). Ale existenciu takéhoto krátera z daného stratigrafického intervalu vôbec nie je istá (Meyerhoff et al., 1994). V Halifaxe v Novom Škótsku je naopak známa impaktová štruktúra Montagnais s priemerom 45 km, ktorá vznikla v neskoršom spodnom eocéne, teda v intervale s jednou z najväčších diverzít v histórii Zeme, ale v tejto súvislosti sa akýkoľvek postih morského planktónu v globálnom, ba ani v lokálnom meradle nespozoroval (Jansa et al., 1990).

Ani pri vynesení známych impaktových kráterov s priemerom väčším ako 50 km ku krivke zmien biodiverzity nie je väčšina z nich synchrónna s píkmi. Možno dokonca tvrdiť, že 95 % dopadnutých bolidov nemalo na regionálnu ani globálnu diverzitu nijaký vplyv (Jansa et al., 1990).

Potvrdzuje to aj detailné štúdium korelácie anomálneho výskytu 40 stopových prvkov a hlavných epizód vymierania vo fanerozoiku. Pri niektorých z nich (E/O, K/T, C/T, Miss/Penn, F/F) sa zistila vyššia koncentrácia inkriminovaných komponentov, ale ani v jednom prípade nemožno hovoriť o jasnom dôkaze v prospech impaktového pôvodu anomálie (Orth et al., 1990). Komplexná analýza prvkového zloženia skôr indikuje: a) zvýšenú aktivitu riftov, b) vzostupné prúdenie, c) obohatenie ílových minerálov o stopové prvky (väzba na Al a iné litofilné prvky - Sc, Th, Sr), d) prísun prvkov z erodovaných hornín vrchného plášťa, príp. čiernych bridlíc a e) koncentráciu baktériami z morskej vody.

Uvažovať treba i o nepriamych účinkoch impaktov. Sú hypotézy dávajúce do súvislosti nepritomnosť kráterov istého rozmeru na hlavných biostratigrafických rozhraniach s faktom, že až deväť výlevov plošinových bazaltov s vymieraniami vo fanerozoiku koreluje (Orth et al.,1990; Stothers a Rampino, 1990). Predpokladá sa, že zrážka bolidu s povrchom Zeme mohla

ovplyvniť dynamické pomery v plášti, a najmä v istom časovom intervale spôsobiť dekompresiu a nasledujúce tavenie hornín. Krátery by v takom prípade chýbali celkom prirodzene, pretože by boli pochované pod príkrovmi bazaltov, ktorých výlevy samy odštartovali. Takáto interpretácia by mohla byť správna v prípade, kedy boli horniny vrchného plášťa „suché". Bazaltová magma však obsahuje množstvo volatilných zložiek, ktoré pri dekompresii unikajú, a tak spôsobujú na miesto tavenia tuhnutie (Loper a McCartney, 1990).

Ani iné deklarované účinky impaktov, ako sú rapídne zmeny polarity magnetického poľa alebo zmeny v rotácii Zeme a z toho vyplývajúce klimatické prechody až do ľadových dôb, nie sú z dynamického hľadiska pravdepodobné (Loper a McCartney, 1990). Aj keď sa s mimozemskými vplyvmi na vývoj života musí rátať, nedávne výskumy signalizujú, že sa ich úloha preceňuje.

Cyklické zmeny 1. stupňa

Zdá sa, že pohyb hladiny oceánov je spätý s preskupovaním kontinentov medzi dvoma hraničnými polohami. Existencia Pangey napríklad koreluje s dlhým obdobím obnaženia súše, kým rýchly rozpad a separácia kontinentov v kriede korešponduje s periódou morských záplav (Prothero, 1990; obr. 16). Za hlavnú príčinu týchto javov sa pokladá celková dĺžka a objem stredooceánskych chrbtov (Veevers, 1990).

Rozloženie kontinetálnych platní má priamy vplyv aj na globálne klimatické pomery a zmenu diverzity fauny a flóry. Vznik jednotnej pevniny spôsobil aridizáciu podnebia a vytvoril výrazne oddelené teplotné a zrážkové zóny; v oceánoch aj v atmosfére sa zmenili prevládajúce smery prúdenia. Zároveň zrušil prirodzené geografické hranice rozšírenia druhov organizmov, a tak má za následok miešanie fauny, kompetíciu o zmenšený počet ník a nasledujúci zánik endemických taxónov (Houša, 1992).

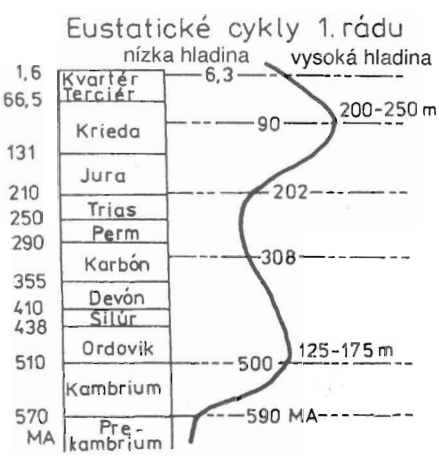
Ako primárny dôvod vzniku a zániku kontinentov sa analogicky cyklom 2. stupňa uvádzajú zmeny konvekcie v zemskom plášti (Fischer, 1984). V takejto súvislosti vidí Fischer vo fanerozoiku striedanie sa dvoch základných stavov - „skleníkového" a „mrazničkového" (greenhouse, icehouse).

Počas „mrazničkového" stavu (vrchné prekambrium, vrchné paleozoikum a vrchné kenozoikum) sú na Zemi polárne čiapočky, nízky stav morskej hladiny a strmý gradient medzi pólmi a rovníkom.

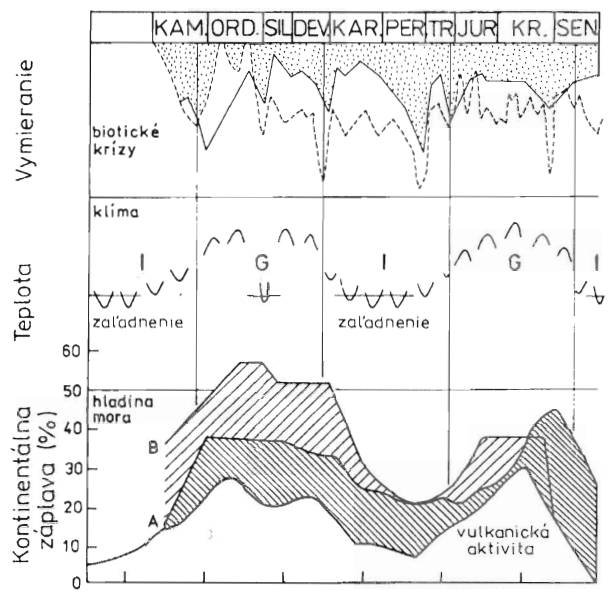
Pri „skleníkovom" stave, niet akumulácií ľadu, takže sa vyznačuje zvýšenou úrovňou hladiny mora. Z toho vyplýva i pozvoľnejší gradient medzi pólmi a rovníkom a omnoho menej stratifikovaný oceán s priemernou teplotou 10 - 15 °C (oproti cca 3 °C počas „mrazničkového stavu").

Fischer sa nazdáva, že „skleníkovú" fázu spúšťa zvýšený obsah CO_2, ktorý zachytáva slnečné žiarenie, a tak sa otepľuje Zem. Vzostup v koncentrácii „skleníkových" plynov podľa neho koreluje s píkmi vulkanizmu pri zvýšenej aktivite v plášti. Keď sa prúdenie spomalí, CO_2 sa z atmosféry odbúrava zvetrávaním na súši, až kým sa dosiahne rovnováha znamenajúca opätovný nástup „mrazničkovej" fázy supercyklu. Pokrytie dostatočnej rozlohy kontinentu ľadom po istom čase bráni ďalšiemu odbúravaniu CO_2 z atmosféry a spolu s opätovným rastom plášťovej konvekcie chráni planétu pred osudom ľadovej gule.

Fischerov model ponúka mnoho príťažlivých potenciálnych vysvetlení. Jedným z nich je spätosť najväčších biotických kríz v ostatných 600 miliónov rokov s obdobiami prechodu medzi fázami supercyklu, v ktorých by sa malo prostredie meniť najrýchlejšie (obr. 17). Keďže perióda jedného cyklu trvá 300 miliónov rokov, ťažko dokázať, že cyklický kauzálny me-



Obr. 16. Porovnanie eustatických cyklov 1. stupňa s pohybom litosférických platní vo fanerozoiku (podľa Vaila et al., 1991).



Obr. 17. Fischerov supercyklus s periódou 300 miliónov rokov, počas ktorého Zem prechádza „skleníkovými" a „mrazničkovými" obdobiami (icehouse a greenhouse). Korelácia s úrovňou hladiny a biotickými krízami (mnohé vymierania zdanlivo súvisia s prechodom medzi fázami cyklu; podľa Prothera, 1990).

chanizmus skutočne jestvuje, veď dve „skleníkové" fázy striedajúce sa s periódami zaľadnenia môžu ľahko predstavovať čistú koincidenciu. Stavy „mrazničky" sa v geologickej histórii zhodujú s obdobiami, keď boli kontinenty v polárnej pozícii. Navyše sú aj výnimky (napr. vrchnoordovické zaľadnenie, ktoré nastalo blízko vrcholu predpokladaného „skleníkového" stavu), ktoré týmito cyklickými zmenami ťažko vysvetliť.

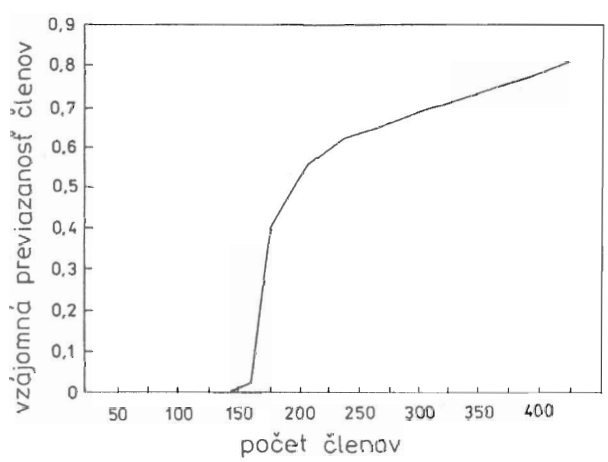
Periodicita vymierania ako záznam rejuvenácie ekosystému

Nech sa už časové rozloženie zmien biodiverzity istého stupňa volá periodickým, kváziperiodickým alebo epizodickým (Stothers a Rampino, 1990), je zrejmé, že sa takéto zmeny striedajú so zmenami iných stupňov (obr. 3).

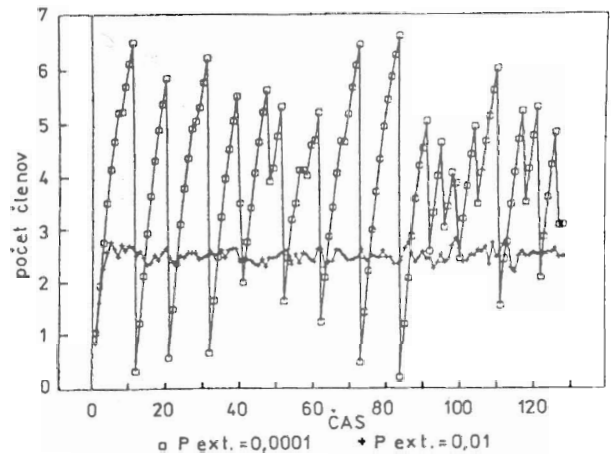
Sepkoski, hlavný obhajca pravidelnosti, pripisuje periódu 26 miliónov rokov vo vymieraní externým príčinám. Hľadá adekvátne cyklické zmeny prostredia, na ktoré všetky hlavné taxonomické skupiny reagujú v podstate rovnako (Sepkoski, 1990).

Na opačnom póle je predstava, ktorá fluktuáciám ekologických faktorov neprisudzuje nijakú výnimočnú úlohu. Predpokladá odlišnú imunitu bioty v rozličných obdobiach, čiže vývoj citlivosti na vonkajšie podnety (Stanley, 1989).

Testom v tomto prípade môže byť modelovanie vnútornej organizácie biologickej zložky ekosystému a jej reakcií na zásahy zvonka (Plotnick a McKinney, 1993). Model vychádza zo základného prepokladu, že ak nie je systém narušaný, počet a intenzita závislostí v jeho rámci rastie. K prvotným r-stratégom, využívajúcim väčšinu zdrojov na reprodukčnú aktivitu, postupne pribúdajú K-stratégovia, druhová diverzita v rámci spoločenstva rastie, a tým rastie aj spektrum medzidruhových vzťahov. Matematicky sa ukázalo, že ide o nelineárnu funkciu času s výrazným prahom v raste vzájomnej previazanosti komponentov (obr. 18).



Obr. 18. Sigmoidálny priebeh krivky vzájomnej previazanosti zložiek systému (ekosystému) v závislosti od času (podľa Plotnicka a McKinneyho, 1993).



Obr. 19. Modelové vymierania pri rozličnej frekvencii vonkajších zásahov. Krivky reprezentujú počet závislých členov (eko)systému, štvorčeky pravdepodobnosť zásahu pripadajúcu na jedno opakovanie P = 0,0001, krížiky P = 0,01. Tak, ako sa frekvencia zásahov zvyšuje, priemerný počet závislých členov klesá a spolu s tým klesá aj rozsah fluktuácií. Pri nízkej frekvencii je dobre pozorovateľné (kvázi)periodické správanie modelu (podľa Plotnicka a McKinney, 1993).

Systém možno podrobiť iterácii v čase náhodne rozložených zásahov. Pri stave, keď eliminácia jedného člena spôsobuje vymieranie celej navzájom previazanej skupiny, sa dá pozorovať, ako počet navzájom závislých zložiek začína po čase fluktuovať okolo istej rovnovážnej hodnoty. Lokálne zhluky sa totiž ustavične deštruujú, a preto nemôže nastať ich úplná amalgamácia. Rozsah kolapsov v systéme (modelovaných poklesov diverzity) závisí od frekvencie vonkajších zásahov. Ak je nízka, zhluky sa v intervale „pokoja" značne zväčšujú a pri nasledujúcom krachu je celkové „vymieranie" omnoho väčšie.

V tejto súvislosti je zaujímavá distribúcia vymierania produkovaná pri strednej a nízkej frekvencii zásahov. Vyznačuje sa mnohými malými a niekoľkými veľkými „vymieraniami", ktoré sa veľmi blížia výsledkom analýzy Raupa a Sepkoského (obr. 19). To vôbec neprekvapuje, lebo ide o interný a časovo závislý proces. Po veľkom vymieraní musí uplynúť dostatočne dlhý čas na vývoj závislosti, aby mohla opäť nastať udalosť podobnej veľkosti. Zdanlivá periodicita je teda očakávanou črtou náhodne narušaného, ale vnútorne organizovaného systému (Plotnick a McKinney, 1993).

V reálnych systémoch, pravdaže, nie je veľkosť vonkajších zásahov nikdy konštantná, ale modifikácia ich amplitúd na lognormálne rozdelenie (v modele) vykazuje iba malý vzťah k veľkosti vymierania. Tak sa demonštruje, že pokles diverzity viac závisí od stavu systému ako od veľkosti externých perturbácií (Plotnick a McKinney, 1993). Napriek tomu, že skutočný ekosystém svojimi vlastnosťami presahuje charakteristiky akéhokoľvek priblíženia, pri všetkých „zreálneniach" parametrov modelu (zavedenie anizotropie, váženie väzieb a pod.) vychádzajú výsledky identické s tými, jo ktorých sme už uvažovali. Oprávňuje to teda tvrdiť, že

komplexné systémy sú menej stabilné, lebo sa vyznačujú tendenciou po propagácii vonkajších zásahov. Vysoko závislé systémy majú malú pravdepodobnosť pretrvať dlhší čas, lebo sú citlivé na stratu čo i len jediného člena. Zároveň, ak si uvedomíme, že stupeň komplexnosti v komunitách organizmov nezávisí ani tak od veľkosti ako od frekvencie vonkajších rušivých zásahov, možno konštatovať, že dĺžka trvania fosílnych komunít je nepriamo úmerná stabilite prostredia (Rollins a Donahue, 1975). Oportunistické spoločenstvá žijúce v značne premenlivých až trvalo nepriaznivých podmienkach sa adaptujú oveľa lepšie a po katastrofách ožívajú omnoho skôr ako spoločenstvá žijúce v prostredí s nízkym stresom a stabilnejšími podmienkami. Opačný uhol pohľadu zasa umožňuje pozerať sa na vonkajšie zásahy ako na prevenciu pred dosiahnutím vysokého stupňa vnútornej previazanosti, čiže ako na prostriedok rejuvenácie ekosystému.

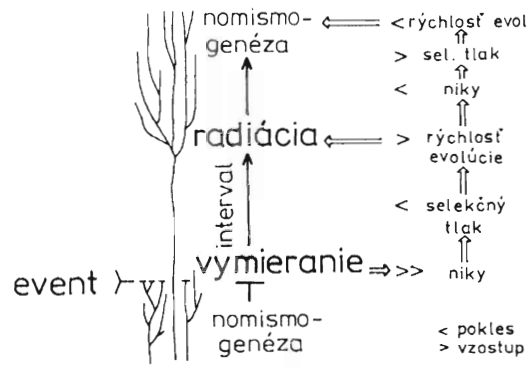
Aj keď sú výkyvy v životnom prostredí organizmov najdôležitejšou príčinou ich vymierania, každá komplexná teória musí počítať aj s vnútornou dynamikou ekosystému, ktorá - ako sa ukazuje - pre veľkosť kolapsov v jeho biotickej zložke môže byť, dokonca rozhodujúca.

Úloha vymierania v evolúcii

Vymieranie ako prostriedok na udržanie ekosystému sa javí ako dočasne deštruktívny, ale z dlhodobého hľadiska pozitívny proces. Jeho konštruktívnu funkciu však možno rozoznať aj v krátkom časovom intervale: každé vymieranie po istom období vystrieda perióda štiepenia vývojových línií a radiácia novovzniknutých taxónov. Tento v stratigrafickom zázname pravidelne sa opakujúci znak možno vysvetliť nasledujúcou hypotézou (Walliser, 1986).

V nenarušenom ekosystéme je selekčný tlak relatívne vysoký, takže úspešných je iba niekoľko nových mutácií a rekombinácií. Preto je aj rýchlosť vývoja nízka. Len čo sa však uvoľnia niky, či už predchádzajúcim vymieraním, alebo tvorbou nových biotopov, selekčný tlak sa zredukuje (aspoň voči formám vyznačujúcim sa potenciálnou schopnosťou evolúcie v preferovanom smere). Čím je menej záujemcov o uprázdnené miesto, tým je menší selekčný tlak. Jeho znižovanie znamená relatívne vyššiu šancu pre nové mutácie a rekombinácie. Tak sa rýchlosť vývoja veľmi zvyšuje aj bez toho, aby boli nevyhnutné nejaké zmeny v genetickom mechanizme. Vysoká miera evolúcie sa vyjadruje radiáciou. Tá vedie k obsadeniu ník a jeho prostredníctvom k „normalizácii" vzhľadom na selekčný tlak a rýchlosť zmeny (obr. 20).

Uvedená modelová sekvencia môže poskytnúť aj riešenie starých problémov okolo mikroevolúcie a makroevolúcie, resp. teórií gradualizmu a prerušovaných rovnováh. Inými slovami: aj keď globálne udalosti vedú k narušeniu ekosystému a k terminácii istých taxonomických línií, rýchlosť mutácií, selekčný tlak a tempo evolúcie zostávajú stále vo vzájomnej rovnováhe (Walliser, 1986) a mení sa iba ich pomer.



Obr. 20. Modelový priebeh vymierania a následnej radiácie (komentár v texte; podľa Wallisera, 1986).

Ukazuje sa, že sa prerušovaná rovnováha netýka ani tak evolučných mechanizmov ako zmien v ekologických systémoch. Sekvencia pozorovaná v zázname demonštruje jav, ktorý možno nazvať paradoxom evolúcie: vymieranie evolúciu zrýchľuje.

Záver

Mnohé prírodné javy a procesy vykazujú v priebehu času zmeny vo veľkosti, alebo intenzite. Dokázalo sa, že sa amplitúdy prakticky všetkých zmien, či už ide o pohyby morskej hladiny, priemernú globálnu teplotu vulkanizmu, alebo zemetrasenia, blížia lognormálnemu rozdeleniu. Podobná vlastnosť sa demonštrovala aj pri zmenách biodiverzity. V stratigrafickom slede možno rozlíšiť časovo ekvivalentné intervaly s rozličnou intenzitou vymierania. Ukazuje sa, že aj keď precíznu štatistickú analýzu komplikuje rad okolností, ako je problematická kvalita dát či zamieňanie skutočného vymierania s morfologickou zmenou v rámci pretrvávajúcich línií, medzi veľkými a malými vymieraniami je plynulý prechod, a preto ich nemožno klasifikovať dichotomicky. Hovoriť o priebežnom vymieraní má zmysel vtedy, ak sa uvažuje o hierarchii usporiadania biologickej zložky ekosystému. Kríza na jej vyšších úrovniach sa prejavuje zásahom širšieho spektra vyšších taxonomických kategórií. Aj pri hromadnom vymieraní možno sledovať istú selektívnosť, ale rozdielna úspešnosť radov a čeľadí sa často dá vysvetliť iba konkrétnou životnou stratégiou jednotlivých populácií druhov. Doterajší výskum nepotvrdil, že by sa odolnosť druhov voči vonkajším zmenám časom akumulovala. Väčší stratigrafický rozsah značí skôr viacnásobný úspešný test vlastností ako nahromadenie adaptácií.

Aj keď viaceré živočíšne skupiny dokázateľne vymierali milióny rokov, pri podrobnom výskume hraničných intervalov sa ukazuje, že mnohé vývojové línie vymreli v niekoľkých diskrétnych krokoch. Časť bádateľov to pokladá za „kvantový" rozpad ekosystému, keď po vymretí tzv. kľúčových členov miznú celé spoločenstvá. Iní autori v tom vidia prejav ohromných celosvetových katastrof, ale najmä dopadu mimozemských telies. Stupňovitosť vymierania by v niekto-

rých prípadoch mohla byť aj artefaktom, najmä ak by sa nebrali do úvahy medzery v sedimentárnom zázname spôsobené rýchlymi pohybmi morskej hladiny.

Vymieranie určitej intenzity sa v histórii Zeme opakuje s istým náznakom periodicity. Preto sa pri hľadaní jeho príčin veľký dôraz kladie na abiotické procesy s približne rovnakou periódou. Pravdepodobnosť dopadu mimozemského telesa schopného spôsobiť celosvetovú katastrofu je síce za 30 miliónov rokov veľká, ale vek kráterov sa málokedy zhoduje s píkmi masového vymierania. Omnoho pravdepodobnejšou príčinou veľkých biotických kríz je masívny vulkanizmus spätý s výlevom príkrovových bazaltov. Čiastočne by sa ním dala vysvetliť aj vyššia koncentrácia Ir a iných stopových prvkov v hraničnom intervale K/T, ale napríklad aj E/O alebo frasn/famen. Nepochybný vplyv na spoločenstvá organizmov majú aj eustatické zmeny a klimatické výkyvy.

Napriek tomu, že mnoho výrazných zmien vo fyzikálnom prostredí koreluje s epizódami hromadného vymierania, teoreticky sa dokázalo, že pokles diverzity viac závisí od stavu systému ako od veľkosti externých perturbácií. Komplexnosť v rámci spoločenstiev s časom rastie, ale rastie tým aj tendencia po propagácii vonkajších zásahov. V stave, keď veľkú časť komunity ovplyvní strata čo i len jedného člena, kolaps môže byť spôsobený aj rušivým zásahom nijako nevybočujúcim z priemeru. Každý pokus vysvetliť vymieranie teda musí brať do úvahy aj vnútornú dynamiku ekosystému.

Vymieranie pôsobí v rámci vývoja ekosystému ako prostriedok jeho rejuvenizácie. Vďaka nemu vznikajú v evolúcii obdobia, v ktorých sa vývoj viacnásobne zrýchľuje. Obdobia krízy značia selekciu medzi vývojovými líniami a potom aj vytváranie istých evolučných trendov.

Literatúra

Alvarez, W., Smit, J., Lowrie, W., Asaro, F., Margolis, S. V., Clayes, P., Kastner, M. & Hildebrand, A. R. 1992: Proximal impact deposits at the Cretaceous-Tertiary boundary in the Gulf of Mexico: A restudy of DSDP Leg 77 Sites 536 and 540. *Geology, 20, 697 - 700.*

Anderson, D. L. 1994: Superplumes or supercontinents ? *Geology, 22, 39 - 42.*

Barley, M. E. & Grooves, D. E. 1992: Supercontinent cycles and the distribution of metal deposits through time. *Geology, 20, 291 - 294.*

Boucot, A. J. 1986: Ecostratigraphic criteria for evaluating the magnitude, character and duration of bioevents. *In: Walliser, O. H. (Ed.): Global Bio-Events. Springer-Verlag, Berlin, 25 - 46.*

Boucot, A. J. 1990: Phanerozoic extinctions: How similar are they to each other ? *In: Kauffman, E. G. & Walliser, O. H. (Ed.): Extinction Events in Earth History, 30, Springer-Verlag, Berlin, 5 - 30.*

Brett, C. E. 1995: Stasis: Life in the Balance. *Geotimes, 40, 3, 18 - 20.*

Coffin, M. F. & Eldholm, O. 1993: Large Igneous Provinces. *Scientific American.*

Coffin, M. F. & Eldholm, O. 1993: Scratching the surface: Estimating dimensions of large igneous provinces. *Geology, 21, 515 - 518.*

d'Orbigny, A. 1852: Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques. *Series, 2, V.Masson, Paris.*

De Boer, P. L. & Smith, D. G. 1994: Orbital forcing and cyclic sequences. *Spec. Phls Int. Ass. Sediment., 19, 1 - 14.*

Fischer, A. 1986: Dva supercykla Fanerozoika. *In: Berggren, W. A. & Van Couvering, J. A. (Ed.): Katastrofy i istorija Zemli, Mir, Moskva, 133 - 156.*

Glen, W. 1989: The Growing Mass Extinction Controversies: Impacts? Volcanism? Periodicity? *Palaios, 4, 497 - 500.*

Gould, S. J. 1986: V zaščitu koncepcii pereryvistovo izmenenia. *In: Berggren, W. A., Van Couvering, J. A. (Ed.): Katastrofy i istorija Zemli, Mir, Moskva, 13 - 42.*

Gretener, P. I. 1986: Razmišlenia o redkom „sobitii" i sviazannych s nim predstavleniach v geologii. *In: Berggren, W. A., Van Couvering, J. A. (Ed.): Katastrofy i istorija Zemli, Mir, Moskva, 89 - 103.*

Houša, V. 1992: Paleobiogeografie. *In: Pokorný, V. (Ed.): Všeobecná paleontologie. Karolinum, Praha, 115 - 149.*

Hsü, K. J. 1983: Actualistic Catastrophism: Adress of the retiring President of the International Association of Sedimentologists. *Sedimentology, 30, 3 - 9.*

Jansa, L. F., Aubry, M. P. & Gradstein, F. M. 1990: Comets and extinctions:Cause and effect? *In: Sharpton, V. L. & Ward, P. D. (Ed.): Global catastrophes in Earth history: An interdisciplinary conference on impacts volcanism and mass mortality, Spec. Paper, 247, Geol. Soc. Amer.*

Johansen, M. B. 1989: Background Extinction and Mass Extinction of the Brachiopods from the Chalk of Northwest Europe. *Palaios, 4, 243 - 250.*

Johnson, R. W. 1993: Volcanic Eruptions & Atmospheric Change. *Series,* Australian Geological Survey Organisation, Canberra.

Kauffman, E. G. 1986: High resolution event stratigraphy: Regional and global Cretaceous bio-events. *In: Walliser, O. H. (Ed.): Global Bio-Events, Springer-Verlag, Berlin, 279 - 336.*

Kauffman, E. G. & Erwin, D. H. 1995: Surviving Mass Extinctions. *Geotimes, 40, 3, 14 - 17.*

Kitchell, J. A. 1990: Biological selectivity of extinction. *In: Kauffman, E. G. & Walliser, O. H. (Ed.): Extinction Events in Earth History, Springer-Verlag, Berlin, 31 - 44.*

Larson, R. L. 1991: Latest pulse of Earth: Evidence for a mid-Cretaceous superplume. *Geology, 19, 547 - 550.*

Leary, P. N. & Rampino, M. R. 1990: A multi-casual model of mass extinctions: increase in trace metals in the oceans. *In: Kauffman, E. G. & Walliser, O. H. (ed.): Extinction Events in Earth History, Springer-Verlag, Berlin, 45 - 56.*

Loper, D. E. & McCartney, K. 1990: On impacts as a cause of geomagnetic field reversals or flood basalts. *In: Sharpton, V. L., Ward, P. D. (Ed.): Global catastrophes in Earth history: An interdisciplinary conference on impacts, volcanism, and mass mortality, Spec. Paper, 247, Geol. Soc. Amer.*

MacLeod, N. & Keller, G. 1992: „Hiatus distributios and extinctions at the Cretaceous/Tertiary boundary":Reply. *Geology, 381 - 382.*

Marek, J. & Kshovský, J. 1992: Paleoekologie. *In: Pokorný, V. (Ed.): Všeobecná paleontologie, Karolinum, Praha, 57 - 103.*

McKinney, M. L. & Oyen, C. W. 1989: Causation and Nonrandomness in Biological and Geological Time Series: Temperature as a Proximal Control of Extinction and Diversity. *Palaios, 4, 3 - 15.*

Meyerhoff, A. A., Lyons, J. B. & Officer, C. B. 1994: Chicxulub Structure: A Volcanic Sequence of Late Cretaceous Age. *Geology, 3 - 4.*

Müller, D. W., McKenzie, J. A. & Weisert, H. (Ed.) 1991: Controversies in Modern Geology: Evolution of Geological Theories in Sedimentology, Earth History and Tectonics. *Series, Academic Press, London.*

Newell, N. D. 1986: Massovye vymiranija-unikalnye ili povtorjajuščiesia javlenia ? *In: Berggren, W. A. & Van Couvering, J. A. (Ed.): Katastrofy i istorija Zemli. Mir, Moskva, 122 - 133.*

Officer, C. B. 1992: The relevance of Iridium and microscopic dynamic deformation features toward understanding the Cretaceous/Tertiary transition. *In: Wezel, F. C. (Ed.): Terra Nova, 4, Global Change Spec. Issue, 394 - 404.*

Olsson, R. K. & Liu, C. 1993: Controversies on the Placement of Cretaceous-Paleogene Boundary and the K/P Mass Extinction of Planktonic Foraminifera. *Palaios, 8, 127 - 139.*

Orth, C. J., Attrep, M., Jr. & Quintana, L. R. 1990: Iridium abundance pattern across bio-event horizons in the fossil record. *In: Sharpton, V. L. & Ward, P. D. (Ed.): Global catastrophes in Earth history: An interdisciplinary conference on impacts volcanism,and mass mortality, Spec. Paper, 247, Geol. Soc. Amer.*

Plotnick, R. E. & McKinney, M. L. 1993: Ecosystem Organization and Extinction Dynamics. *Palaios, 8, 202 - 212.*

Pokorný, V. 1992: Evoluce. *In: Pokorný, V. (Ed.): Všeobecná paleontologie, Karolinum, Praha, 190 - 236.*

Powell, J. W. 1875: Exploration of the Colorado River of the West and Its Tributaries. *Series, Government Printing Ofice, Washington, D.C.*

Prothero, D. R. 1990: Interpreting the stratigraphic record. *Series, W. H. Freeman & Company, New York, 410.*

Raup, D. M. 1993: Extinction from a paleontological perspective. *European Review, 1, 207 - 216.*

Rice, A. 1990: Shock-pressures in igneous processes: Implications for K/T events. *In: Kauffman, E. G. & Walliser, O. H. (Ed.): Extinction Events in Earth History, Springer-Verlag, Berlin, 59 - 84.*

Rollins, H. B. & Donahue, J. 1975: Towards a theoretical basis of paleoecology: Concepts of community dynamics. *Lethaia, (Oslo), 8, 255 - 270.*

Saul, J. M. 1994: Cancer and autoimmune disease: A Cambrian couple? *Geology, 5.*

Sepkoski, J. J. Jr. 1990: The taxonomic structure of periodic extinction. *In: Sharpton, V. L. & Ward, P. D. (Ed.): Global catastrophes in Earth history:An interdisciplinary conference on impacts, volcanism,and mass mortality, Spec. Paper, 247, Geol. Soc. Amer., 33 - 44.*

Sloan, L. C. & Barron, E. J. 1990: „Equable" climates during Earth history ? *Geology, 18, 489 - 492.*

Stanley, S. M. 1989: Krisen der Evolution: Artensterben in der Erdgeschichte. *Spektrum, Heidelberg, 248.*

Stothers, R. B. & Rampino, M. R. 1990: Periodicity in flood basalts, mass extinctions, and impacts: A statistical view and a model. *In: Sharpton, V. L. & Ward, P. D. (Ed.): Global catastrophes in Earth history: An interdisciplinary conference on impacts, volcanism, and mass mortality, Spec. Paper, 247, Geol. Soc. Amer., 9 - 18.*

Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S. A., Eisner, P. N. & Perez-Cruz, C. 1991: The Sratigraphic Signatures of Tectonics, Eustasy, and Sedimentation. *In: Einsele, G., Seilacher, A. & Ricken, W. (Ed.): Cycles and Events in Stratigraphy, Springer-Verlag, Heidelberg Berlin, 617 - 659.*

Van Wagoner, J. C., Posamentier, H. W., Mitchum, R. M., Vail, P. R., Sarg, J. F., Loutit, T. S. & Hardenbol, J. 1988: An overview of sequence stratigraphy and key definitions. *In: Wilgus, C. V. e. a. (Ed.): Sea level changes: an integrated approach. SEPM Spec. Publication 42, SEPM, 39 - 45.*

Walliser, O. H. 1986: Towards a more critical approach to bio-events. *In: Walliser, O. H. (Ed.): Global Bio-Events. Springer-Verlag, Berlin, 5 - 16.*

Wilde, P. & Berry, W. B. N. 1986: The role of oceanographic factors in the generation of global bio-event. *In: Walliser, O. H. (Ed.): Global Bio-Events. Springer-Verlag, Berlin, 75 - 94.*

Wilde, P., Quinby-Hunt, M. S. & Berry, W. B. N. 1990: Vertical advection from oxic or anoxic water from the main pycnocline as a cause of rapid extinction or rapid radiations. *In: Kauffman, E. G., & Walliser, O. H. (Ed.): Extinction Events in Earth History. Springer-Verlag, Berlin, 85 - 98.*

Geovestník

Informačný spravodajca pre geológiu, baníctvo, úpravníctvo a životné prostredie

Príloha časopisu Mineralia slovaca, roč. 27, č. 6

Obsah

I. zjazd Slovenskej geologickej spoločnosti ..... 1 - 22
Kronika 23
Terminologický stĺpček 25
Zo života SGS 25
Plán odborných akcií na 1. polrok 1995 26
Významné životné jubileá 28

I. zjazd Slovenskej geologickej spoločnosti

13. a 14. septembra 1995 sa v Spišskej Novej Vsi a v Poráčskej doline konal 1. celoslovenský zjazd Slovenskej geologickej spoločnosti. Zorganizovala ho pobočka SGS v Spišskej Novej Vsi, Geologia, s. r. o., a Slovenská geológia, š. p., Spišská Nová Ves. Na zjazde sa zúčastnilo 99 odborníkov zo Slovenska a z Českej republiky. Na prednáškach v kongresovej miestnosti bolo do 140 poslucháčov.

Zjazd otvoril RNDr. K. Piovarcsy, tajomník pobočky SGS, a riaditeľ spoločnosti Geologia, s. r. o., Spišská Nová Ves a Ing. B. Bartalský, CSc., riaditeľ Slovenskej geológie, š. p., v Spišskej Novej Vsi. Referát o činnosti a postavení SGS predniesol jej predseda doc. RNDr. P. Reichwalder.

Prednášky v blokoch boli zamerané na:
- geologickú stavbu východného Slovenska
- geologický vývoj a geologickú stavbu územia Slovenska
- ložiskovú geológiu
- hydrogeológiu a geotermálnu energiu
- inžiniersku geológiu
- environmentálnu geológiu.

Prednášky doručené organizátorom publikuje v plnom znení toto číslo Geovestníka a Mineralia Slovaca č. 6.

Zoznam prednášok, ktoré odzneli na zjade:

1. K. Együd: Perspektívy geológie z hľadiska ekonomickej a spoločenskej transformácie Slovenskej republiky
2. P. Reichwalder: Postavenie Slovenskej geologickej spoločnosti v období ekonomickej a spoločenskej transformácie a zameranie jej činnosti v najbližších rokoch

Geologická stavba východného Slovenska

3. J. Vozár a P. Grecula: Spišsko-gemerské rudohorie - geologicko-tektonická problematika
4. S. Jacko, J. Vozár a M. Polák: Nové poznatky o geologickej stavbe Braniska a Čiernej hory
5. L. Mello: Geológia Slovenského krasu
6. M. Kaličiak, V. Konečný a J. Lexa: Geologická stavba Vihorlatských vrchov
7. J. Vozár, Č. Tomek, A. Vozárová a J. Mello: Seizmický profil G-1: Spišsko-gemerské rudohorie - Branisko

Geologický vývoj a geologická stavba územia Slovenska

8. M. Rakús a D. Plašienka: Prierez hlavných výsledkov projektu Geodynamický vývoj Západných Karpát
9. D. Hovorka: Príspevok petrografie k poznaniu geologickej stavby a surovinovej potencie horninových komplexov Západných Karpát
10. A. Nagy a V. Bezák: Stav geologického mapovania na Slovensku

Ložisková geológia

11. J. Franzen: Projekty geologicko-prieskumných prác na východnom Slovensku
12. M. Gargulák et al.: Nerastné suroviny Slovenska - prehľad realizovaných a navrhovaných výskumných prác
13. J. Zuberec: Perspektívy prieskumu a využitia špeciálnych a netradičných nerudných surovín
14. L. Turánová: Vplyv ťažby a úpravy magnezitovej a magnezitovo-mastencovej suroviny na životné prostredie
15. M. Kovim, D. Polakovič, J. Maljkovič a J. Stupák: Zásady oceňovania ložísk nerastných surovín v geologickom prieskume v Slovenskej republike

Hydrogeológia - geotermálna energia

15. P. Bujalka, V. Hanzel, J. Melioris, M. Fendek a M. Račický: Stav hydrogeologického výskumu a prieskumu v Slovenskej republike a jeho ďalšia orientácia
16. I. Bajo a J. Jetel: Nové hydrogeologické poznatky z východného Slovenska

Inžinierska geológia

17. R. Ondrášik, M. Hrašna, L. Andor a J. Malgot: Postavenie, úlohy a perspektívy inžinierskej geológie na Slovensku

Environmentálna geológia

18. A. Klukanová: Monitorovanie geologických faktorov životného prostredia so zameraním na oblasť východného Slovenska

19. V. Gajdoš, M. Bielik, A. Panáček a J. Šefara: Stav geofyzikálneho výskumu a prieskumu Slovenska so zameraním na environmentálne otázky
20. K. Vrána: Geochemický atlas Slovenskej republiky
21. J. Hricko: Environmentálno-geologické mapovanie mestských algomerácií Bratislavy a Košíc
22. S. Rapant et al.: Geochemicko-ekologické mapovanie Slovenskej republiky

Súčasťou odborných prednášok boli aj tieto postery:

S. W. Faryad: Tektonicko-metamorfný model vývoja meliatskej jednotky
T. Sasvári a Ľ. Maťo: Štruktúrna, mineralogická a litostratigrafická charakteristika Striebornej žily v rožňavskom rudnom poli
M. Ardová, M. Filo, J. Gretsch a Konečný, V.: Plynovod Dudince - Krupina
L. Turanová, J. Turan, A. Čelková & J. Ševc: Vplyv ťažby a úpravy magnezitovej a magnezitovo-mastencovej suroviny na životné prostredie
Ľ. Petro, Z. Spišiak a E. Polaščinová: Svahové deformácie v oblasti Košickej kotliny a Slanských vrchov - súbor IG máp - Košická kotlina a Slanské vrchy v M = 1:50 000
S. Daniel: Košice - emisie - družicové snímky v mierke 1:25 000
Ingeo a. s. Žilina: Ponuka prác

14.9.1995 bola pripravená exkurzia po trase:

Poráč - závalové pásmo,
Rudňany - odkalisko a úpravňa (NPZ)
Vrbov - termálny vrt a využívanie termálnych vôd
Poprad - termálny vrt
Stará Lesná - termálny vrt

Karol Piovarcsy,
predseda organizačného výboru I. zjazdu SGS,

Vyhlásenie
účastníkov 1. zjazdu Slovenskej geologickej spoločnosti
v Spišskej Novej Vsi 13. - 14. októbra 1994

My účastníci 1. zjazdu Slovenskej geologickej spoločnosti vyhlasujeme, že plnú funkčnosť a aktivitu Slovenskej geologickej spoločnosti pri vzájomnej výmene informácií medzi osobami, inštitúciami a riešiteľskými kolektívmi v odbornej a odborno-ekonomickej problematike pokladáme za nevyhnutnú a nenahraditeľnú.

Za základné aspekty našej činnosti pokladáme úsilie o integračný pohľad na otázky abiotickej prírody, o ekologicky neškodné využívanie jej zdrojov na území Slovenskej republiky, bohatú vedeckú, vedecko-popularizačnú a osvetovú činnosť a zvyšovanie záujmu širokej verejnosti o poznávanie abiotickej prírody.

Podporujeme návrh výboru Slovenskej geologickej spoločnosti zvolať jej zjazd roku 1997 do Bratislavy a konať ho v úzkej spätosti s medzinárodnou vedeckou konferenciou pri príležitosti 100. výročia narodenia akademika Dimitrija Andrusova.

Spišská Nová Ves 14. septebra 1995

Účastníci 1. zjazdu Slovenskej geologickej spoločnosti

Postavenie Slovenskej geologickej spoločnosti v období ekonomickej a spoločenskej transformácie a zameranie jej činnosti v najbližších rokoch

Vážené dámy a páni, milé kolegyne a kolegovia,

dovoľte mi, aby som vás v mene výboru Slovenskej geologickej spoločnosti srdečne privítal na jej zjazde, ktorý sa po prvý raz organizuje ako samostatný (doterajšie sa konali spolu so zjazdmi Českej geologickej spoločnosti) a ktorý s nemalými ťažkosťami a po viacerých zmenách termínu pripravila spišskonovoveská pobočka SGS. Zjazd sa koná v období, ktoré je pre slovenskú geológiu zložité. Prejavuje sa značným poklesom geologickej aktivity v hospodárskej sfére, zásadnou zmenou priorít v geologickom podnikaní, ako aj v transformácii štruktúry a organizácie slovenskej geológie. Geológia a geologické vedy u nás zaznamenali v rebríčku celospoločenských preferencií výrazný pokles, aj keď si mnohí myslíme, že nie vždy opodstatnený. Geológia ako jednotný a koordinovaný hospodársky rezort prakticky zanikla. Zmeny sa bezprostredne dotkli aj geologického výskumu, výchovy geologicky orientovaných odborníkov a neobišli ani Slovenskú geologickú spoločnosť. Prejavilo sa to najmä znížením záujmu o členstvo v nej, ale aj v obmedzenom zapájaní sa do jej odbornej činnosti. Najlepšie to vidno v tých pobočkách, ktorých členmi boli najmä geológovia z väčších rezortných geologických organizácií. Tie sa radikálne transformovali a vo viacerých prípadoch sa rozpadli na rad menších podnikov. V uplynulom období aj do dôchodku odišlo oveľa viac aktívnych členov Spoločnosti ako kedykoľvek predtým, čo do značnej miery ovplyvnilo ich možnosti aktívnejšie sa zapájať do odborných podujatí organizovaných Spoločnosťou. Obmedzené ekonomické zdroje vo väčšine geologických inštitúcií znemožnili organizovať väčšie odborné akcie, ale aj častejšie sa zúčastňovať na podujatiach mimo sídla pracoviska, ako sa o tom presvedčili aj organizátori tohto zjazdu. Preto sa Spoločnosť orientovala predovšetkým na jednodňové akcie v pobočkách a v odborných skupinách (semináre, prednáškové popoludnia). Domnievame sa však, že zložitá situácia a obmedzené ekonomické možnosti si vyžadujú skôr aktivizáciu ako útlm činnosti. K tomu smerujú niekedy viac, inokedy menej úspešné, resp. nie vždy správne pochopené doterajšie aktivity výboru zvoleného na valnom zhromaždení v novembri 1994, ktoré analyzovalo najaktuálnejšie problémy a načrtlo ďalšie smerovanie SGS tak, aby sa prihliadalo na budúce potreby slovenskej geológie, ako aj na možnosti v novej ekonomickej situácii a v celkovej spoločenskej klíme.

V súlade s útlmom činnosti spätej s vyhľadávaním a využívaním domácich zdrojov väčšiny nerastných surovín - vo viacerých prípadoch možno aj dosť neuváženým a unáhleným - sa podstatne väčší dôraz ako v minulosti kladie na pôsobenie spojené s environmentálnou politikou, osobitne s ochranou životného prostredia. Je to napokon už dlhší čas celosvetový trend alebo aspoň trend vo vyspelých krajinách. Ale pri presune záujmu z nerastných surovín na ekolo-

gické otázky a environmentalistiku má významnú úlohu geológia aj vo vyspelých ekonomikách. Jedným z jej prvoradých cieľov by malo aj naďalej byť získavanie spoľahlivých a všestranne využiteľných geologických informácií a ich vedecká analýza v súlade s modernými poznatkami geologických vied vo svete.

Pre väčšinu nových podnikateľov pôsobiacich v geologickej sfére je dnes, prirodzene, prvoradá komerčná geologická činnosť a tí sa často takto jednostranne pozerajú aj na potrebu a význam SGS. Preto sa nezriedka objavovali názory, že by sa SGS mala postupne pretransformovať tak, aby plnila najmä úlohy odbornej komory, zastrešujúcej profesijné združenia geológov.

Po výmenách náhľadu na poslanie profesijných geologických asociácií a SGS sa vzájomné vzťahy doriešili uspokojivo, dohodla sa obojstranne výhodná spolupráca a položili základy koordinácie odborných aktivít. Obsah, formy a podmienky spolupráce sú zakotvené v dohodách o spolupráci a na základe odporúčania plenárneho zhromaždenia sa výbor SGS doplnil o zástupcov asociácií. Bol to prvý krok k takej koordinácii činnosti, ktorá by postupne mohla posilniť vplyv geológie v ekonomickej aj vo vedeckej oblasti.

Slovenská geologická spoločnosť v súlade so stanovami zostáva aj naďalej vedeckou spoločnosťou združujúcou nielen profesionálnych geológov, ale aj ostatných pracovníkov s vysokoškolským vzdelaním pôsobiacich v geológii a v príbuzných vedných odboroch, ďalej študentov geológie, ale aj záujemcov o členstvo aktívne pracujúcich a konajúcich v záujme geológie. Zostáva ovela širším a otvorenejším združením geológov a s geológiou spriaznených osôb s príslušným vzdelaním v geológii a v príbuzných vedných disciplínach, ako sú profesijné združenia geológov.

Od poslania SGS sa odvíja aj jej činnosť. Jej hlavné ciele sú:

- Pohotovo rozširovať nové vedecké poznatky z geológie a organizovať ich výmenu medzi geologickými špecializáciami.
- Zvyšovať všestrannú odbornú úroveň členov s osobitným zreteľom na mladých geologických pracovníkov.
- Propagovať výsledky slovenskej geológie na domácich a medzinárodných odborných fórach.
- Pomáhať pri skvalitňovaní vedeckej aj formálnej úrovne prezentácie geologických poznatkov členmi Spoločnosti doma i v zahraničí.
- Všestranne napomáhať integráciu slovenskej geológie, odborných geologických združení a jednotlivých členov Spoločnosti do medzinárodných geologických orgánov, inštitúcií a vedeckých programov.
- Rozvíjať aktívnu vedecko-popularizačnú činnosť s cieľom zvýšiť geologické povedomie nielen geológov, ale aj širokej verejnosti tak, aby sa stalo pevnou súčasťou všeobecného spoločenského vedomia a verejnej mienky správne chápajúcej význam a potrebu geologických vied.
- Pomáhať pri všestrannom skvalitňovaní výučby nových geologických poznatkov zaujímavými a príťažlivými metódami a formami v rámci všeobecnovzdelávacej sústavy na základných a stredných školách, ako aj špecializovanej výučby na univerzitách a stredných odborných školách.
- Informovať o nových, progresívnych smeroch vo vývoji geologických vied vo svete.
- Stať sa garantom vytvárania národného geologického dedičstva, ktorého súčasťou majú byť najhodnotnejšie geologické výtvory, scenérie, predmety (minerály, skameneliny, horniny), ale aj najvýznamnejšie diela slovenských geológov. Národné geologické dedičstvo by sa malo stať integrálnou súčasťou národného prírodného a kultúrneho dedičstva.

Súčasné zložité obdobie treba chápať ako nevyhnutné prechodné obdobie a slovenská geológia i SGS ho musí prekonať s čo najmenšou ujmou do budúcnosti. Vyjadrujem presvedčenie, že napriek nepriaznivej ekonomickej situácii, ktorá sa dotýka väčšiny našich pracovísk, a tým bezprostredne aj väčšiny z nás, nájdeme dostatok vnútorných síl, záujmu a odhodlania nezištne rozvíjať našu stavovskú organizáciu, prispôsobovať sa novým podmienkam, a najmä pripraviť si dobré východiská do ďalšieho úspešného rozvoja slovenskej geológie a na jej rýchlu integráciu do medzinárodných geologických inštitúcií. Na splnenie týchto predsavzatí nebude stačiť nadšenie niekoľkých jednotlivcov, ale bude nevyhnutná široká a obetavá aktívna účasť a úsilie veľkého okruhu geológov a priaznivcov geológie, ako aj cieľavedomá a koncepčná práca funkcionárov Spoločnosti.

Výbor SGS za najaktuálnejšie úlohy a aktivity, ktoré budú programom jeho činnosti v najbližšom období, pokladá:

V oblasti organizácie práce:

- spoluprácu Spoločnosti a jej odborných skupín s jestvujúcimi a novými profesijnými združeniami geológov v súlade s uzatvorenými dohodami,
- takú racionalizáciu činnosti Spoločnosti, aby členské neprekročilo únosnú mieru; pri organizovaní významnejších akcií sa bude treba viac usilovať o podporu od sponzorov, najmä v rámci ich kolektívneho členstva v Spoločnosti,
- aktualizovať stanovy Spoločnosti na základe nových východísk jej činnosti (napr. vo vzťahu k profesijným asociáciám),
- aktualizovať zoznamy členov Spoločnosti v pobočkách a zrušiť členstvo tým, ktorí si dlhodobejšie neplnia základné povinnosti voči Spoločnosti a jej stanovám.

V oblasti odborných podujatí:

- prezentovať najnovšie geologické výsledky a poznatky a vytvárať podmienky na širšiu odbornú diskusiu o nich na odborných akciách v pobočkách a v odborných skupinách,
- umožňovať vzájomnú interdisciplinárnu komunikáciu o nových geologických poznatkoch a o aktuálnych geologických otázkach,
- poskytovať dobré možnosti na zverejňovanie výsledkov práce mladých geológov a študentov postgraduálneho štúdia,
- vo väčšej miere využívať odborné podujatia Spoločnosti na doplnkovú výučbu študentov (ako doplnok k výberovým prednáškam a seminárom o aktuálnych geologických problémoch jednotlivých študijných odborov a zameraní),
- prezentovať poznatky a skúsenosti slovenských geológov zo zahraničných študijných pobytov a významných medzinárodných akcií (kongresy, sympóziá, výskumné programy ap.),
- prezentovať príspevky, s ktorými slovenskí geológovia hodlajú vystúpiť na významných medzinárodných fórach (aj v jazyku ich prezentácie),
- využívať prednášky zahraničných odborníkov pri ich pobyte na Slovensku (Spoločnosť ponúka spoluúčasť pri ich organizovaní a propagácii aj v prípadoch, ak nepôjde o jej hostí).

Vo vedecko-popularizačnej oblasti:

- všestranne propagovať geológiu a geologické vedy s cieľom zvyšovať úroveň všeobecného geologického povedomia ako súčasti verejnej mienky všetkými dostupnými formami,
- vysvetľovať interdisciplinárnu povahu a nadrezortný význam geológie pre národné hospodárstvo,
- koordinovať vedecko-popularizačnú činnosť za širokej účasti geologických subjektov s cieľom dosiahnuť čo najvyšší účinok vo verejnosti, ale najmä u organizačno-riadiacich pracovníkov každej úrovne,
- na zvýšenie motivácie podľa možností Spoločnosti pravidelne oceňovať najlepšie práce a jednotlivcov v popularizácii geológie,

- pôsobiť tak, aby sa vedecko-popularizačná činnosť geológov, osobitne vedeckých a pedagogických pracovníkov, brala do úvahy pri ich pracovnom hodnotení.

Pri skvalitňovaní výučby geológie a geovedných disciplín:

- spolupracovať so všetkými stupňami vzdelávacej sústavy pri modernizácii, a najmä pri zavádzaní príťažlivých foriem výučby geologických poznatkov, pri organizovaní prednášok, exkurzií ap.,
- angažovať sa, aby sa vo výučbe na gymnáziách s prírodovedným zameraním pokladala geológia a geovedné poznatky za rovnocenné s ostatnými prírodovednými predmetmi, aby bola výučba moderných geologických poznatkov plnohodnotná a aby sa využívala pri rozvíjaní globálneho ekologicko-environmentalistického myslenia pri poznávaní, využívaní a ochrane prírodného prostredia, ako aj pri hlbšom poznávaní interakcií geologického prostredia s ostatnými zložkami životného prostredia,
- odbornými aktivitami Spoločnosti pomáhať vysokým školám pri výchove a formovaní všestranne pripraveného absolventa adaptabilného na plnenie aktuálnych potrieb národnej ekonomiky.

Oblasť medzinárodnej reprezentácie slovenskej geológie a jej integrácie do medzinárodných orgánov a inštitúcií

Uplynulé obdobie prinieslo výrazné pozitívne zmeny v možnosti nadväzovať oveľa bohatšie medzinárodné kontakty s geologickými inštitúciami vo vyspelých krajinách, možnosť jednoduchšie sa zapájať do medzinárodných projektov a do činnosti nevládnych geologických inštitúcií. Slovenská geológia sa začína v takýchto inštitúciách postupne etablovať ako reprezentantka suverénnej Slovenskej republiky. Naším záujmom je, aby integrácia do svetovej geológie bola čo najširšia, pomerne rýchla, aby sme v rámci medzinárodných kontaktov vytvárali dobrý obraz o našej geológii, a tým aj o Slovenskej republike. V tejto oblasti máme veľa dlhov, a preto by naše odborné a organizačné aktivity mali v súčinnosti s ďalšími inštitúciami k naplneniu tejto pre budúcnosť našej geológie kľúčovej úlohy prispieť v čo najväčšej miere.

Činnosť v tejto oblasti zameriame najmä na:

- oblasť geologickej diplomacie (v spolupráci s národným komitétom a geologickými orgánmi a organizáciami) s cieľom zabezpečiť v najbližšom možnom termíne koordinovaný vstup slovenskej geológie do IUGS (Medzinárodná únia geologických vied) a jej orgánov a inštitúcií (komisie, asociácie),
- nadviazanie aktívnejšej spolupráce s geologickými spoločnosťami v susedných krajinách (Česká republika, Rakúsko, Maďarsko, Poľsko, Ukrajina),
- koordinovanú prezentáciu vedeckých výsledkov slovenskej geológie na najvýznamnejších medzinárodných fórach,
- pomoc pri organizovaní akcií spätých s účasťou slovenskej geológie v medzinárodných vedeckovýskumných projektoch.

Naše úsilie by malo vyvrcholiť v spoločnej príprave na dôstojné pripomenutie si mimoriadne významného 100. výročia narodenia nestora slovenskej geológie akademika Dimitrija Andrusova roku 1997. Bratislavská pobočka Spoločnosti vyšla s iniciatívou zorganizovať pri tejto príležitosti nasledujúci zjazd Spoločnosti a medzinárodnú vedeckú konferenciu s tematikou, ktorá bola jadrom celoživotného diela akademika Andrusova. Vyzývam plénum, aby tento návrh podporilo. Som presvedčený, že SGS a celá slovenská geológia využije toto výročie na prehĺbenie vedeckých medzinárodných kontaktov, osobitne so susednými krajinami.

Vážené kolegyne, vážení kolegovia, milí priatelia,

na záver mi dovoľte, aby som v mene výboru SGS poďakoval spišskonovoveskej pobočke SGS, organizačnému výboru zjazdu a spoluorganizujúcim inštitúciám v Spišskej Novej Vsi (Slovenská geológia, š. p., a Geologia, s. r.o.) za to, že napriek mnohým ťažkostiam umožnili toto naše stretnutie, ktoré, pevne verím, bude začiatkom pravidelnejšieho stretávania sa tých, ktorým osud slovenskej geológie a jej budúcnosť nie sú vonkoncom ľahostajné.

Peter Reichwalder
predseda Slovenskej geologickej spoločnosti

Perspektívy geológie z hľadiska ekonomickej a spoločenskej transformácie Slovenskej republiky

KAROL EGYÚD
Ministerstvo životného prostredia SR, Hlboká 2, 812 35 Bratislava

Efektívna ochrana a tvorba životného prostredia a optimalizácia využívania prírodných zdrojov okrem iného vyžadujú sústavné prehlbovanie poznatkov o geologickej stavbe a zložení zemskej kôry, ale zároveň aj o komplexe kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov prírodných zdrojov. Zároveň treba sledovať aj ovplyvňovanie všetkých subsystémov prírodných a sociálno-ekonomických zložiek prírody.

Koncepcia geologického výskumu a prieskumu Slovenska vychádza z priorít spoločenského rozvoja, z nevyhnutnosti ekologizovať využívanie prírodných zdrojov a ich ochranu a zameriava sa na prehodnotenie domácej základne nerastných surovín a horninového prostredia ako jednej z jeho základných zložiek. Táto činnosť umožňuje geológii orientovať sa pri zabezpečovaní nových surovinových zdrojov aj na ekologické otázky. Vychádza pritom z krátkodobých aj dlhodobých cieľov surovinovej politiky Slovenska, z konkrétnych úloh pri zabezpečovaní surovinových zdrojov a z toho, že sa pri ich využívaní musia prednostne rešpektovať požiadavky na tvorbu a ochranu životného prostredia. Podkladom koncepcie a činnosti pri využívaní nerastných surovín, ako aj pri poznávaní stavu a ochrany životného prostredia sú spracované regionálne štúdie nerastných surovín okresov Slovenska.

Neobnoviteľnosť a lokálny výskyt prírodných zdrojov nerastných surovín si vyžadujú odlišný prístup pri formulovaní zásad surovinovej politiky štátu ako pri obnoviteľných prírodných zdrojoch, ktorých podiel má najmä v energetickej bilancii Slovenska programovo rásť. Ide hlavne o rozsiahlejšie využívanie geotermálnej energie, na čo sú na Slovensku v komunálnej sfére, ako aj v celej energetike veľké možnosti.

Činnosť geologických organizácií je integrálnou súčasťou získavania surovín z prírodných zdrojov, a preto aj otázky funkčnosti tohto odvetvia tvoria neoddeliteľnú zložku surovinovej politiky štátu. Štát má vo vyhľadávaní, overovaní a oceňovaní základných prírodných neobnoviteľných zdrojov surovín nezastupiteľnú rolu. On prakticky uplatňuje svoju zvrchovanosť nad domácimi zdrojmi surovín, a preto sa konkrétne kroky v geologickom výskume aj prieskume prednostne realizujú pri tých surovinách, resp. v tých regiónoch, kde je budúca exploatácia

v súlade so surovinovou politikou štátu, t. j. s potrebami spracúvateľských odvetví a s platnou legislatívou dotýkajúcou sa ich využívania.

Stanoviť rozsah a časový predstih etáp overovania ložísk je nesporne úloha spätá s veľkým rizikom, a to tak pokiaľ ide o dĺžku tohto procesu, ako aj z hľadiska finančnej náročnosti a odhadu podmienok využitia výsledkov. Preto je nesporné, že pri formulácii cieľov zabezpečovania surovín nesie štát aj isté riziko a v súlade s prijatými kritériami uvoľňuje zo svojho rozpočtu nenávratné aj návratné finančné zdroje. Takýto postup je objektívny a je v úplnom súlade s postupom vo väčšine štátov.

Systematický geologický prieskum v uplynulom období poskytol vcelku komplexný prehľad na možnosti našej surovinovej základne z kvalitatívnej aj kvantitatívnej stránky vrátane prírastku niektorých surovín. Tieto informácie dávajú základ na orientačné stanovenie možného podielu domácich zdrojov na krytí celospoločenskej spotreby.

Nové projekty môžu byť efektívne iba pri dlhodobej platnosti legislatívy a zásad racionálneho využitia surovín a finančných nástrojov. Do úvahy treba brať aj ustavičné zmeny cien surovín na svetovom trhu v krátkodobých aj dlhodobých intervaloch, často vo významných absolútnych hodnotách. Štát sa tým objektívne zúčastňuje na tvorbe a fungovaní surovinovej politiky a v prípade všeobecného alebo strategického záujmu sa môže zúčastňovať na budúcom využívaní zdrojov, a tak riešiť aj na to nadväzujúce javy, napr. zamestnanosť a pod. Z toho vychodí, že aj legislatívne a ďalšie zmeny, ktoré sú v inštitucionálnej a realizačnej oblasti pre funkčnosť geológie nevyhnutné, patria do komplexu opatrení surovinovej politiky štátu.

Podľa uvedeného a v zmysle prijatej surovinovej politiky Slovenskej republiky bude treba v spolupráci s ostatnými zainteresovanými ministerstvami a s ústrednými orgánmi štátnej správy urobiť nasledujúce opatrenia:

1. Vypracovať návrh klasifikácie nerastov do kategórií podľa stupňa uplatnenia štátneho záujmu v duchu čl. 4 Ústavy Slovenskej republiky ako podklad na novelizáciu banského zákona.

2. Navrhnúť systém evidencie surovinových zdrojov.

3. Vypracovať návrh komplexného informačného systému o geologickom prieskume, ťažbe domácich surovín, zbere a spracúvaní odpadu ako druhotnej suroviny, o dovoze, vývoze a o cenách surovín na domácom a svetovom trhu.

4. Vypracovať zásady novelizácie banského a geologického zákona a riešiť v nich najmä:

- systém ekonomického hodnotenia využívania domácich nerastných surovín tak, aby v súlade ekologických a ekonomických záujmov bolo pre štát optimálne,
- podiel finančnej účasti štátu a návratnosti vynaložených prostriedkov na jednotlivé etapy geologického výskumu, prieskumu a na osvojenie ložiska,
- vytváranie ekonomických nástrojov na realizáciu surovinovej politiky štátu tak, aby vznikli podmienky porovnateľné s podmienkami Európskej únie a vo vyspelých štátoch sveta,
- účasť zahraničného kapitálu pri geologickom prieskume a banskom podnikaní,
- metodiku ekonomického oceňovania ložísk.

5. Navrhnúť zásady legislatívnych krokov vedúcich k ďalšiemu zefektívneniu baníctva, geológie a s nimi súvisiacej činnosti.

6. Vypracovať systém monitorovania škôd na životnom prostredí spôsobovaných banskou činnosťou, zaviesť ho do praxe a po ročnom sledovaní porovnať stav so Stratégiou, zásadami a prioritami štátnej environmentálnej politiky.

Rozpracovanie Stratégie zásad a priorít štátnej environmentálnej politiky a Programu starostlivosti o životné prostredie v SR v geologickom výskume a prieskume Slovenska vychádza z toho, že rozvoj geologického poznania a komplexné geologické informácie sú nevyhnutným predpokladom aj rozvoja ďalších oblastí života spoločnosti vrátane tvorby a ochrany životného prostredia. Je základom prehodnocovania potenciálu jestvujúcich prírodných zdrojov včítane podzemnej, pitnej, minerálnej a termálnej vody a zdrojov geotermálnej energie, vyhľadávania, prieskumu a hodnotenia týchto zdrojov a na prípravu geologických podkladov na ich ochranu. Bez geologických informácií nemožno komplexne zisťovať a hodnotiť geologické činitele ovplyvňujúce tvorbu a ochranu životného prostredia ani antropogénne vplyvy na ne. Dôležité sú informácie aj ako podklad na hodnotenie územia Slovenska z inžinierskogeologického a hydrogeologického pohľadu pri rajonizácii, urbanizácii krajiny, zakladaní veľkých stavieb, skládok komunálneho, toxického a rádioaktívneho odpadu, pri riešení zosuvných území a pod. Rovnako sú nevyhnutné pri poznávaní úrovne znečistenia horninového prostredia a podzemných vôd toxickými ťažkými kovmi a pod. (napr. stav Rn, úhrnná rádioaktivita, seizmicita a pod.).

Hlavným cieľom programu ochrany životného prostredia na Slovensku pri súčasnom preskupovaní riadiacich a výrobných síl bude nepripustiť jeho zhoršenie a zároveň vytvárať podmienky na jeho postupné zlepšovanie už od tohto roku. Vie sa, že treba veľa urobiť, aby sa obnovila ekologická stabilita krajiny a aby najmä samy ekologické systémy vyrovnávali nepriaznivé vplyvy ľudskej činnosti na prevažnej časti územia Slovenska.

Vplyv človeka na životné prostredie je všeobecne známy. Najčastejšie ide o únik ropy a produktov z nej, ale nie je to jediný zdroj kontaminácie horninového prostredia, najmä zdrojov podzemnej vody. Rastúci počet havárií ohrozujúcich kvalitu podzemnej vody si žiada vykonať rozhodné opatrenia na ich zastavenie, a to od geologickoprieskumných prác, vybudovania sanačných prvkov s dlhodobým monitoringom až po odstránenie následkov a uvedenie územia do pôvodného stavu.

Známe sú mnohé havárie s dlhodobými následkami, ktoré potvrdzujú nevyhnutnosť preventívnych opatrení aj z pohľadu ochrany horninového prostredia. Vo vysokom štádiu rozpracovanosti je program prieskumu a sanácie lokalít a objektov po pobyte sovietskych vojsk.

Dlhodobou intenzifikáciou poľnohospodárskej výroby vznikla situácia, keď je stále aktuálnejšie sledovanie znečisťovania pôdy. Veľkým problémom je negatívny vplyv živočíšnej veľkovýroby, pesticídov, zásobníkov krmovinovej základne, ukladania odpadu a nedôslednej manipulácie s pohonnými hmotami v čerpacích a prečerpávacích zariadeniach. Pritom treba zdôrazniť, že sa mechanizmy transportu a akumulácie prakticky ani nesledujú, a preto sú z hľadiska hodnotenia územia vo väčšine prípadov málo známe.

Rozhodovanie o racionálnom využívaní prírodného prostredia pri súčasnom zachovaní jeho najlepšej kvality si vyžaduje komplexný prístup, geologicko-ekonomické ocenenie ložísk, elimináciu dôsledkov ťažby, rekultiváciu a obnovu ekonomickej i estetickej hodnoty poškodených území. Významne sa zúčastňujeme na príprave podkladov na rekultiváciu krajiny narušenej ťažbou a spracúvaním nerastných surovín vo vybraných oblastiach.

Program Ministerstva životného prostredia je spracovaný tak, aby geologické informácie o využívaní potenciálu krajiny a horninového prostredia boli dobrým podkladom pre:

- rozvoj poznania o geologickej stavbe územia,
- hodnotenie a ochranu zdrojov podzemnej vody a geotermálnej energie,
- inžinierskogeologické hodnotenie územia SR pre rajonizáciu, urbanizáciu, inžinierskogeologické mapy v mierke 1:50 000 a 1:25 000, ukladanie odpadu každého druhu, riešenie zosuvných území, monitoring geologických faktorov a kvality podzemných vôd,
- hodnotenie územia SR z hľadiska znečisťovania neživých zložiek prostredia (hornín, pôdy, vody) toxickými látkami a iných geologických rizík (Rn, úhrnná rádioaktivita, seizmicita, stabilita svahov a pod.), ako aj komplexné riešenie geologických faktorov tvorby a ochrany životného prostredia,
- prípravu geochemického a geotermálneho atlasu SR v mierke 1:200 000, ktorý bude dôležitým podkladom pri hodnotení stavu životného prostredia Slovenska; jeho súčasťou bude súbor máp, a to kvality prírodných vôd, geochemickej reaktivity hornín, geochémie riečnych sedimentov, pôdna mapa, mapa lesnej biomasy a mapa prirodzenej rádioaktivity územia.

Príspevok petrografie k poznaniu geologickej stavby a surovinovej potencie horninových komplexov Západných Karpát

DUŠAN HOVORKA

Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Dnes už máloktorý člen geologickej komunity u nás pochybuje o tom, že výstižný opis horninových typov v horninovom telese (lávovom prúde, dajke, lakolite, vrstve sedimentov), ale aj nasledujúce dešifrovanie geologickej histórie telesa alebo množiny telies je základným predpokladom akýchkoľvek geologických, tektonických či metalogenetických interpretácií.

V príspevku heslovite uvádzame niektoré výstupy petrografických/petrologických výskumov Západných Karpát na území Slovenskej republiky. Sústreďujeme sa na problematiku, nie na autorov.

Cieľavedomý a moderný prístup kolektívu autorov (zo SAV a Geologického ústavu D. Štúra) k štúdiu komplexov magmatitov granitovej série vyúsťuje do postupného zverejňovania výsledkov.

Za hlavný výsledok petrológie v posledných piatich rokoch možno pokladať zistenie, že variské granitoidy nie sú jednotnou skupinou. Tvoria ich najmenej tri genetické skupiny, ktoré sa dajú najlepšie aproximovať genetickým typom I, S a A. Medzi uvedené skupiny možno ako ďalší (predvariský?) genetický typ zaradiť trondhjemitové taveniny (typ M) generované v prostredí leptynitovo-amfibolitového komplexu. Možná časová sukcesia genetických typov by potom bola (M-I)-S-I-A. Súčasné terénne, no najmä laboratórne výskumy ponúkajú nový pohľad na ortoruly ako staré granity. Identifikovaný typ A granitu pomáha lokalizovať významnú úlohu permskej extenzie v zóne súčasnej pohorelskej línie.

Takéto chápanie telies granitu Západných Karpát sa zakladá na nasledujúcich dôležitých zisteniach: 1) na úlohe mafického magmatizmu a mixingu (enklávy v type I); 2) na mineralogicko-petrologických rozdieloch medzi typom I a S: asociácia allanit + magnetit oproti monazit + ilmenit, ktorá indikuje kontrastný oxidačno-redukčný fluidný režim, ako aj rozdielny zdrojový materiál; 3) na identifikácii mierne alkalických granitov na konci variského orogénu (regionálny typ Hrončok a Turčok).

Zo štúdia vrtných jadier z hrončockého granitu vyplýva, že podstatná časť tohto masívu má charakter blastomylonitov, ale otázka veku nie je doriešená.

Na problematiku variských magmatitov granitovej série geneticky nadväzujú aj telesá pegmatitu. Za ostatné roky sa pegmatity dostali do odlišnej genetickej pozície: niektoré telesá v Malých Karpatoch a v Považskom Inovci si pre prítomnosť minerálov kolumbitovo-tantalitovej skupiny a berylu zasluhujú ďalší výskum.

Poznanie vulkanických hornín mezozoika zostáva v podstate na úrovni opísanej v monografii z konca 80. rokov.

V plošne aj objemovo rozsiahlych komplexoch mladotreťohorných vulkanitov možno za najpozoruhodnejšie nové zistenia pokladať nasledujúce:

- Zverejnili sa poznatky o geodynamickom mechanizme vedúcom k prejavom neoidného vulkanizmu.
- Na základe hlbinného seizmického štúdia vznikol model miocénnej subdukcie západnej časti karpatského oblúka, v ktorom má významnú úlohu "rollback" subdukčnej zóny. V poslednom štádiu (5. štádium = 5 - 0 Ma) nastal v panónskej oblasti termálny kolaps spätý s alkalickým vulkanizmom v regióne.
- Spracovali sa predbežné sumarizačné variability vulkanických procesov v čase a priestore celého karpatského regiónu.

Medzinárodný tím jednoznačne konštatoval väzbu CA magmatizmu v karpatsko-panónskej oblasti na subdukciu oceánskej kôry, ktorá podstielala karpatský flyšový bazén. Anatektická remobilizácia a dekompozícia subdukovanej dosky, drvenie plášťovej prizmy nad ňou a kontaminácia v 30 - 35 km mocnej kôre boli procesy formujúce vulkanické produkty. Prevažne acidný vulkanizmus na začiatku nahradilo stále významnejšie uplatňovanie sa intermediárnych a bázických členov. Na vrchole CA vulkanickej aktivity bola mocnosť kôry prechodnou medzi typickou kôrou aktívneho okraja kontinentu a ostrovného oblúka. Podľa časti autorov alkalický vulkanizmus súvisí s pasívnym riftingom. Asi ho na predtým jestvujúcich zlomových zónach iniciovala ich reaktivácia, pričom sa vytvorilo niekoľko centier s odlišnosťami vo vývoji alkalickej magmy.

Neogénny až kvartérny vulkanizmus karpatsko-panónskej oblasti sa v súčasnosti člení na štyri skupiny:

1. Areálový dacitový až ryolitový vulkanizmus kôrového pôvodu - tufy.
2. Andezitový vulkanizmus areálového typu - intermediárne až bázické andezity - stratovulkány. Viaže sa (nepriamo?) na subdukciu, ale jeho časovú a priestorovú distribúciu ovplyvnil až diapirický výstup plášťovej hmoty v extenznom režime zaoblúkového priestoru.
3. Bazaltovo-andezitový až andezitový vulkanizmus - dominantné stratovulkány, zaradené do dobre definovaných segmentov oblúka paralelného s karpatským.
4. Alkalický vulkanizmus - výstup plášťovej hmoty neovplyvnenej subdukciou.

V prípade alkalických vulkanitov

- sa rozšírili poznatky o petrológii a geochémii alkalických bazaltov;
- dôkladne sa preskúmali typy vulkanických prejavov alkalických bazaltov (našli sa od nás predtým neopísané maary);
- na základe nového rádiometrického datovania sa spresnila časová postupnosť vývoja alkalických bazaltov v oblasti Novohradu
- študovali sa p-T a redoxné podmienky formovania plášťových xenolitov v alkalických bazaltoch, ako aj zloženie prítomnej fluidnej fázy.

V zahraničí sa získali nové výsledky geochemického a izotopového štúdia xenolitov. Z petrologického hľadiska je významné zistenie, že sa xenolity tvorili parciálnym tavením metasomovaného plášťa a pri výstupe reagovali s plášťom za vzniku megakrystov olivínu, pyroxénu a amfibolu. Tieto horniny majú variabilné zloženie, závislé od veku. Najstaršie - asi ako výsledok interakcie s plášťom - majú nižší obsah inkompatibilných prvkov.

- Zhodnotili sa variácie v zložení našich alkalických bazaltov a porovnali sa s ostatnými výskytmi v strednej Európe.

Pri výskume vápenato-alkalického vulkanizmu sa na základe K/Ar datovania urobila chronostratigrafická klasifikácia vulkanických formácií Slanských vrchov.

Najzávažnejšie nové poznatky sú o komplexoch metamorfovaných hornín a dotýkajú sa nasledujúcich aspektov metamorfitov:

a) Geochemické metódy potvrdili grauwackovú provenienciu základného typu protolitu biotitických rúl tatrika a veporika. Protolit vznikol dezintegráciou prevažne horninových komplexov vrchnej kontinentálnej kôry.

b) Dnes je zrejmé, že svory nie sú „slabšie metamorfované ruly". Protolit svorov zodpovedá ílovitým bridliciam,

c) Protolitom kokavského skarnu neboli karbonáty, ale na Fe bohaté sedimenty (ferolity),

d) V staršom paleozoiku gemerika sa zistili ojedinelé polohy sedimentov bohatých na Mn. Odráža sa to v ich minerálnej asociácii metamorfného pôvodu „čistý Mn granát" spessartín Mn epidot: priemontit a i.

e) Dôležité je zistenie, že v predkarbónskych metamorfovaných sekvenciách veporickej zóny a v iňačovsko-kričevskej jednotke sú metasedimenty so zachovanými sedimentogénnymi karbonátmi (karbonatické fylity).

f) V ďumbierskom kryštaliniku Nízkych Tatier sa identifikovali geneticky zaujímavé korundovo-flogopitické horniny, pravdepodobne produkt bimetasomatických procesov na leme ultrabázického telesa.

g) Dôležité, z viacerých hľadísk až prekvapujúce - sú dáta o intenzite a type metamorfózy.

V tatroveporiku sa zistili relikty metamorfitov granulitovej, resp. až eklogitovej fácie (Tríbeč, Malá Fatra, Strážovské vrchy a Tatry). Ich typickým reprezentantom sú šošovkovité telesá Gar-Cpx bezživcových hornín v niekoľkých pohoriach.

Potvrdila sa metamorfná rekryštalizácia v podmienkach amfibolitovej fácie komplexu sedimentov a eruptív v severnom a ojedinele aj v južnom gemeriku.

Bola opísaná glaukofanizácia (rekryštalizácia za strednotlakových/vysokotlakových podmienok) rúl a amfibolitov v okolí Jasova v gemeriku.

Veľmi významné sú výsledky štúdia kryštalinity illitu (b_0) v komplexoch postihnutých anchimetamorfózou. Platí to o staropaleozoických aj mladopaleozoických sekvenciách gemerika i tatroveporika.

Jedným z poznatkov petrologicko-geochemického výskumu v kryštaliniku tatroveporika je vyčlenenie leptynitovo-amfibolitového komplexu - tektonickej jednotky 1. radu v kryštaliniku nasunutej na slabometamorfované sedimentárne sekvencie (prevažne svorového typu). Bol to impulz na nové členenie predvrchnokarbónskych komplexov centrálnej zóny Západných Karpát.

V kohútskom kryštaliniku sa zistili alpínske granáty a kyanity + chloritoidy, dokumentujúce naloženosť strednotlakovej až vysokotlakovej alpínskej rekryštalizácie na nízkotlakovú variskú rekryštalizáciu.

Zistila sa zonalita intenzity metamorfnej rekryštalizácie okolo rimavických granitov.

Na rozdiel od eruptív a metamorfitov sa poznatky o komplexoch usadených hornín charakterizujú oveľa ťažšie. Je to najmä preto, že sedimentárnopetrografický výskum bol spravidla úzko spätý s geologickým a tektonickým výskumom alebo so štúdiom v aplikačnej rovine. Napriek tomu uvádzame z tejto oblasti niekoľko námetov.

Pozornosť venovaná konglomerátom rozličných tektonických jednotiek Západných Karpát umožnila charakterizovať nielen zdrojovú provenienciu, ale aj definovať podmienky sedimentácie v bazálnych sekvenciách niektorých jednotiek. Pri výskume sa zistili ďalšie výskyty modrých bridlíc.

Záujem najmä o czorsztynskú jednotku bradlového pásma vyvrcholil v zistení podmorských zrázových brekcií (v bradlách pri Kyjove a v bradle Krasín). Z bradla Vršatec a z oblasti Horného Srnia sa charakterizovali nové vývoje jednotiek bradlového pásma. Opísala sa silicifikácia bioklastov vo vápencoch mezozoika niekoľkých jednotiek Západných Karpát. Výrazne kvalitnejšie výsledky ako v minulosti sa dosiahli pri štúdiu sedimentárnych, vulkanosedimentárnych a čiastočne aj vulkanodetritických komplexov mladšieho paleozoika. Je potešiteľné, že okrem opisu horninových typov v ich predmetamorfnom vývoji sa v posledných rokoch publikovali aj výsledky štúdia anchimetamorfózy týchto horninových sekvencií niekoľkých jednotiek.

Azda najvýznamnejšie pre geológiu Západných Karpát je zistenie olistostróm v niekoľkých jednotkách: v Brusníku, v niekoľkých jednotkách kriedy a paleogénu a brekcie Somára. Najmä chápanie meliatika ako olistostrómy umožňuje nový pohľad na geologický vývoj tejto jednotky. Do skupiny nových poznatkov patrí aj zistenie jurských sekvencií v Považskom Inovci a ich olistostrómového charakteru. Úspešné boli aj pokusy rekonštruovať prostredie pomocou hodnotenia zloženia klastík. Zistený detritus ultrabazitov v šambronskom pásme centrálnokarpatského paleogénu umožňuje nový pohľad na jeho paleogeografický vývoj.

Nové horninové typy a súbory v Západných Karpatoch sú

- metamorfovaný čierny flyš v iňačovsko-kričevskej jednotke (za vzniku hornín s pyrofylitom, chloritoidom a i.); postedeénna metamorfóza (!),
- gabrá v LAC pri Helpe (Ol-Cpx-Opx),
- korundovo-flogopitické horniny v Jasení-Kyskej,
- Cpx-Gar šošovkovité telesá (retrogresne amfibolizované metamorfity granulitovo-eklogitovej fácie),
- definovanie LAC-u,
- kalkfylity v kraklovskom kryštaliniku a v iňačovsko-kričevskej jednotke,
- acidné metavulkanity v kryštaliniku tatrika a veporika (komplex muránskych rúl, Tríbeč, zemplinikum),
- kremito-turmalinické horniny (Jánov grúň, komplex muránskych rúl),
- metamorfity a pegmatity s grafitom (Malá Fatra, Tisovec),
- skarnoidy v oblasti Jasenia a Hnúšte.

Niektoré prekážky pri poznávaní geologickej stavby a surovinovej potencie Slovenska

a) Jednou z príčin nevyužívania mozgového potenciálu časti špičkových odborníkov rozličného zamerania je veľmi nerovnomerný tok financií na geologickú činnosť v Slovenskej republike. Je to desať aj viac ráz vyššie finančné krytie na porovnateľné aktivity organizáciám prieskumu a ústavom blízkym geologickým službám európskych štátov ako univerzitám a SAV.

b) Prístrojový park a vybavenie laboratórií zostávajú 3 - 4 roky v podstate na rovnakej úrovni, ale v trhových podmienkach sa organizácie „spravujúce" štátny (rozumnej: celonárodný) majetok správajú trhovo a všetky práce jednotlivcom aj tímom z rozpočtových organizácií účtujú. Kým vo svete unikátne prístroje pracujú bez prestávky a peniaze na ich prevádzku sú v podstate neobmedzené, u nás je to presne opačne. K prístroju v inej organizácii sa nemožno dostať ani na overenie vynikajúcej myšlienky, ani na potvrdenie zloženia unikátneho minerálu. Tak sa "úradne" odblokúva "konkurencia" (ale zároveň sa odblokúva či znechucuje možný spoluriešiteľ či objaviteľ neznámeho fenoménu, procesu, alebo minerálu). Ak sa tento stav nezmení k lepšiemu, naše zaostávanie za ostatným svetom bude ešte priepastnejšie.

c) Vnútri štátu vládne rezortizmus, ktorý je dedičstvom minulosti. Na medzinárodných odborných podujatiach, najmä na oficiálnych zasadnutiach rozličných grémií v zahraničí dostáva mandát (neschválený, nepredyskutovaný, nekoordinovaný s partnermi zo zahraničia) spravidla ten, kto má na cestu peniaze.

Riešením by mohol byť príspevkový (sponzorský) fond na reprezentáciu geologických vied v zahraničí. Ten by podľa štatútu financoval účasť reprezentantov orgánov (nie organizácií!) na vrcholných medzinárodných akciách v zahraničí, o ktoré má záujem odborná komunita alebo aj štát. Je to akútny problém, veď roku 1995 nemá kto financovať účasť ani jedného predstaviteľa Slovenskej geologickej spoločnosti na konferencii európskych geologických spoločností v Sankt Petersburgu alebo mimorezortných funkcionárov medzinárodných volených orgánov na kongrese KBGA v Aténach a i.

d) Pri každej analýze príčin úspechov či neúspechov geologických vied si treba uvedomiť, že aj keď je petrografický (mineralogický alebo geochemický) výskum náročný na financie, poskytuje geológii primárne a zároveň nezastupiteľné údaje, bez ktorých o modernej geológii nemožno hovoriť. Celosvetový trend komplexne rieši horninovú náplň a súčasne aj geologickú históriu eruptív a metamorfitov sa v posledných rokoch zvýraznil. Je to zároveň úsilie publikovať práce (najmä v renomovaných periodikách) obsahujúce výsledky analytických procedúr a výstupov z prístrojov a laboratórií, ktoré sú z nášho pohľadu ešte stále nedostupné, ale vo svete sa už pokladajú za štandardné. Ide najmä o výsledky merania elektrónovým mikroanalyzátorom, geochronologického stanovovania (stanovenie iba jednou metódou sa považuje za nedostatočné!), stanovovania stabilných izotopov v horninách alebo v ich minerálach, stanovovania prvkov skupiny vzácnych zemín a radu ďalších. Iba nápad v petrológii, ale aj v mineralógii či geochémii dnes už vonkoncom nestačí na to, aby sa publikoval. Pri hodnotení prieniku výsledkov našich petrografov/petrológov, ale aj mineralógov či geoche-

mikov do medzinárodnej literatúry by sme tento handicap našich autorov mali mať na pamäti.

e) Je čas priznať si, že naša geovedná politika je vo vzťahu k zahraničiu úspešná len sčasti. Treba si všimnúť úspešnejšieho suseda i susedov. Aj keď by sa našli aj protiargumenty, všetci isto cítime, že ťažisko „veľkej" geológie Karpát je často mimo našich geologických centier. Iniciatíva vo výskume slovenského teritória nie je v našich, lež v maďarských rukách a v rukách s nimi spolupracujúcich anglických, talianskych a amerických geológov.

Expres svetovej vedy je už tu, ale miesta vo vagónoch sú už prevažne obsadené. Musia sa hľadať a analyzovať príčiny (či podmienky) nášho zaostávania. Ich definovaním, ale najmä praktickým prekonaním sa Slovensko môže stať v budúcnosti centrom výskumu východnej časti tetýdnej Európy. Základy, na ktorých bude možno takéto predstavy premeniť na skutočnosť, sú položené.

Niektoré otázky obsiahnuté v referáte sme konzultovali s dr. Petríkom, dr. Ivanom, doc. Jablonským a doc. Ďurovičom. Aj pod to v uvedených tézach, s čím prípadne nesúhlasíte, sa podpisuje autor.

Projekty geologickoprieskumných prác na východnom Slovensku

JOZEF FRANZEN

Ministerstvo životného prostredia SR, Hlboká 2, 812 35 Bratislava

V príspevku podávame prehľad projektov financovaných zo štátneho rozpočtu Slovenskej republiky so stavom k 1. septembru 1995. Ide o projekty dotýkajúce sa len istej lokality, ďalej širšej oblasti, ale iba na východnom Slovensku a napokon o projekty zahrňujúce celé územie SR, a teda aj východoslovenský región. Podľa problematiky a regiónu ich možno rozdeliť takto:

Problematika	Projekt sa týka		Spolu
	iba východného Slovenska	aj východného Slovenska	
rudy + baryt	16	2	18
nerudy	7	1	8
energetické suroviny	1	1	2
IG, HG, ŽP	11	14	25
regionálna geológia, mapy	1	3	4
Spolu	36	21	57

Projekty hradené zo štátneho rozpočtu SR k 1. septembru 1995

1. Subvulkanické telesá východného Slovenska
2. Byšta
3. SR - impregnačné Au rudy
4. SR - prehodnotenie zásob
5. Rejdová - Hnilčík
6. Vzácne zeminy Spišsko-gemerského rudohoria
7. Mo v severogemeridnom perme
8. Au v staršom paleozoiku
9. Muráň - Tisovec, Mo
10. Slovinky - Gelnica, KH
11. Rožňava - Čučma, KH
12. Rudňany, KH
13. Gretla - Roztoky, Smolník - Jedlovec, KH
14. Revízne a ukončovacie práce na rádioaktívne suroviny
15. Rádioaktivita háld Spišsko-gemerského rudohoria
16. Nižná Slaná - Fe
17. Poráč - Galmus, baryt
18. Jaklovce - Baniská, baryt
19. Východné Slovensko - bentonit
20. Žamov - dekoračný kameň
21. Poproč - Brehov, živce
22. SR - sklárske piesky
23. Stredný Spiš, dekoračný kameň
24. Kryštály pre ekologicky čistú energiu
25. Suroviny na výrobu plnív
26. Prehodnotenie využívaného odpadu a háld Spišsko-gemerského rudohoria
27. Atlas geomáp Spišsko-gemerského rudohoria
28. Regionálne mapy SR 1:50 000
29. Kódovanie vrtov pre databanku
30. Zhodnotenie perspektív Slovenskej republiky, uhľovodíky
31. Flyš východného Slovenska, ropa
32. Cigeľka - ochranné pásmo
33. Geochemický atlas
34. Poproč - haldy
35. Staré banské diela - sanácia
36. Povodie Slanej
37. Geofaktory životného prostredia - prirodzená rádioaktivita
38. Rádiohydrochemické vzorkovanie
39. Hodnotenie rádioaktívneho rizika z geologického podložia
40. Tíbreg
41. Košice - abiotická zložka
42. Hydrogeologické mapy SR
43. Čiastkový monitorovací systém GF
44. Úložiská rádioaktívneho odpadu
45. Neogén juhovýchodnej časti Východoslovenskej nížiny
46. Paleogén Laborca po Brekov
47. Lipovce - Salvátor
48. Laborec - Stretava - Strážske
49. GF - Jelšava - Lubeník - Hnúšťa
50. Inžinierskogeologická mapa Snina - Humenné
51. Inžinierskogeologická mapa Kežmarok
52. Tornaľa
53. Sledovanie kvality podzemnej vody
54. Inžinierskogeologická pasportizácia vybraných historických objektov
55. Geochemický atlas - pôda
56. Podklady na digitalizáciu mapy radónového rizika
57. Skladovanie a reskartácia hmotnej dokumentácie.

V ďalšej časti nášho príspevku sa venujeme najmä rudám a barytu.

Vyhľadávanie a prieskum rúd je vo výraznom útlme, ktorý sa oficiálne začal uznesením vlády ČSFR č. 440/1990.

V 80. rokoch sa plnili veľké projekty orientované na dokončenie prieskumu a rozšírenie surovinovej základne ložiska Rudňany, Poráč, Slovinky, Gelnica, Gretla, Roztoky, Rožňava, Čučma a Novoveská Huta. Prijala sa zásada, že pri útlme rudného baníctva treba opúšťané ložiská komplexne geologicky spracovať a zabezpe-

čiť geologické informácie o nich ešte pred zatvorením. Žiada sa spracovať grafickú dokumentáciu do súhrnných rezov, blokdiagramov, grafov a zhrnúť poznatky z mineralógie, petrológie, štruktúrnej a ložiskovej geológie. Rovnako treba zhodnotiť banskotechnické údaje a vplyv baníckej činnosti na životné prostredie. Pozornosť sa má venovať aj odberu a uschovaniu reprezentatívnej hmotnej dokumentácie. V súčasnosti sa z uvedených hľadísk spracúvajú štyri východoslovenské ložiská, a to Rudňany, Slovinky - Gelnica, Rožňava - Čučma, Gretla - Roztoky a Smolník - Jedľovec.

Ďalšou úlohou zameranou na zhodnotenie alebo prehodnotenie starších prác či údajov je Slovenská republika - alternatívne prehodnotenie zásob a Revízne a ukončovacie práce na rádioaktívne suroviny.

Obidve úlohy sú už v záverečnom štádiu. Prvá z nich prehodnocuje zásoby vypočítané ešte podľa starých kritérií (berúcich do úvahy aj dotácie štátu) na aktuálne podmienky využiteľnosti. Tým sa napĺňajú požiadavky § 6 Vyhlášky SGÚ č. 6/1992 Zb. o klasifikácii a výpočte zásob výhradných ložísk.

Druhá úloha hodnotí ťažobné a prieskumné práce na ložiskách rádioaktívnych surovín (najmä Novoveskej Huty).

Ďalšou je úloha Rádioaktivita háld v Spišsko-gemerskom rudohorí.

Jedenásť ďalších projektov je zameraných na vyhľadávanie a prieskum surovín. Ich cieľom sú prognózne zdroje alebo zásoby rúd. Členia sa podľa surovín.

Zlato, príp. striebro

a) Slovenská republika - impregnačné Au rudy.

Úloha sa skončí záverečnou správou 30. septembra 1995. Má cca 200 strán textu, 16 mapových listov v mierke 1:200 000 (celé územie SR) s kritériami a príznakmi Au mineralizácie, 22 máp v mierke 1:50 000 zo všetkých rudných rajónov SR (mapy pozitívnych kritérií a príznakov Au mineralizácie impregnačného typu) a cca 470 inventarizačných listov geochemicky hodnotených lokalít.

b) Subvulkanické telesá východného Slovenska.

Úloha sa končí záverečnou správou 30. septembra 1995. Hodnotí rudodarný prínos vulkanických intrúzií v južnej časti Slanských vrchov, v priestore Zemplín - Brehov, ako aj vo Vihorlate a v Popriečnom. Úloha bola pôvodne orientovaná na vyhľadávanie Hg, neskôr na polymetalické rudy a napokon na rudy drahých kovov.

c) Byšta

Úloha hodnotí rudné výskyty v skupine Veľkého Miliča. Ide najmä o Au súvisiace so silicifikáciou. Pozornosť sa venovala aj montmorillonitizovaným a mordenitizovaným produktom ryolitového vulkanizmu.

d) Au v staršom paleozoiku Spišsko-gemerského rudohoria.

Jej pôvodným cieľom bolo zhodnotenie ôsmich oblastí Spišsko-gemerského rudohoria. Najnádejnejšie výsledky sú zatiaľ zo Zimnej vody pri Prakovciach.

Vzácne zeminy

a) Rejdová - Hnilčík

b) Vzácne zeminy Spišsko-gemerského rudohoria

Cieľom týchto úloh je získať základné poznatky o väzbe vzácnych zemín na isté minerály alebo typy hornín.

Molybdén

a) Mo v severogemeridnom perme

Úloha zhŕňa poznatky o výstupe Mo na lokalitách, ktoré sa pôvodne skúmali hlavne v súvislosti s výskytom U a Cu (Novoveská Huta, Kaľava, Jahodná).

b) Muráň - Tisovec, Mo

Cieľom úlohy je overiť rudonosný význam intrúzie mladého granitu, azda obdobnej ako v Rochovciach.

Železné rudy

Cieľom úlohy Nižná Slaná - siderit je zvýšiť ťažobnú kapacitu závodu Nižná Slaná, a to najmä smerom na V. Jej výstup by mal byť hospodársky prospešný.

Baryt

a) Poráč - Galmus, baryt

Cieľom úlohy bolo zistiť pokračovanie barytového zrudnenia smerom na V. Okrem žilného sa skúmal aj tzv. stratiformný baryt. Práce prebiehali zo 6. obzoru jamy Poráč. Pre technické ťažkosti sa úloha končí predčasne prognózou výskytu barytu v tomto území.

b) Jaklovce - Baniská, baryt

Barytové žily vysokej čistoty vychádzajúce na povrch sa overovali na J od Jaklovca 3 vrtmi s hĺbkou okolo 60 m. Výsledky sú dobré. Zásoba sa pohybuje v desiatkach kt, čo by stačilo len menšiemu ťažiarovi.

Nerastné suroviny Slovenska - prehľad realizovaných a navrhovaných výskumných prác

MILAN GARGULÁK[1], MIROSLAV SLAVKAY[1], BOHUMIL MOLÁK[1], DUŠAN ONAČILA[1] a OTÍLIA LINTNEROVÁ[2]

[1]Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

[2]Prírodovedecká fakulta UK, katedra ložiskovej geológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Geologický ústav Dionýza Štúra vykonáva výskum nerastných surovín podľa projektu 600 rozdeleného na sedem čiastkových projektov (vedúcim je D. Onačila). Z čiastkových projektov sa doteraz skončili tri: 602 Metalogenéza polymetalických mineralizácií Západných Karpát (riešiteľ J. Štohl, skončený roku 1992), 604 Surovinový potenciál uhlíkatých formácií (riešiteľ M. Pulec, neskôr B. Molák, skončený roku 1993) a 607 Priemyselné využitie minerálneho obsahu vôd - štúdia (riešiteľ D. Bodiš, skončený roku 1992). Výskum v rámci ostatných čiastkových projektov pokračuje v štádiu spracúvania výsledkov záverečnými správami.

V rámci čiastkového projektu 601 Metalogenetický model centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu, riešiteľ D. Onačila, sa riešili nasledujúce témy:

1. Geologická stavba a vývoj centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu
2. Štruktúrna analýza centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu vo vzťahu k vývoju žilných štruktúr
3. Prognózne zhodnotenie PIŽ mineralizácie a surovinový potenciál metasomatitov v oblasti bane Rozália

4. Drahokovová mineralizácia (± Bi) a surovinový potenciál netradičných keramických surovín v oblasti Banskej Belej
5. Výskum Cu polymetalickej a drahokovovej žilnej mineralizácie v hodrušsko-štiavnickom hraste
6. Mineralogicko-petrograficko-geochemické štúdium skarnov v centrálnej zóne štiavnického stratovulkánu
7. Skarnovo-medenoporfýrové zrudnenie na perspektívnych lokalitách Zlatno, Šementlov, Kozí potok a Sklené Teplice - Vydričná dolina
8. Surovinový potenciál zeolitizovaných tufov a silicifikovaných zón ryolitov v oblasti Sklené Teplice - Vyhne - Repište
9. Surovinový potenciál metasomatitov v oblasti Dekýša
10. Metalogenetický model a prognózne ocenenie centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu (v rámci neho sa celý čiastkový projekt 601 zhodnotí záverečnou správou).

Čiastkový projekt 603 - Zákonitosti vzniku a lokalizácie rudných ložísk v styčnej zóne verporika a gemerika, riešiteľ M. Gargulák, obsahoval šesť tém:

1. Litogeochemický výskum v styčnej zóne veporika a gemerika
2. Mineralogicko-paragenetický výskum v styčnej zóne veporika a gemerika
3. Geochemická prospekcia v styčnej zóne veporika a gemerika (téma sa už skončila záverečnou správou)
4. Geologickoštruktúrny výskum v styčnej zóne veporika a gemerika
5. Metalogenetický výskum v styčnej zóne veporika a gemerika
6. Metalogenetický výskum v oblasti Rimavskej Bane.

Čiastkový projekt 605 Regionálne mapy ložísk a prognóz nerastných surovín, riešiteľ M. Slavkay, pokrývať sedem regiónov. Z nich sa už skončil výskum regiónu Slovenský kras (1992), Biele Karpaty (1993), Slanské vrchy a Košická kotlina (1993), Vtáčnik a Horná Nitra (1994), Slovenské rudohorie - I. etapa (1993). Končia sa práce o regióne Slovenské rudohorie - II. etapa, Malé Karpaty a o dodatočne do projektu zaradenom regióne Vihorlat a Humenské vrchy. Mapy týchto regiónov sú už hotové a sú vytlačené počítačovou technikou.

Čiastkový projekt 606 Izotopový výskum vybraných ložísk nerastných surovín a mineralizácií Západných Karpát, riešiteľ I. Repčok, obsahoval tieto témy:

1. Izotopový výskum ložísk a mineralizácií v neovulkanitoch Západných Karpát
2. Izotopový výskum ložísk a mineralizácií styčnej zóny veporika a gemerika
3. Izotopový výskum ložísk a indícií nerastných surovín v iných oblastiach Západných Karpát (okrem vulkanitov a styčnej zóny)
4. Zavádzanie nových izotopových metodík.

Keďže je celý projekt výskumu nerastných surovín Slovenska ešte pred skončením, predkladáme niekoľko informácií o výsledkoch úloh, ktoré sa už skončili a majú vzťah k regiónu Spišsko-gemerského rudohoria.

Slovenské rudohorie

V západnej časti Slovenského rudohoria je zrudnenie vo veporiku vyvinuté v menšej intenzite a rozsahu ako v gemeriku, čo zrejme spôsobila slabšia aktivita jeho hlbšie lokalizovaného zdroja mineralizácie. Významnú úlohu tu mohla mať aj úroveň erózneho zrezu. V gemeriku nastalo zrudnenie prevažne v epimetamorfovaných komplexoch, ale vo veporiku v epimetamorfovaných, hlavne mezometamorfovaných až katametamorfovaných komplexoch, takže tu neboli také vhodné podmienky na uloženie rudných komponentov z hydrotermálnych fluid ako v epimetamorfovaných komplexoch. Z uvedeného vyplýva nižšia nádejnosť významnejšieho vývoja mineralizácie sideritovej asociácie vo veporiku.

V sideritovej formácii za perspektívne možno pokladať zrudnenia Ch sulfidickej, polymetalickej, antimonitovej a rumelkovej asociácie s Au viažuce sa na alpínske štruktúry. Na väzbu týchto mineralizácií s alpínskymi štruktúrami poukazuje fakt, že ich prevažná časť sa vyvinula v tektonických štruktúrach, ktoré v zásade smerom aj sklonom zodpovedajú štruktúram prvého rádu síce staršieho založenia, ale alpínsky aktivizovaných, tak aj alpínskym štruktúram druhého rádu (smeru SV - JZ). V štruktúrach smeru SZ - JV je zrudnenie najmä v západnom veporiku a veľmi často vystupuje na plochách alpínskej bridličnatosti - - priečnych diaklázach. Známe sú prípady zrudnenia na tektonických plochách alpínskeho násunu granitoidov kráľovohoľského komplexu na metamorfity hronského komplexu (Tisovec, Dúhovo) a slatvinského súvrstvia na granitoidy kráľovohoľského komplexu (Chyžné, Malá Lúka). Z nerudných surovín je najperspektívnejšia magnezitovo--mastencová asociácia.

Závažným prognóznym poznatkom je, že prevažná časť formácie W-Mo rúd sa sústreďuje v priestore záporných tiažových a pozitívnych magnetických anomálií hlbinného granitového telesa, ktoré z oblasti Rochoviec detailne opísal M. Filo (1974). Za perspektívne sa dajú pokladať najmä periférne časti anomálií ohraničené izohypsami s hĺbkovou úrovňou 2 km a priestor medzi nimi. Poukazuje na to zistenie prvkov a minerálov volframitovo-scheelitovo-molybdenitovej asociácie pri Rochovciach (Václav et al., 1988) a medzi Rimavskou Pílou, Muráňom a Muránskou Hutou (Hvožďara et al., 1985).

Odlišný pohľad je na nerudné suroviny. Z nich je najväčší záujem o magnezit, mastenec a stavebný kameň. Aj v tejto oblasti vidieť vplyv súčasných ekonomických podmienok, ktoré sa prejavujú reorganizáciou výrobných jednotiek, značným útlmom ťažby a zatváraním niektorých baní. Výskum a prieskum sa v ostatnom čase sústreďuje na kryštalický grafit ako netradičnú surovinu. Územie je zaujímavé aj z hľadiska cementárskych surovín, vysokopercentného vápenca a dolomitu na hutnícku výrobu.

Slovenský kras

Regionálna mapa ložísk nerastných surovín Slovenského krasu zahŕňa nielen ložiská, ale aj výskyty surovín, ako aj ložiská, z ktorých sa vypočítali alebo odhadli prognózne zdroje na základe technologických skúšok alebo technických prác už skôr.

Rozloženie a počet starých banských prác, ako aj údaje z archívov ukazujú, že Slovenský kras, najmä jeho severná časť, bol predmetom záujmu banských spoločností, ťažiarov aj štátu. Jeho surovinové, predovšetkým rudné zdroje sa intenzívne ťažili, ale rozvoj priemyslu a ekonomické vplyvy spôsobili pokles záujmu o ich ťažbu, jej postupné znižovanie a napokon aj likvidáciu ťažobných závodov. Medzi posledné, v ktorých sa ťažba zastavila v 60. až 80. rokoch 20. stor., patria ložiská Fe rúd Rákoš, Drnava-Chrasť a Dionýz, Lúčka-Gabriela, barytových rúd Krásnohorské Podhradie-Štefan, Piatkový potok, Hg rúd Rákoš, ložisko dekoračného kameňa Silická Brezová, viac ložísk stavebného kameňa a niektoré ďalšie ložiská.

Výsledkom prognózneho hodnotenia územia Slovenského krasu, ktorého časti nie sú preskúmané v rovnakom stupni, je vyčlenenie prognóznych a perspektívnych plôch.

Podľa súčasných ekonomických kritérií nemožno prognózne zdroje rudných surovín hodnotiť jednoznačne. Pre nerentabilnosť sa totiž v rámci útlmového programu zastavila ťažba aj v banských závodoch s podstatne vyššími zásobami, ako sú odhadnuté prognózne zdroje, resp. sa takéto závody zakonzervovali alebo zlikvidovali (okrem výnimiek).

Slovenský kras pokladáme za perspektívny zdroj nerudných surovín. Vyplýva to z jeho geologickej stavby, vhodných štruktúr a litologických horizontov a umocňujú to geofyzikálne a geochemické anomálie, jestvujúce ložiská a výskyty nerastných surovín.

Uhlíkaté formácie Slovenska

Zo surovinového hľadiska sa v Spišsko-gemerskom rudohorí ukazujú ako najperspektívnejšie čierne bridlice slovinsko-gelnického rud-

ného poľa, v ktorých 10 zo 16 stanovených prvkov má vyšší obsah ako štandard SDO-1. Najzaujímavejší je priemerný obsah Au (0,36 ppm), Cu (1058 ppm) a Ag (2,3 ppm). Zaujímavé sú aj prognózne zdroje Sb rúd (16 kt Sb rúd pri kovnatosti 1,5 % Sb) a zvýšený obsah Sn na niektorých lokalitách pruhu Hanková - Volovec.

Výskyt grafitu pri Kokave nad Rimavicou je potenciálnym zdrojom suroviny zužitkovateľnej v elektrotechnickom, chemickom alebo aj v inom priemysle.

Uhľovodíkový potenciál sa dá očakávať v olejonosných horninách zistených vrtmi v Drienovci (1,92 - 5,48 %, z toho 0,8 až 3,98 % tvoria kvapalné uhľovodíky, čo predstavuje až 39,75 kg/t suroviny). Obsah uhľovodíkov do hĺbky stúpa, ale hĺbka aj poloha výskytu sú na prípadnú ťažbu priaznivé.

Alginitový maar pri Pincinej je perspektívny z hľadiska využitia na poľnohospodárske účely. Objekt je v štádiu prieskumu, ktorého cieľom je vyčísliť prognózne zdroje v kategórii Z3.

Oblasť Smolníka

Pre vážne porušenie životného prostredia širšej oblasti ložiska Smolník banskou činnosťou sa táto lokalita vybrala ako modelové územie do grantu Vplyv lokálnych zdrojov acidifikácie na životné prostredie v oblasti s intenzívnou ťažbou nerastných surovín. Projekt začala riešiť katedra ložiskovej geológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave a má sa skončiť roku 1997.

Jedným z cieľov grantu je riešenie lokálnej acidifikácie v dôsledku oxidácie sírnikov (hlavne pyritom) v dvoch odlišných geologických prostrediach, a to v stredoslovenských neovulkanitoch a v Spišsko-gemerskom rudohorí. Je zrejmé, že produkcia kyslosti (kyslých vôd) primárne odráža ložiskovo-geologické podmienky, minerálne zloženie rudy a neutralizačnú kapacitu horniny. Hydrogeologické podmienky a drenážny systém banských regiónov prepájajú vlastnosti prostredia, a tak prostredníctvom vytekajúcej vody možno získať isté informácie o momentálnom stave prostredia. Je však všeobecne známe, že oxidácia sulfidov v prírodnom prostredí je dosť komplikovaná a okrem chemických procesov sa pri nej významne uplatňujú aj biochemické (katalytické) procesy.

Možno konštatovať, že oxidácia bežných sulfidov, ako je pyrit, má pri alterácii rudných ložísk, formovaní kyslej banskej vody a pri vzniku kyslých sulfátových solí kľúčovú úlohu a je zdrojom rozpustených sulfátov a ťažkých kovov v prírodnej vode.

V oblasti Smolníckej Huty a ložiska Fichtenhübel sa zatiaľ orientačne odobrali vzorky pôdy (sedimenty potoka), sledovalo sa pH vody v Smolníckom potoku a pH v pôvodnom výluhu. V istých častiach obidvoch potokov (pod haldou, vo výtokoch z bane) sa nameralo nižšie pH ako 4 (najnižšia hodnota 2,3) a podobné hodnoty sa získali aj z pôdneho výluhu. Najmä nižšie hodnoty ako 3 poukazujú na to, že oxidácia sírnikov produkujúca kyslosť je veľmi výrazná a že sú veľmi priaznivé podmienky na jej pokračovanie. Tento proces nadobudol taký rozsah, že nemožno očakávať, že sa sám v krátkom období preruší. Dá sa predpokladať, že zvýšená kyslosť prostredia spôsobí mobilizáciu ťažkých kovov. Prvé analýzy sedimentov dna potoka Smolník (od Fichtenhübla) signalizujú vyšší obsah As, Cu, Pb, Ni a Co viažucich sa v potenciálne mobilnej forme. Vyšší obsah Fe a síranov sa prejavuje tvorbou sekundárnych síranov, osobitne v suchých periódach, ktoré v konečnom efekte tiež môžu prispievať k znižovaniu pH.

V najbližšom období plánujeme postup a práce v nasledujúcich okruhoch:

1. Geologicko-ložisková charakteristika oblasti Smolník (Fichtenhübel): výber potrebných údajov z jestvujúcich ložiskových, mineralogicko-petrografických, resp. geochemických štúdií oblasti (geochemické pozadie, prirodzené cesty a intenzita zvetrávania a pod.). Štúdium sa zameria aj na mapovanie výskytov sekundárnych rudných/nerudných minerálov, hlavne síranov v bani, príp. na haldách.

2. Prehľad údajov o rozsahu ťažby, o zásobe ložiska, množstve sírnikov na halde/odkalisku na prognózovanie množstva sírnikov „vhodných" na oxidáciu a pod. Údaje (bod 1 aj 2) sa zosumarizujú tak, aby sa dali využiť pri vytváraní teoretického digitálneho modelu územia.

3. Tvorba morfologicko-geologického obrazu územia s vyslovením teoretických predpokladov o možnom rozsahu okyslenia a vývoja aj s ohľadom na prítomnosť háld a odkaliska.

4. Odber vzoriek z pôdy a dna potoka z predpokladanej oblasti poškodenia. Vzorky sa budú analyzovať našimi štandardnými metódami a isté ich časti budeme pravdepodobne analyzovať sekvenčnou analýzou na sledovanie migrácie toxických zložiek. V prípade potreby sa bude venovať pozornosť ílovým frakciám a ílovým minerálom. Z pôdnych vzoriek sa bude pripravovať aj vodný výluh na meranie pH. Počítame aj s meraním pH vody v teréne.

5. Predpokladáme aj ďalšie mineralogicko-geochemické štúdium vlastných sírnikov (napr. povrchového porušenia pyritu/sírnikov napr. na haldách a pod.) a sekundárnych minerálov ako potenciálnych zdrojov okyslenia.

Návrh výskumných prác

Aj keď sa čiastkové projekty výskumnej úlohy Nerastné suroviny Slovenska roku 1995 končia, výskum bude pokračovať riešením ďalších tém. Projekt na roky 1995 - 1998, podaný na MŽP SR, Regionálne mapy ložísk a prognóz nerastných surovín - III. etapa je organickým pokračovaním terajšej úlohy.

Keďže prognózne hodnotenie je dynamický proces, regióny sa budú spracúvať v zmysle novelizovaného metodického pokynu na prípravu regionálnych máp a ložísk nerastných surovín.

Návrh vytyčuje najmä tieto úlohy:

- Získavanie základných údajov o ložiskách nerastných surovín, ich inventarizácia a pasportizácia, znázornenie na geologickom podklade s vyznačením základných štruktúrnych prvkov a ďalších významných geologických čŕt územia súvisiacich so vznikom nerastných surovín. Pri významnejších lokalitách sa má poskytnúť samostatný odhad prognóznych zdrojov, príp. údaj o vyšších kategóriách zásob. Súčasťou výstupu budú návrhy na prieskumnú činnosť z hľadiska kvalitatívnych parametrov, príp. návrh lokalít na vypracovanie štúdií o možnom efektívnom využití suroviny. Pri výbere sa bude brať do ohľadu stret záujmov, ako aj možný vplyv prípadného využívania prognózovaných surovín na ekológiu krajiny.
- Sledovanie parametrov kvality, kvantity prognóznych zdrojov vyplývajúcich z geologického poznania ložiska, ako aj z regionálnej geologickej stavby územia.
- Hodnotenie úplnej škály nerastných surovín.
- Nerastné suroviny vhodné na ekologické účely a potencionálne zdroje druhotných surovín (odpadová a banská voda, haldy, odkaliská a pod.) sa budú overovať podrobnejšie, a to až po zistenie technologických vlastností prípadných zdrojov nerastnej suroviny.
- V rámci ekonomického hodnotenia nerastných surovín sa prehľadne uvedú vstupné ekonomické parametre, ako je prehľad doterajších nákladov na geologický prieskum, stav overených zásob schválených KKZ, zásob v poslednej bilancii, prehľad exportu a importu suroviny, cenový vývoj suroviny na svetových trhoch.
- Vytvorenie genetických modelov ložísk nerastných surovín ako podkladu na regionálne prognózy a environmentálne modely ložísk nerastných surovín. V rámci environmentálnych modelov sa zhodnotia hlavné charakteristiky ložiskovej akumulácie nerastnej suroviny, ktoré môžu mať nepriaznivý vplyv na životné prostredie (na okolité horniny), charakteristika okolorudných premien, ich genéza, distribúcia rudných zložiek, primárne a sekundárne minerály, geochémia, faktory vplývajúce na migráciu povrchovej a podzemnej vody (zlomy, fraktúry, foliácie, vrásy, horninové diskontinuity a pod.), klimatické pomery a iné javy dôležité z hľadiska vplyvu na životné prostredie.

- Dáta sa spracujú do relačnej databázy s vyústením do geologického informačného systému regiónu
- Kartografické spracovanie digitálnou formou a textové vysvetlivky.

V uvedenom období navrhujeme vytvoriť mapy nasledujúcich regiónov (výber regiónov vychádza zo stavu spracovania územia SR, ako aj z plánu ukončovania regionálnych geologických máp). Návrh nevylučuje modifikáciu regiónov z hľadiska preferencie hospodárskych záujmov a záujmov štátnej správy.

	realizácia
1. Vihorlat - Popriečny	1995 - 1997
2. Branisko a Čierna hora	1995 - 1997
3. Orava-juh	1995 - 1996
4. Záhorská nížina a Chvojnícka pahorkatina	1996 - 1997
5. Tríbeč	1996 - 1998
6. Štiavnické vrchy	1996 - 1998
7. Levočské vrchy	1995 - 1997
8. Liptovská kotlina	1996 - 1997
9. Mapa surovinových zdrojov Slovenskej republiky mierky 1:500 000	1996 - 1998

Súčasťou návrhu projektu je aj príprava Mapy surovinových zdrojov Slovenska v mierke 1:500 000, ktorá vezme do úvahy aj výsledky z už spracovaných regiónov Slovenska, ako aj vytvorenie relačnej databázy, ktorá umožní v ďalšom období rýchle a efektívne poskytovanie informácií v textovej a mapovej forme.

Projekt koncepčne počíta aj s budúcou Geologickou službou Slovenskej republiky. Projekt zabezpečí prehľad o jestvujúcich a potenciálnych surovinových zdrojoch Slovenska a o ich ekonomickom význame. Plánovaný informačný systém o surovinových zdrojoch, ako súčasť informačného systému o životnom prostredí umožní ich ochranu pri územnom plánovaní a vytvorí predpoklad na plné využívanie domácej surovinovej základne.

Perspektívy prieskumu a využitia špeciálnych a netradičných nerudných surovín

JÁN ZUBEREC
Slovenská geológia, š. p., geologické stredisko, Geologická 21, 822 07 Bratislava

Prehľad overovania špeciálnych a netradičných nerudných surovín

Ťažba a spracovanie špeciálnych a netradičných nerudných surovín zaznamenali v posledných desaťročiach istý pozitívny trend. Týka sa to najmä keramických surovín, bentonitu, perlitu, zeolitu, a kremenca na hutnícku výrobu, sklárskeho piesku, žiaruvzdorných a iných nerudných surovín využívaných v rozličných hospodárskych odvetviach.

Podniky využívajúce spomenuté suroviny sa musia stále viac orientovať na domáce zdroje, lebo ceny za dovážané suroviny, ako aj dovozné náklady rastú.

Za posledných 25 rokov sa pri prieskume a sčasti aj vo využívaní domácich surovín dosiahli značné úspechy. Najviac pozornosti sa venovalo bentonitu, keramickým surovinám, perlitu a zeolitu a tomu zodpovedajú aj výsledky. Overilo sa ložisko bentonitu ako produktu rozloženého ryolitového tufu v Žiarskej kotline - Jelšový potok I, ktoré sa v súčasnosti ťaží, a ďalšie ložiská, ako je Jelšový potok 2, Jelšový potok sever a i., bentonit ložiska Hrochoť v Slatinskej kotline, odlišný od žiarskeho, pretože vznikol rozložením andezitových vulkanoklastík. Na východnom Slovensku je to ložisko bentonitu v Lastovciach a Kuzmiciach.

Z keramických surovín sa overilo ložisko kaolínu v Žiarskej kotline Žiar-Podhájˇ, ale najmä kaolínu Horná Prievrana v Lučenskej kotline, ktorý sa doteraz využíva na keramickú výrobu, najmä obkladačiek a dlaždíc. Výskytov kaolínu na báze kôry zvetrávania sa v Lučenskej kotline overilo ešte niekoľko, avšak niektoré doteraz nie sú úplne preskúmané.

Najvýznamnejšie ložisko keramického ílu v Žiarskej kotline je Dolná Ves, ktoré vzniklo rozkladom ryolitového tufu na minerály typu IM, a podobné je ložisko Kopernica-Čertov vrch. Polymineránly íl montmorillonit - kaolinit - cristobalit je na ložisku okolo Salaša, Jelšový potok sever a Veľký háj.

Významné ložiská neogénneho ílu sú v Lučenskej kotline, a to Gregorova Vieska, Točnica, Holíč - Kopaň, Tomášovce - Halič, Poltár - Červeň. Naši sa aj iné, menej významné lokality. Ťaží sa ložisko Gregorova Vieska a Točnica. V stredoslovenskom regióne sa zistil íl aj v oblasti Pukanskej panvičky.

Vo východoslovenskom regióne sa preskúmalo ložisko kaolinicko-illitických keramických surovín Rudník, Tepličany - Viničné a Pozdišovce. Ťaží sa ložisko Pozdišovce a Tepličany - Viničné. Ostatné overené suroviny sú menej kvalitné a väčšinou ide o polymineránly farebne sa páliaci íl.

V západoslovenskom regióne sa zistili kaolinicko-illitické keramické suroviny na ložisku Ladice, Žikava a Jedľové Kostoľany a na ďalších, ekonomicky nevýznamných lokalitách. Ide o keramické suroviny vzniknuté na báze kôry zvetrávania permotriasových hornín a na krátku vzdialenosť pretransportovaných produktov zvetrávania.

Významnou surovinou používanou v stavebníctve na báze vulkanického skla je perlit. Jeho najvýznamnejšie ložiská sú v stredoslovenskom regióne na okrajoch Štiavnických a Kremnických vrchov, a to Lehôtka pod Brehmi a Jastrabá. Novooverené je ložisko pri Hornej Vsi.

Najvýznamnejším ložiskom zeolitu je Bartošova Lehôtka v Kremnických vrchoch a zeolitového tufu Nižný Hrabovec na východnom Slovensku.

Publikovaním výsledkov overovania špeciálnych nerudných surovín na Slovensku chceme poukázať na črtajúce sa možnosti ich využitia. Zabezpečenie ďalších surovín tohto typu z domácich zdrojov by malo pre hospodársky rozvoj Slovenskej republiky veľký význam.

Perspektívy overovania špeciálnych surovín a ich využitie

V oblasti špeciálnych nerudných surovín je prvoradou úlohou zabezpečiť náhradu na dovážaný kremenec pre OFZ Istebné. Tomu sa v uplynulých rokoch venovala veľká pozornosť. Overoval sa kremenec prakticky všetkých horstiev Slovenska. Najpriaznivejšie výsledky sú z obalovej série Tríbeča. Kremenec na hutnícku výrobu sa v minulosti selektívne ťažil na ložisku stavebného kameňa Krnča a Jelenec. V rámci štúdie sa roku 1985 vybrali štyri priestory na overovanie, a to Hostie - Skalka n/Váhom, Zlatno - Skalka n/Váhom, Veľké Uherce a Svinec a v doplnkovej štúdii roku 1991 ešte Lovce - Žikava, Nitrianska Streda a Veľký Lysec.

Ale najlepšie výsledky sú z lokality Hostie - Skalka n/Váhom.

Ložisko sa potom overovalo v rámci VP a výsledky sú dobré. Má mocnú polohu kremenca vhodného na výrobu ferosilícia rôznych značiek. V závislosti od litologického, a tým aj kvalitatívneho charakteru sa môže využiť aj na najnáročnejšie výrobky, ale aj ako iba troskotvorná prísada.

Ložisko patrí do spodnotriasovej obalovej série Tríbeča. Kremencové súvrstvie je mierne sklonené na JV. Zásoba pri ročnej plánovanej spotrebe 110 000 t vystačí na 46 rokov. Overením kremenca Hostie - Skalka n/Váhom pokladáme potreby OFZ za v podstate vyriešené, ale netýka sa to najkvalitnejšieho druhu, t. j. s obsahom SiO_2 nad 98 % a Al_2O_3 do 0,6 %. Spotreba takéhoto kremenca je 10 000 t, čo ložisko Hostie - Skalka n/Váhom nemá. Na zabezpečenie minimálneho množstva 200 000 t sa bude treba sústrediť alebo na prognózne zdroje v Tríbeči, alebo na kremenné žily Spišsko-gemerského rudohoria, aby sa dovoz zo zahraničia úplne vylúčil.

Ďalšou surovinu, na ktorú sa podľa požiadaviek spotrebiteľov treba sústrediť, sú živce. V rámci štúdie Západné Slovensko - keramické suroviny sa vyčíslili prognózne zdroje v oblasti Tríbeča a Považského Inovca na báze leukokratných granitov a pegmatitov.

V Považskom Inovci možno zabezpečiť živce kvality Ž-55 KNa 40 až Ž-55 KNa 60. Priemerný obsah živcovej suroviny je 59,06 % a v produktoch úpravy 63,77 %. Živce z leukokratných granitov Tríbeča vyhovujú ŽNaK 40 až 60. Primárny obsah živcovej substancie je 60 %. Surovina je vhodná ako prídavné tavidlo do keramických zmesí. Vedľajším produktom pri spracúvaní je čistý kremeň a sľudové koncentráty. Potenciálnym spotrebiteľom živcov budú keramické závody na Vidinej, Tomášovciach a v Michalovciach.

Sľuda sa overovala v oblasti Považského Inovca, a to v priestore Hôrky a Mankoviec. Isté výskyty sú orientačne známe aj zo Slovenského rudohoria. Sľuda sa viaže na muskovitické svory. Obsah v hornine je až 62 %, priemerne 40 % a množstvo vyťažiteľnej sľudy 15 až 35 %. Ide o drobnozrnnú sľudu vhodnú na výrobu strešnej lepenky, tepelných izolátorov a na iné účely v chemickom a gumárskom priemysle. Potenciálnym spotrebiteľom sú Juhoslovenské celulózky a papierne v Štúrove, Chemolak Smolenice a Gumárne Púchov.

Najperspektívnejší výskyt muskovitických svorov je v Hôrčanskej doline. Prieskum je urobený do kategórie zásoby Z-3 a ložisko pokryje spotrebu drobnošupinkatej sľudy na Slovensku najmenej na 30 rokov.

Potrebnou a hľadanou surovinou na Slovensku je sklársky piesok na výrobu ozdobného, úžitkového a technického skla najmä v sklárňach na západnom Slovensku (Lednické Rovne, Nemšová, Dúbravka, Trnava). Piesok do sklární sa dováža z Čiech, väčšinou z ložiska Střelec. Cena suroviny bola roku 1993 až 700 Sk za t a stále rastie. Po overení suroviny a vybudovaní úpravne by sa mohol dovoz z Čiech skončiť.

Za zdroje sklárskeho piesku pokladáme najmä kvartérne eolické sedimenty Záhorskej nížiny (Vysoká pri Morave, Jakubov, Sekule, Zohor, Lakšárska Nová Ves, Rohožník, Malacky, Šajdíkove Humence a i.). Do úvahy prichádzajú aj pieskové sedimenty Podunajskej nížiny (Kravany nad Dunajom, Veľký Meder, Kameničná a pod.). Okrem piesku po úprave počítame s overovaním dunajského kremenného štrku. V náplavoch Váhu je takýto štrk v oblasti Veľkej Lipnice, Majcichova a Branča. Po praní, drvení a triedení by tieto suroviny mohli spĺňať kritériá na výrobu skla. Z ostatných oblastí prichádza do úvahy kremeň ako vedľajší produkt po úprave pegmatitu a kremenné žily Spišsko-gemerského rudohoria.

Veľmi zaujímavou surovinou, ktorej sa v ostatnom čase venuje pozornosť a je perspektívna, je alginit. Vyskytuje sa na geofyzikálne zistených ringových štruktúrach v Rimavskej kotline a v Cerovej vrchovine (obr. 11) v terciérnych sedimentoch. Pre nízky obsah roponosných látok (do 12 %) je vynikajúcim hnojivom v poľnohospodárstve. Surovinou sa v súčasnosti zaoberá Geocomplex v spolupráci s GÚDŠ.

Okrem surovín s nízkym obsahom roponosných látok by bolo treba v budúcnosti venovať pozornosť tmavým bridliciam, najmä vo flyši. Podľa analógie s podobnými bridlicami vo svete (Nemecko, baltské štáty, JAR, Mozambik) sa dá pri niektorých litologických typoch predpokladať obsah roponosných látok vyše 12 %, a to 15 až 20 %.

Špeciálnou surovinou, o ktorú je záujem najmä v poslednom čase, sú granatické horniny. Obsah granátov v dunajských štrkopieskových náplavoch sa skúmal už v predchádzajúcich rokoch (bol až do 24 %). Až 14 % obsah je aj vo svoroch Považského Inovca. Granáty almandínovo-spessartínového typu sú aj v stredoslovenských neovulkanitoch (až 20 %). Až 14 % obsah drobnozrnných granátov sa zistil v odkaliskách po spracovaní dunajského a vážskeho štrkopiesku (s malým obsahom Au). Ide o významné indície, ktoré by po overení mohli poskytnúť dostatok granátov pre brusný priemysel, do strojného náradia a ako ekologickú surovinu do rozmanitých filtračných zariadení.

Výroba minerálnych vlákien a výrobkov z nich naráža v Novej Bani na ťažkosti. Ložisko Brehy je pre mocnosť skrývky už nerentabilné, surovina sa dováža od Fiľakova, a preto treba hľadať bližší náhradný zdroj. Do úvahy prichádzajú niektoré bazaltoidné andezity Štiavnických vrchov a Krupinskej vrchoviny a amfibolity z kryštalinika. Okrem toho treba nájsť vhodnú surovinu pre továreň na výrobu minerálnych vlákien, ktorá sa má postaviť v okrese Rimavská Sobota.

V Malých Karpatoch sa v okolí Pezinka v permotriasovom súvrství zistil íl, ktorý kvalitou zodpovedá materiálom na výrobu prírodného pigmentu. Ekologický pigment je pre granulometriu, obsah farbiacich oxidov a iné technologické parametre, osobitne stálosť, veľmi potrebný. Suroviny na jeho výrobu sa viažu na škálu hornín z celého Slovenska, biely pigment na kaolín, žltý, hnedý a červenohnedý na železité horniny. Z príslušných sedimentárnych a metamorfovaných hornín sa dá získať aj zelený a čierny pigment.

V súčasnosti sa kladie dôraz aj na iné ekologické nerudné suroviny. Na skládky tuhého komunálneho odpadu, toxického odpadu v rámci Slovenska, okresov a obcí treba veľa prírodného nepriepustného materiálu. Pri spracúvaní surovín možno v zmysle celoštátnej koncepcie budovania skládok postupovať celoplošne s ohľadom na potreby okresov a obcí.

Domáce suroviny ako náhrada za dovážané

Doterajšie overovanie špeciálnych a netradičných surovín poskytlo rad surovinových typov na použitie v rozličných odvetviach hospodárstva Slovenskej republiky. Úspech sa dosiahol najmä pri hľadaní keramických surovín, bentonitu, špeciálnych stavebných surovín (perlitu), zeolitu, kremenca na hutnícku výrobu a iných spomenutých nerudných surovín.

Je reálny predpoklad, že v budúcnosti bude možno prakticky v plnom rozsahu väčšinu v súčasnosti dovážaných nerudných surovín nahradiť domácimi. Zároveň je nevyhnutné zdôrazniť, že takmer všetky druhy surovín vyskytujúce sa v Západných Karpatoch potrebujú na náročnejšie použitie úpravu. Suroviny dovážané zo zahraničia nie sú v exaktnom slova zmysle surovinami, ale produktmi po nerovnako zložitej úprave. Napríklad kremenec dovážaný z Poľska je už podrvený, vytriedený a prepratý (pri týchto procesoch obsah Al_2O_3 niekedy klesá až o 0,3 % a obsah SiO_2 stúpa). Rovnako potrebuje úpravu živcová surovina, a to drvenie, mletie a odželeznenie. Na získanie sľudového koncentrátu sa používa drvenie a flotačná úprava. Väčšina keramických materiálov vyžaduje aspoň mletie. Upravovať sa musia aj iné druhy surovín.

Zdôrazňujeme, že bez vybudovania úpravní nemôže mať úsilie overovať špeciálne suroviny potrebný efekt, lebo v prírodnom stave sa dá zužitkovať iba ich obmedzené množstvo.

Zásady oceňovania ložísk nerastných surovín v geologickom prieskume v Slovenskej republike

MICHAL KORIM[1], DOMINIK POLAKOVIČ[2], JÚLIUS MALJKOVIČ[1] a JOZEF STUPÁK[3]
[1]Ministerstvo životného prostredia SR, Hlboká 2, 812 35 Bratislava
[2]Geofond, Bukureštská 4, 811 04 Bratislava
[3]Slovenská geológia, š. p., Markušovská cesta, 052 40 Spišská Nová Ves

Minister životného prostredia SR schválil v septembri 1994 zásady oceňovania ložísk nerastných surovín SR v geologickom prieskume, ktoré sú východiskom na vypracovanie príslušnej metodiky.

V doterajšej praxi sa v zmysle vyhlášky MŽP SR č. 217/1993 Z. z. o projektovaní, vykonávaní a hodnotení geologických prác uplatňoval hlavne princíp ekonomického hodnotenia ich nákladovosti a efektívnosti vo vzťahu k množstvu preskúmaných zásob nerastnej suroviny ložiska vyjadrenej tzv. mernými nákladmi na jednotku preskúmaných zásob a ich úžitkovej hodoty.

V podmienkach pôsobenia trhových mechanizmov v otvorenej národnej ekonomike, pluralite a rovnocennosti podnikateľských subjektov - vrátane zahraničných - vstupujúcich do geologicko-prieskumných aktivít nie je takýto prístup na získanie trhovo porovnateľného, ekonomicky zdôvodneného hodnotového kritéria efektívnosti vynaložených prostriedkov na vykonané geologické práce dostatočný.

Cieľom systému oceňovania ložísk nerastných surovín v geologickom prieskume je získať komplexnú geologicky, technicko-technologicky a ekonomicky objektivizovanú informáciu o hodnote zásob nerastnej suroviny ložiska preskúmaného v etape vyhľadávacieho prieskumu ako základného kritéria na určenie ceny ložiska nerastnej suroviny, ktorá má slúžiť najmä na:

- posúdenie účelnosti a efektívnosti pokračovania v geologickom prieskume ložiska vo vyšších etapách,
- riešenie komplexu otázok v súvislosti so vstupom domácich aj zahraničných subjektov do podnikateľských väzieb a aktivít zameraných na dokončenie geologického prieskumu ložiska s možnosťou jeho budúceho využitia vrátane otázok úhrady odôvodnených nákladov na geologický prieskum vynaložených zo štátneho rozpočtu,
- riešenie stretu záujmov spojených s posudzovaním celkového národohospodárskeho prínosu ďalšieho geologického prieskumu z hľadiska možnosti nasledujúceho hospodárneho a ekologicky únosného využitia ložiska,

Pre vzájomnú podmienenosť geologicko-baníckeho cyklu treba oceňovanie ložiska v etape vyhľadávacieho priekumu chápať aj v systémovom kontexte geologicko-ekonomického hodnotenia prieskumu, osvojenia a využívania zásob ložiska.

Oceňovanie ložísk nerastných surovín je veľmi zložité a jeho výsledok závisí od viacerých premenných technicko-technologických, ale hlavne ekonomických a fiškálnych faktorov. Treba objektívne konštatovať, že jednotná metodika na stanovenie ceny zásob ložísk nerastných surovín nie je ani v hospodársky vyspelých krajinách. Je známy rad spôsobov a metód oceňovania ložísk a ich použitie závisí najmä od cieľa a účelu oceňovania.

Všeobecné zásady oceňovania ložísk nerastných surovín

1. Oceňovanie ložísk nerastných surovín je založené na všeobecných princípoch trhového hospodárstva a zvyklostiach štátov s vyspelou trhovou ekonomikou, najmä na jednotnosti a ekonomickej zdôvodnenosti hodnotových kritérií pri posudzovaní efektívnosti podnikateľských aktivít aj v oblasti prieskumu a využívania ložísk nerastných surovín.

2. Pri rešpektovaní ústavne zakotveného faktu, že nerastné bohatstvo je vlastníctvom štátu, sa zvrchovanosť štátu nad nerastnými surovinovými zdrojmi uplatňuje diferencovane. Diferencovanosť vychádza z rozdelenia nerastov na vyhradené a nevyhradené a z kategorizácie nerastných surovín podľa ich hospodárskeho významu, napr. na strategické a pod.

3. Systém oceňovania ložísk nerastných surovín berie do ohľadu aj princípy surovinovej politiky Slovenskej republiky v oblasti nerastných surovín, najmä

- hodnotenie nerastného surovinového potenciálu a formulovanie programov rozvoja nerastnej surovinovej základne štátu,
- hospodárne a ekologické využívanie ložísk nerastných surovín, priority ich ochrany a ostatné zákonom vymedzené chránené záujmy,
- zavádzanie a uplatňovanie ekonomických a legislatívnych nástrojov na ovplyvňovanie geologicko-baníckeho cyklu a jednotného systému informačných tokov (výkazníctva) v oblasti využívania ložísk,
- rešpektovanie rovnoprávnosti všetkých domácich a zahraničných podnikateľských subjektov pri vyhľadávaní, overovaní a využívaní ložísk, pri zachovaní právneho nároku na prednostné udelenie banského oprávnenia subjektu, ktorý prieskum ložiska financoval,
- určovanie spôsobu poskytovania výsledkov geologických prác hradených zo štátneho rozpočtu podnikateľským subjektom v oblasti nerastných surovín.

4. Metodiku oceňovania ložísk nerastných surovín Slovenskej republiky treba vypracovať z pohľadu jej kompatibility s metodikami využívanými v štátoch s vyspelou trhovou ekonomikou, najmä v štátoch Európskeho spoločenstva.

5. Z pohľadu štátu ako vlastníka nerastného bohatstva je žiaduce, aby sa ložiská nerastných surovín v geologickom prieskume a v ťažbe oceňovali podľa porovnateľných kritérií objektívneho podnikateľského hodnotenia ložísk vo všetkých väzbách a súvislostiach vstupujúcich do ich exploatácie.

6. Ekonomické nástroje (systém poplatkov, úhrad, úľav, dotácií a pod.), odvodené aj s prihliadnutím na objektívne ocenenie ložiska, by mali byť stimulom na hospodárne a ekologicky únosné využívanie nerastnej suroviny ložiska.

Zásady oceňovania ložísk nerastných surovín Slovenskej republiky v geologickom prieskume

1. V SR sa v geologickom prieskume oceňujú ložiská preskúmané v etape vyhľadávacieho prieskumu, spravidla s vypočítanými zásobami suroviny v kategórii Z-3 a čiastočne Z-2.

2. Základným východiskom pri oceňovaní ložísk je výpočet zásob. V odôvodnených prípadoch sa vykonáva alternatívny výpočet, ktorého opodstatnenosť v geologickej praxi stúpa. Pri alternatívnom výpočte každú alternatívu charakterizuje medzný a priemerný obsah úžitkovej zložky, množstvo zásob a úžitková hodnota nerastnej suroviny.

3. Výpočet zásob - pri alternatívnom výpočte každá alternatíva -

sa technicko-ekonomicky zhodnotí samostatne. Na základe údajov získaných najmä kvalifikovaným odhadom s využitím analógie sa v rámci hodnotenia určí predovšetkým (základná schéma):

a) výrubnosť a znečistenie, množstvo a kvalita vyťažiteľnej suroviny, výťažnosť úpravníckeho procesu, potenciálna jednotková cena suroviny v predajnom stave (vyťažená, upravená, predajná - podľa druhu suroviny) a potenciálna hodnota predajných surovín ložiska,

b) kapacita ťažobných a úpravníckych zariadení, trvanie ťažby a úpravy (životnosť ložiska), investičné náklady na osvojenie ložiska, prevádzkové náklady ťažby a úpravy vrátane nákladov spojených s ekologicky únosným osvojením a využívaním ložiska, zdôvodnené náklady na výskum a prieskum ložiska.

4. Jednotková cena nerastnej suroviny sa stanoví predovšetkým na báze svetových cien s ohľadom na kvalitu nerastnej suroviny, pričom sa bude vychádzať z úrovne cien kótovaných na príslušnej burze za dostatočne dlhé obdobie. Producentské ceny sa uplatnia hlavne pri oceňovaní nerudných nerastných surovín.

5. V závislosti od fiškálnej politiky štátu sa do ekonomicko-finančnej analýzy prevezmú údaje o výške odpisov, úrokovej miery, daní, poplatkov a úhrad, príp. úľav.

6. Základnú ekonomicko-finančnú analýzu sa odporúča vykonať s použitím časovej snímky modelového peňažného toku za celý čas predpokladanej exploatácie ložiska (metóda cash-flow). Odporučenou formou na vykonanie takejto analýzy je predbežná štúdia možností využitia ložiska (opportunity study).

7. Cenu ložiska nerastnej suroviny sa odporúča vypočítať štandardnou metódou hodnoty výnosov ako čistú súčasnú hodnotu budúcich výnosov (net present value - NPV).

8. Niektoré rozdiely v spôsobe oceňovania ložísk rozličných druhov nerastných surovín (napr. rudné a nerudné nerastné suroviny, ropa a plyn) sa budú špecifikovať pri vypracúvaní metodiky oceňovania ložísk.

9. V súlade s princípmi surovinovej politiky SR je žiaduce, aby sa do ceny ložiska premietli aj odôvodnené náklady na prieskum, ako je to bežné vo vyspelých trhových ekonomikách.

10. Pri vypracúvaní metodiky oceňovania ložísk v etape vyhľadávacieho prieskumu sa odporúča využiť prijateľné zjednodušené postupy a osvedčené systémy, príp. počítačové programy.

Metodika oceňovania ložísk nerastných surovín vypracúvaná podľa uvedených zásad vo všeobecnej polohe potlačí vplyv rentných efektov na cenu ložiska, o ktorých sa na odbornej úrovni diskutovalo aj v bývalom Česko-Slovensku. Za predpokladu, že sa pri oceňovaní nerastných surovín využívajú štandardné metódy hodnoty výnosov založené na diskontovaní finančných tokov, diferenciálna banská renta sa stáva súčasťou štandardného vyjadrenia mimoriadneho zisku ako tzv. podnikateľskej renty. Aj napriek známym a definovaným kritériám vzniku diferenciálnej banskej renty možno konštatovať, že sa rentné efekty pri využívaní ložísk nerastných surovín viac-menej prelínajú s komparatívnymi efektmi na národnej aj medzinárodnej úrovni.

Stav hydrogeologického výskumu a prieskumu v Slovenskej republike a jeho ďalšia orientácia

PAVOL BUJALKA[1], VLADIMÍR HANZEL[2], LADISLAV MELIORIS[3] a MIROSLAV RAČICKÝ[4]

[1]Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava
[2]Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava
[3]Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[4]Ministerstvo životného prostredia SR, Hlboká 2, 812 35 Bratislava

Súčasný stav hydrogeológie na Slovensku je odrazom vývoja posledných rokov, keď sa podstatné spoločenské a ekonomické zmeny premietli aj do sfér, ktoré rozhodujúcim spôsobom ovplyvňujú aj požiadavky na hydrogeológiu. Celkove možno konštatovať postupnú redukciu hydrogeologického výskumu a prieskumu financovaného z rozpočtových zdrojov, ako aj z účelových fondov organizácií vodného hospodárstva a zdravotníctva. Dotýka sa to najmä regionálnej hydrogeológie, ktorá je nevyhnutným vstupom do ďalšej hydrogeologickej činnosti.

Nedostatok finančných prostriedkov nemá nepriaznivý vplyv iba na regionálny hydrogeologický výskum a vyhľadávací prieskum, ale odráža sa úbytkom prác aj v predbežnom, resp. rozsiahlejšom podrobnom prieskume zdrojov podzemnej vody. Nové pravidlá v hospodárení s vodou a podstatné zvýšenie jej ceny sa prejavujú v znížení spotreby a tým aj dopytu po nových centrálnych zdrojoch, ale na druhej strane rastie záujem o individuálne zdroje vyžadujúce lokálny hydrogeologický prieskum.

V hydrogeologickom prieskume sa v hodnotenom období rokov 1991 - 1995 do popredia dostali úlohy súvisiace s ochranou jestvujúcich zdrojov vody, so stretom záujmov v nových ekonomických podmienkach a s likvidáciou zdrojov znečistenia, teda dotýkajúce sa problémov životného prostredia.

Zmeny v štruktúre hydrogeologických prác a v dopyte po nich ovplyvnili aj rozsah a štruktúru hydrogeologických organizácií. Postupne z nich vznikajú nové prieskumné subjekty, čo zvyšuje konkurenciu v oblasti hydrogeologických prác, ale na druhej strane znižuje schopnosť komplexného riešenia a vnútornej špecializácie. Hoci sa vývoj v tomto smere ešte neskončil, a preto ho možno hodnotiť iba predbežne, súčasný stav nespĺňa všetky očakávania, najmä pokiaľ ide o odborné napredovanie a kvalitu prác.

Na hydrogeologickom výskume a prieskume sa v uplynulom období zúčastňovalo veľa organizácií, a preto ich nemožno uvádzať pri každej akcii. Keďže sa sústreďujeme hlavne na hydrogeologický výskum a regionálny prieskum, poznamenávame, že výskum (regionálny aj metodický) vykonávali pracoviská GÚDŠ a katedry hydrogeológie PFUK a že vo vyhľadávacom regionálnom hydrogeologickom prieskume má podstatné zastúpenie GEOS, a. s., Bratislava, INGEO, a. s., Žilina a Geoconsult, a. s., Košice.

Regionálny hydrogeologický výskum sa v rokoch 1991 - 1993 zameral na hodnotenie západnej časti Pezinských Karpát v koordinácii s vyhľadávacím prieskumom jv. časti. Ďalej sa spracovala oblasť Bielych Karpát a Spišskej Magury. Z týchto regiónov sa zostavili aj základné hydrogeologické mapy v mierke 1:50 000. K nim pribudlo ďalších deväť máp spolu s textovými vysvetlivkami z územia Záhorskej nížiny-severnej časti, Chvojnickej pahorkatiny, Hornonitrianskej kotliny a Vtáčnika, Kривánskej Malej Fatry, Zvolenskej kotliny, Brezniankej kotliny, Levočských vrchov, Braniska a Šarišskej vrchoviny. Roku 1994 sa začali pripravovať mapy sied-

mich regiónov, a to Pezinských Karpát, Čiernej hory, južnej časti Záhorskej nížiny, severnej časti Spišsko-gemerského rudohoria, východnej časti Veľkej Fatry, Ľubovnianskej vrchoviny a jv. časti Podunajskej nížiny. Majú byť hotové do roku 1997. Do tohto termínu bude teda spracovaných 26 máp a na úplné zachytenie Slovenska mapami zostáva ešte 21 regiónov. Z nich dve mapy sa už kompletizujú v rámci súboru máp geofaktorov životného prostredia (stredného Považia a povodia Kysuce).

Zostavené hydrogeologické mapy poskytujú informácie o zákonitostiach tvorby a obehu podzemných vôd, o geometrii zvodnených vrstiev a ich filtračných parametroch, o charaktere výstupu podzemnej vody a jej využívaní. Mapy budú podkladom na nasledujúce aplikácie pri riešení vodohospodárskych otázok, ochrane vôd a životného prostredia.

Výskum a prieskum minerálnych vôd sa sústredil najmä na skončenie riešenia ochranných pásiem prírodných liečivých zdrojov a stolovej minerálnej vody do roku 1998 (dovedna 28 lokalít) v zmysle uznesenia vlády SR č. 56/1974. V rámci tohto dlhodobého programu sa doteraz predložilo 15 návrhov ochranných pásiem (zvyšných 13 je v nerovnakom štádiu rozpracovania) a je pravdepodobné, že sa pre nedostatok finančných prostriedkov riešenie predĺži do roku 2000. V súčasnosti sa pracuje na lokalite Lipovec-Salvátor, Budiš, Rajecké Teplice, Turčianske Teplice, Lúčky, Cigeľka, Korytnica, Tornaľa, Fatra-Záturčie. Súčasne sa plánuje aj prehodnotenie podkladov na ochranné pásmo kúpeľov Piešťany, Bojnice a Nimnica.

Na požiadanie IKaŽ-MZ sa pripravil projekt a registrácia prameňov minerálnej vody na Slovensku. Na niektorých žriedlových lokalitách sa vykonali technické práce na oberných zariadeniach na zlepšenie technického stavu, stabilizáciu výdatnosti a vnútornej ochrany zdrojov. Ako príklad možno uviesť rekonštrukciu záchytných zariadení v Korytnici a vrtu S-3 v Dudinciach. Nový zdroj minerálnej uhličitej vody sa overoval v Kráľovej pri Senci.

Riešenie úloh minerálnych vôd - najmä v súvislosti s prieskumom na návrh ochranných pásiem - je vzhľadom na rozsah cirkulácie vôd a väzbu na tektonické štruktúry úzko späté so základným geologickým výskumom a prináša nové geologické poznatky. Zároveň sa na väčšine lokalít zistili a zdokumentovali nové zdroje minerálnej vody.

V oblasti výskumu, prieskumu a využívania zdrojov geotermálnej energie sa roku 1994 dokončil Geotermálny atlas Slovenskej republiky, ktorý v tomto roku vychádza ako súbor máp v mierke 1:200 000 - 1:50 000 a 1:500 000 - 1:1 000 000 s textovými vysvetlivkami. Atlas sumarizuje informácie o teplote, hustote tepelného toku, kolektoroch geotermálnej vody o mineralizácii a chemickom zložení vody, tepelno-energetickom potenciáli geotermálnych vôd a o likvidácii geotermálnej vody po jej tepelnom využití.

Skončila sa aj úloha Inventarizácia geotermálnych zdrojov a ich využívanie na Slovensku. Zhodnotila zdroje v podtatranskej oblasti, zahŕňajúce Skorušinú, Liptovskú a Popradskú kotlinu, a osobitne možnosti využitia lokality Oravice, Vrbov, Košice a Poprad.

Na inventarizáciu už nadviazalo ďalšie, podrobnejšie spracovanie možnosti exploatácie geotermálnej energie v Košickej kotline, ktoré využíva prostriedky projektu PHARE a hospodárskych subjektov, ako aj príprava pilotného geotermálneho vrtu v Košickej kotline.

V Podunajskej nížine sa overovala možnosť využívať geotermálnu vodu piatich vrtov do hĺbky 1650 - 2502 m na lokalite Dunajský Klátov, Topoľovec - Čiližská Radvaň, Zlatná na Ostrove - Ontopa - Zemianska Olča. Výsledky prieskumu sú pozitívne. Získala sa termálna voda s teplotou 50,2 - 74,0 °C s odporúčaným odberom 10,0 - 15,0 $l.s^{-1}$.

Z poznatkov z ostatného obdobia vychodí, že treba osobitnú pozornosť venovať podzemným vodám hlbšieho a hlbinného obehu, geotermálnym vodám a ich inkrustom z hľadiska prirodzenej rádioaktivity, obsahu Ra a Rn.

Podrobný hydrogeologický prieskum ťažisko prác postupne presúva do oblasti ochrany podzemných vôd a životného prostredia. Ako príklad možno uviesť prieskum a sanáciu lokalít, kde pôsobila Sovietska armáda. Hydrogeologická a ekologická činnosť súvisiaca s týmito prácami má tieto ciele:

- spresniť rozsah znečistenia vody a hornín,
- skúmať a sledovať migráciu a vývoj znečistenia,
- sledovať vzťahy medzi miestom znečistenia a jeho okolím vo väzbe na významné hydrogeologické štruktúry, prípadne na vykonávanú činnosť,
- navrhovať, sledovať a aktívne viesť sanáciu,
- zaoberať sa ekologickými vzťahmi lokalít počas sanácie a po nej.

Najväčšie a najrozsiahlejšie škody na životnom prostredí spôsobené ropnými látkami sa zistili na lokalite Sliač - Vlkanová, Nemšová, Komárno, VVP Lešť a Ružomberok. Napr. na lokalite Sliač - Vlkanová prebiehajú sanačno-prieskumné práce už od roku 1981. Zistila sa tu kontaminácia zeminy v objeme cca 200 000 m^3 a roku 1981 - 1992 sa tu odčerpalo 336 418 l ropných látok.

Prieskumno-sanačné práce prebiehali aj na ďalších lokalitách s únikom ropných látok, napr. Čierna nad Tisou, Vojany, Pozdišovce, Hričov, Kežmarok a i., čo vyžaduje špecializáciu hydrogeologického prieskumu na túto činnosť.

Kvalita podzemnej vody v predkvartérnych útvaroch vybraných území Slovenska sa monitorovala v súlade s koncepciou monitoringu vybraných zložiek životného prostredia na území Slovenskej republiky pre čiastkový monitorovací systém "voda". Cieľom je získať informácie o regionálnom vývoji kvality vody, o vplyve a priestorovom rozložení faktorov znečistenia a o účinnosti prípadných sanačných opatrení.

Monitoruje sa už región Malých Karpát, Trnavskej pahorkatiny, Slanských vrchov, Braniska, Čiernej hory, Slovenského raja, Galmusa, Veľkej Fatry, Kremnických vrchov, Vysokých Tatier, Nízkych Tatier, Chočských vrchov, Levočských vrchov, Slovenského krasu, Muránskej planiny, oblastí vonkajšieho flyšu sv. Slovenska, Strážovských vrchov, Tríbeča a Považského Inovca. Do rozsiahlej a náročnej práce sa zapájajú viaceré výskumné a prieskumné pracoviská, aby sa dali operatívne vykonávať všetky vzorkovacie a laboratórne práce a systematicky spracúvať ich výsledky.

Hydrogeologický výskum sa popri regionálnych úlohách zameral aj na niektoré metodické a teoretické otázky vyplývajúce z hydrogeologickej praxe. Treba konštatovať, že sa tejto sfére nevenovala taká pozornosť a prostriedky ako regionálnemu výskumu, a preto sa na ňu bude treba viac sústrediť v budúcnosti.

V GÚDŠ sa skúmala metodika stanovovania hydraulických parametrov puklinových a puklinovo-krasových hornín na regionálne prognózy, ďalej sa rozpracovali metódy optimalizácie využívania podzemnej vody aj s ohľadom na ekológiu krajiny. Na to sa vybralo 42 prognóznych lokalít.

V triase krížňanského príkrovu Veľkej Fatry sa overila hydrologická bilancia v kombinácii s hydrochemickými a izotopovými metódami a na tomto základe vznikla štruktúrno-hydrogeologická schéma tohto celku. Vykonala sa korelácia lineárnych dát diaľkového prieskumu Zeme s hydrogeologickými charakteristikami v povodí Hnilca vo Volovských vrchoch. Ich identifikácia je významným poznatkom pri vyhľadávaní zdrojov vody. V rámci regionálnych úloh GÚDŠ sledoval aj izotopové zloženie vôd, čo má pomôcť riešiť otázku genézy vôd, infiltračných, prietokových, akumulačných a výverových oblastí rozličných typov vody a ich vzájomného pôsobenia.

Na katedre hydrogeológie PFUK sa hydrogeologický výskum sústredil na synergetické riešenie hydrogeologických a ekologických otázok v zameraní na metodiku manažmentu optimálneho využívania zdrojov povrchovej a podzemnej vody vo vodárenských systémoch a skúmanie vplyvu rieky na doplňanie podzemnej vody. Riešili sa návrhy na zníženie odberu podzemnej vody s ohľadom na ekológiu krajiny. Pozornosť sa koncentrovala najmä na územie pohron-

ského skupinového vodovodu, Brezovice, Dolného Váhu, Nemšovej a Zvolenskej kotliny. Súbežne s tým sa riešili špecifické otázky optimálneho využívania minerálnych vôd.

Náš prehľad o hydrogeologickej aktivite v uplynulom období svedčí o širokom a rôznorodom pôsobení našich hydrogeologických pracovísk, a to napriek sťaženým podmienkam. Možno konštatovať, že problémy, ktoré bolo treba riešiť, v podstate zostávajú a prechádzajú aj do nasledujúceho obdobia, ba niektoré z nich, nadväzujúce na vzťah vody a životného prostredia, sa ešte prehĺbia. Tomu sa hydrogeológia musí prispôsobiť teoretickým, metodickým aj technickým zabezpečením.

V ďalšom období bude nevyhnutné vykonávať hydrogeologický výskum a prieskum, ktorého všeobecným cieľom bude efektívne a racionálne využívanie podzemných vôd rešpektujúce ochranu podzemnej vody pred neracionálnym a nadmerným odberom, pred znečistením a minimalizujúce účinky na životné prostredie, ako aj zabezpečenie potrebného a ekologicky nevyhnutného prietoku v povrchových tokoch.

Tieto ciele sa budú plniť prostredníctvom kvantifikácie zdrojov a zásoby všetkých druhov a typov podzemnej vody v Slovenskej republike a hodnotením plošnej a priestorovej distribúcie chemizmu vôd, ako aj vplyvu kontaminácie vody na vývoj jej kvality. Riešenie je nevyhnutné realizovať na báze podrobného poznania geologickej stavby územia a jeho hydrogeologických pomerov a súčasne navrhnúť ochranu vôd.

Spomenuté ciele berie do úvahy aj materiál Ministerstva životného prostredia SR Koncepcia geologického výskumu a prieskumu územia Slovenskej republiky do roku 2005, ktorý vláda SR prijala v apríli 1994.

V hydrogeologickej časti sú aj práce financované zo štátneho rozpočtu:

1. *Práce regionálneho hydrogeologického výskumu* sa sústredia na prípravu ďalších základných hydrogeologických a hydrochemických máp v mierke 1:50 000 ako východisko na optimálne využívanie a ochranu podzemných vôd. Mapy zostávajúcich 21 regiónov majú byť predložené do roku 2005, ale prípadná finančná redukcia môže tento termín posunúť.

2. *Výskumné riešenie metodík* na stanovenie zásad optimálneho využívania a ochrany podzemných vôd je veľmi naliehavé z hľadiska prípadných škôd, ale aj pokiaľ ide o zavedenie jednotlivých postupov a kritérií hodnotenia.

Ide o metodiku spresnených hydrogeologických bilancií, metodiku hodnotenia využiteľného podielu podzemnej vody z prírodných zdrojov pri zohľadnení ekologického odtoku, metodiku komplexnej kvalitatívnej ochrany podzemných vôd (stav v tejto oblasti je vážny, veľkú časť pásiem hygienickej ochrany treba upraviť vo väzbe na dokonalé poznanie geologických a hydrogeologických pomerov) a o metodiku hodnotenia priemernej transmisivity v horských oblastiach. Samostatnou úlohou bude rozpracovanie metodiky ekonomického hodnotenia zdrojov podzemnej vody.

3. *Vyhľadávací hydrogeologický prieskum* orientovaný na regióny s nedostatkom zdrojov podzemnej vody sa v najbližšej etape sústredí na dokončenie rozpracovaných a projektovaných úloh, ktoré sme už spomenuli. Po ich zavŕšení sa - podľa pridelených finančných prostriedkov - predpokladá prieskum v ďalších regiónoch, najmä nedostatkových. Ich výber sa urobí a postupnosť prác stanoví roku 1996 v spolupráci s Ministerstvom poľnohospodárstva SR. Nie je vylúčené ani postupné prehodnocovanie už zdokumentovaných zdrojov a zásob podzemnej vody podľa nových zásad a kritérií.

4. *Prieskum minerálnych vôd* sa sústredí najmä na dokončenie už spomenutých úloh súvisiacich s návrhom ochranných pásiem kúpeľov a žriedel.

Požiadavkou Ministerstva zdravotníctva SR je zabezpečiť nové zdroje liečivej minerálnej a termálnej vody, ako aj stolovej minerálnej vody v oblasti Vysokých Tatier. Táto úloha sa má sčasti riešiť v súvislosti so štúdiou využitia geotermálnych zdrojov v podtatranskej oblasti.

Zvažuje sa aj požiadavka vyhľadávať nové zdroje najmä stolovej vody v jv. časti východného Slovenska (Trebišov - Kráľovský Chlmec) a v okolí Trenčína.

Otázky ďalšieho prieskumu minerálnych vôd a jeho financovania sa budú pravdepodobne spresňovať po privatizácii ich zdrojov. Tu možno vysloviť iba predpoklad, že sa ťažisko ďalších požiadaviek sústredí na ochranu, prehodnocovanie a obnovovanie zdrojov minerálnej vody, ktorá časom stráca svoje parametre.

5. *Výskum, prieskum a využívanie geotermálnej energie.* V rámci úloh financovaných zo štátneho rozpočtu prostredníctvom SR (geologické práce) sa nateraz nepripravuje nijaký nový geotermálny vrt. Okrem uvedených rozpracovaných úloh by sa podľa koncepcie mal v ďalších rokoch prehodnotiť potenciál a možnosti využitia Žiarskej kotliny. V súvislosti s prípravou veľkorysého využívania tepelnej energie geotermálnych vôd v poľskom Podholí a s návrhmi poľskej strany a Svetovej banky je aktuálne komplexné i regionálne hodnotenie geotermálnych podmienok a väzieb v podtatranskej oblasti Slovenska a Poľska.

6. *Monitorovanie kvality podzemnej vody* v predkvartérnych útvaroch nadviaže na doterajšie práce, príp. sa rozšíri na ďalšie orografické celky. Súčasne s etapovým prehodnocovaním sa môže spresniť metodika monitoringu a spracovania jeho výsledkov v dokumentácii, ako aj v hydrogeochemickom hodnotení.

Ostatný hydrogeologický prieskum v podmienkach trhových vzťahov bude v nasledujúcom období smerovať k riešeniu stretu záujmov, úloh ochrany životného prostredia a podzemných vôd a očakávať možno aj vyhľadávanie lokálnych zdrojov v súvislosti so zmenami v štruktúre odberu a spotreby vody. Prevažná časť úloh bude vyžadovať prehĺbenie hydrogeochemického hodnotenia, spresnenie geologických pomerov, obehových ciest a režimu podzemnej vody a priestorové vyjadrenie filtračných charakteristík horninového prostredia. Koncepcia riešenia by sa mala opierať o hydrogeologický výskum a vyhľadávací prieskum, ktoré treba v tomto smere orientovať.

Hydrogeologický prieskum nemožno hodnotiť živelne, ale sa musí opierať o normatívnu a metodickú základňu, ktorej vypracovanie je naša prvoradá úloha. V tejto oblasti má hydrogeologický výskum veľké možnosti a mal by vyústiť do návrhov príslušných metodických a pracovných úprav.

Významným počinom v tomto smere bude hydrogeologický terminologický slovník, ktorý isto pomôže pri odstraňovaní mnohých nedorozumení pri hodnotení hydrogeologických prác.

Z nových spoločensko-ekonomických podmienok postupne vyrastajú aj nové vzťahy medzi hydrogeologickými pracoviskami a hydrogeológmi. Zmenili sa formy vzájomnej komunikácie, narušil sa tok informácií a zhoršili sa podmienky publikovania výsledkov. Vytvorenie lepších foriem a vzťahov v tomto smere pokladáme za prvoradú úlohu hydrogeológie aj v nasledujúcom období. Sme radi, že sa podstatnú časť našich hydrogeológov podarilo sústrediť v slovenskej asociácii hydrogeológov, jej prostredníctvom organizovať odbornú činnosť, nadviazať medzinárodné kontakty a začať vydávať časopis tejto asociácie a Národného komitétu pri IAH. Veríme, že v začatom diele budeme úspešne pokračovať na prospech hydrogeológie a celej slovenskej geológie.

Príspevok z vlastných materiálov a z podkladov pripravili:
Z. Bačová, MŽP SR Bratislava
I. Bajo, Geoconsult, a. s., Košice
M. Bím, GEOS, a. s., Bratislava
I. Šalag, Ingeo, a. s., Žilina
M. Fendek, GÚDŠ Bratislava
M. Fendeková, katedra hydrogeológie PriF UK Bratislava
E. Kullman st., komisia pre klasifikáciu zásob a zdrojov podzemných vôd SR, Bratislava

Postavenie, úlohy a perspektívy inžinierskej geológie na Slovensku

RUDOLF ONDRÁŠIK[1], LADISLAV ANDOR[2], MIROSLAV HRAŠNA[1], JOZEF MALGOT[3]
[1]Katedra inžinierskej geológie PriF UK Bratislava
[2]Sekcia geológie a prírodných zdrojov Ministerstva životného prostredia SR
[3]Katedra geotechniky SvF STU Bratislava

Pre historické väzby a v povojnovom období aj pre administratívne začlenenie do spoločného rezortu s baníctvom naša verejnosť často vnímala a ešte vníma geológiu ako súčasť baníctva, ktorá sa má starať len o vyhľadávanie a ťažbu nerastných surovín a v nejednom prípade dokonca o drancovanie neobnoviteľných prírodných zdrojov. Takýto pohľad je skreslený a jednostranný. Geológia sa v súlade s rozvojom spoločnosti aj v minulosti rozvíjala ako veda užitočná aj v takých oblastiach ľudskej činnosti, ako je poľnohospodárstvo, lesné a vodné hospodárstvo, stavebné inžinierstvo a pod.

Slovenská inžinierska geológia neriešila iba geologické problémy v stavebníctve, ale plne sa hlásila i ku geologickým úlohám súvisiacim s tvorbou a ochranou životného prostredia, ako sa to deklarovalo na plenárnom zasadnutí Medzinárodnej asociácie inžinierskej geológie (IAEG) v rámci Medzinárodného geologického kongresu v Moskve roku 1980. Geológia teda vzala na seba aj veľký diel zodpovednosti za ochranu a racionálne využívanie geologického prostredia, ako aj za ochranu životného prostredia najmä pred geologickým hazardom. Dokumentuje to aj naša prvá komplexná práca o úlohách geológie v životnom prostredí už z roku 1979 (Matula, 1979), séria projektov orientovaných na minimalizáciu hazardu, príprava podkladov na územné plánovanie, výber lokalít na skládky odpadu a pod., ako aj mnohé vedecké práce slovenských inžinierskych geológov publikované doma aj v zahraničí, najmä na kongrese Medzinárodnej asociácie inžinierskej geológie v Buenos Aires (1986), Amsterdame (1990) a v Lisabone (1994). Dobrá odborná pripravenosť umožnila našej inžinierskej geológii aj po útlme investičných činností rýchlo sa prispôsobiť novým podmienkam a preniesť ťažisko aktivity na riešenie úloh tvorby a ochrany životného prostredia.

Stručný prehľad vývoja inžinierskej geológie na Slovensku

Prvé práce z inžinierskej geológie na Slovensku začali vznikať pri projektovaní náročných dopravných stavieb a vodných diel už na začiatku tohto storočia. Samostatná inžinierska geológia sa vyvíja od 50. rokov v súvislosti so založením podniku inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu v Žiline a katedry inžinierskej geológie na Fakulte geologicko-geografických vied v Bratislave.

Spočiatku sa inžinierska geológia zameriavala najmä na transformáciu geologických poznatkov pre stavebníctvo, najmä na hodnotenie geologickej stavby, zloženia hornín a ich vlastností, ako aj na hodnotenie geologických procesov na území dotknutom výstavbou. Išlo poväčšine o problematiku hospodárneho a bezpečného zakladania a bezporuchovej prevádzky stavieb. Slovenská inžinierska geológia tohto obdobia čerpala poznatky a skúsenosti najmä z českej školy inžinierskej geológie, reprezentovanej hlavne akademikom Q. Zárubom a profesorom V. Menclom, ktorých učebnica Inžinierska geológia (1954, 1957 a 1974), ako aj monografia Zosuny a zabezpečovanie svahov (1969 a 1982) sa v prekladoch do viacerých svetových jazykov stali svetoznámymi.

Veľmi skoro sa zistilo, že sa úlohy dajú efektívnejšie plniť na základe poznania geologickej stavby a procesov prebiehajúcich vo väčších územných celkoch. To dalo podnet do štúdia inžinierskogeologických pomerov a podmienok výstavby v širších regionálnych súvislostiach. Pri takomto zameraní sa slovenská inžinierska geológia opierala o práce vynikajúcich geológov pôsobiacich na Slovensku, najmä akademika D. Andrusova a jeho nasledovníkov, ako aj o metodiku ruskej školy regionálnej inžinierskej geológie, ktorej vedúcou osobnosťou bol V. I. Popov. Už roku 1969 vyšla monografia M. Matulu (1969) Regional Engineering Geology of Slovakia.

S regionálne orientovaným výskumom súvisí aj vývoj inžinierskogeologických máp, ktoré sa na Slovensku pre vybrané urbanisticky najexponovanejšie časti územia v mierke 1:25 000 systematicky zostavujú od roku 1970. V nadväznosti na ne v rokoch 1986 - 1988 vznikla Prehľadná inžinierskogeologická mapa Slovenska v mierke 1:200 000 (Matula, Hrašna a Ondrášik, 1989), ktorá je pre mozaiku máp v mierke 1:25 000 zjednocujúcim skeletom zväzujúcim podrobnejšie zmapované urbanistické areály s ich zázemím. Tak vznikol ucelený informačný systém o inžinierskogeologických podmienkach rozvoja celého štátneho územia s podrobnejšími údajmi o jeho investične dôležitých častiach. Mapa obsahuje aj údaje o geopotenciáloch a geobariérach, ktoré vo vyčlenených územných celkoch rajonizácie ovplyvňujú životného prostredia.

Inžinierskogeologické mapovanie a rajonizácia sa od roku 1980 vykonávali podľa jednotných smerníc, ktoré spracoval M. Matula a J. Paška (Vykonávacie predpisy k pokynu č. 1 SGÚ, 1969) a od roku 1989 podľa inovovaných smerníc, ktoré pripravil M. Matula a M. Hrašna (Smernica č. 1 SGÚ, 1989). Rovnaké metodické princípy sa prevzali aj do medzinárodnej smernice pre štáty bývalej RVHP (Instrukcija, 1966) a sčasti aj do mapovacej príručky IAEG-UNESCO (1976).

Zároveň s regionálnym inžinierskogeologickým výskumom a s mapovaním sa v 60. rokoch začal systematicky rozvíjať aj výskum geologických hazardov, najmä v súvislosti s hodnotením škodlivých geodynamických procesov, agresivity podzemných vôd, ako aj citlivosti geologického prostredia na inžinierske zásahy. Impulzom pre takto zameraný výskum sa stali problémy s výskytom agresívnej minerálnej vody v základovej jame priehrady v Nosiciach v 50. rokoch, s poruchami stavieb v dôsledku presadania spraše na Trnavskej sprašovej pahorkatine, ale najmä havarijný zosun v Handlovej na rozhraní rokov 1960 - 1961, ktorý podnietil systematickú registráciu zosunov na celom území Česko-Slovenska.

Od roku 1970 sa za prostriedky štátneho rozpočtu začali v zosuvných územiach systematicky zostavovať mapy svahových deformácií rozličného typu a mierky, ktoré organizačne a finančne zabezpečoval Slovenský geologický úrad (teraz MŽP SR). Niektoré zosuny ohrozujúce inžinierske diela alebo krajinné prostredie sa skúmali podrobne, príp. aj sanovali. Otázky svahových deformácií na Slovensku zhrnul v monografii A. Nemčok (1982) a metodiku mapovania svahových deformácií uvádza J. Malgot a F. Baliak (1993). Presadanie spraše na Slovensku súhrnne zhodnotil J. Šajgalík a I. Modlitba (1983).

V súlade s uvedeným trendom sa v ostatnom období rýchlo vyvíja príslušný pojmový aparát a terminológia (nomenklatúra). V tejto súvislosti sa patrí vyzdvihnúť iniciatívu Slovenskej geologickej spoločnosti pri vytváraní terminologických komisií. Práca inžinierskogeologickej terminologickej komisie vyústila do vydania terminologického slovníka (Geologický terminologický slovník. Inžinierska geológia. 1992).

Súčasný stav a perspektívy inžinierskogeologického výskumu a prieskumu na Slovensku

Kým sa ešte v 80. rokoch na Slovensku zostavovali najmä mnohoúčelové mapy inžinierskogeologických pomerov a rajónovania, v súčasnosti na základe požiadaviek odberateľov vznikajú najmä špeciálne inžinierskogeologické mapy hodnotenia územia, resp. mapy valorizácie (Hrašna a Vlčko, 1994). Tie môžu mať formu máp vhodnosti územia, optimalizačných máp (zostavených na základe analýzy podľa viacerých kritérií) alebo prognóznych máp (vyjadrujúcich očakávané zmeny geologického prostredia v dôsledku zásahov človeka).

Najrozsiahlejším programom tohto typu bola príprava *máp vhodnosti územia na ukladanie odpadu.* Tie sa v súlade s koncepciou Slovenského geologického úradu, resp. MŽP SR pre celé územie Slovenska zostavili najskôr (1990 - 1991) v mierke 1:200 000 a potom (1992 - 1993) v mierke 1:50 000 (Hrašna, 1993) pre všetky okresy. Hlavným kritériom vhodnosti z geologického hľadiska v týchto mapách je stupeň ohrozenia podzemných vôd a nebezpečenstvo ohrozenia prostredia geodynamickými javmi. Okrem toho sa v nich berie ohľad na chránené územia rozličného druhu (vrátane ochranných pásiem ložísk nerastných surovín a zdrojov podzemných vôd), ako aj na iné javy ovplyvňujúce možnosť využitia územia na istý účel (inundačné územia vodných tokov, ochranné lesy a pod.).

Optimalizačné mapy sa zostavujú alebo na účely územného plánovania, aby sa časti skúmaného územia využívali čo najvhodnejšie (Matula, Hrašna a Vlčko, 1986) alebo aby sa na istý investičný zámer vybrala najvhodnejšia lokalita. V druhom prípade ide najmä o situovanie náročných, resp. z ekologického pohľadu rizikových stavieb (Hrašna a Szabo, 1994; Hrašna, 1995). Osobitným programom v rámci odpadového hospodárstva je výskum a vyhľadávanie vhodných geologických štruktúr na ukladanie nebezpečného a rádioaktívneho odpadu, ako aj výber lokalít na ukladanie odpadu veľkých sídelno-regionálnych aglomerácií.

Pri zostavovaní *prognóznych máp* zmien geologického prostredia v dôsledku zásahov človeka treba definovať a klasifikovať charakter a intenzitu zásahov človeka, ako aj povahu a intenzitu očakávaných zmien geologického prostredia a v nadväznosti na to aj ich očakávaný vplyv na technosféru a krajinné prostredie. Príklad takejto mapy publikoval Hrašna a Vlčko (1986).

Osobitným druhom sú *mapy geofaktorov životného prostredia.* V nich sa zobrazujú faktory geologického prostredia s podstatným významom pre využívanie a ochranu prostredia a hodnotenie trvale udržateľného rozvoja a života v regiónoch a vo veľkých urbanistických centrách. Medzi ne patria najmä geopotenciály, ako sú nerastné suroviny, podzemné vody, úrodná pôda a vhodné prostredie na ukladanie odpadu, a významné geobariéry, ako je nevhodná základová pôda, zosuny, podrúbané územia, územia s vysokou seizmickou intenzitou a pod. Doteraz sa zostavili takéto mapy šestich regiónov a mapy ostatných častí Slovenska sa pripravujú.

Ďalším významným programom, ktorého objednávateľom je sekcia geológie a prírodných zdrojov MŽP SR, je *Monitoring geofaktorov životného prostredia.* Plní ho GÚDŠ v spolupráci s katedrou inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK a ďalšie organizácie. Program zahŕňa sledovanie nasledujúcich javov: zosuny, zvetrávanie, erózia, podrúbané územia, presadanie spraše, povrchový odpad, stav podložia historických stavieb, antropogénne uloženiny, tektonická a seizmická aktivita územia.

V súlade s novým programom urbanizácie Slovenska a pripravovanou novelou zákona o územnom plánovaní pripravuje GÚDŠ v spolupráci s katedrou inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK návrh smerníc na komplexný geologický prieskum a metodiku zostavovania špeciálnych máp pre urbanistickú výstavbu.

Z iniciatívy MŽP SR sa realizuje aj úloha Výskum inžinierskogeologických príčin porušenia významných historických pamiatok na Slovensku. Výstupom bude návrh monitoringu podložia historických stavieb a ich statického zabezpečenia.

Slovenská inžinierska geológia sa významne zúčastňuje na ochrane geologického prostredia v súlade so zákonom NR SR č. 127/1994 Zb. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. Zákon špecifikuje všetky druhy zásahov do prostredia, pri ktorých treba uplatniť metódu EIA a rámcovo stanovuje aj postupnosť jej krokov. Aktuálnou úlohou je špecifikácia metód hodnotenia geologického prostredia z hľadiska možnosti narušenia jeho stability alebo znečistenia a kvantifikácia rozsahu možnej devastácie, nákladov na jej zamedzenie a návrh monitoringu očakávaných zmien.

Súčasný stav a perspektívy rozvoja v praktickej činnosti

V ostatných rokoch sa veľké špecializované podniky rozpadli na menšie akciové spoločnosti a popri nich vznikol aj rad súkromných konzultačných a prevádzkových firiem, ako aj filiálok zahraničných spoločností. Tým zaniklo aj priame riadenie zložkami ministerstiev, a tak sekcia geológie a prírodných zdrojov MŽP SR usmerňuje činnosť len prostredníctvom legislatívy a konzultačnej činnosti, ako aj štátnymi objednávkami, a to v zmysle zákona 263/93 Zb výlučne prostredníctvom konkurzov.

Prieskumné a konzultačné spoločnosti, výskumné centrá, ako aj podnikatelia sa stretávajú v tvrdej konkurencii pri konkurzoch na štátne, ako aj rozmanité investorské, súkromné a komunálne objednávky. Veľmi rýchlo sa vyrovnávajú aj s haváriami, ako to bolo napríklad pri ničivých zosunoch na železnici na Horehroní alebo v niektorých obciach v okolí Banskej Bystrice a Prievidze.

Na riešenie otázok odbornosti a etiky konkurenčnej súťaže, ktorá niekedy prerastá až do existenčného boja, sa vytvorila príslušná legislatíva. V systéme overovania odbornej spôsobilosti a udeľovania oprávnení prostredníctvom MŽP SR má svojich zástupcov aj Slovenská asociácia inžinierskych geológov, ktorá vznikla roku 1991 na ochranu odborných záujmov svojich členov. Táto profesijná organizácia vysiela svojho zástupcu ako pozorovateľa aj do Európskej federácie geológov, združujúcej profesijné asociácie geológov Európskeho spoločenstva, ktorá hodnotí spôsobilosť geológov členských krajín titulom Európsky geológ. Slovenská asociácia inžinierskych geológov je organizačne prepojená i na ďalšie geologické asociácie a je kolektívnym členom Slovenskej geologickej spoločnosti. Po niekoľkých rokoch činnosti možno konštatovať, že aj keď tento systém regulovania odbornej spôsobilosti a etiky podnikania má ešte veľa nedostatkov a v súčasnej situácii nedokáže uplatňovať pravidlá fair play v celej šírke, je schopný vývoja, ale vyžaduje to väčšiu aktivitu samých podnikateľov v profesijných organizáciách.

Príprava nových odborníkov

Konfrontácia s vyspelými krajinami ukazuje, že náš systém výchovy nových odborníkov má vysokú úroveň. Svedčí o tom konkurencieschopnosť našich absolventov aj vo vyspelých štátoch. Naši absolventi úspešne pôsobia na univerzitných a odborných pracoviskách v Kanade, Austrálii a v Južnej Afrike a výsledky ich práce majú dobrý ohlas. Pedagogickí a výskumní pracovníci našich výchovných inštitúcií úspešne účinkujú na univerzitách v Nemecku, Švajčiarsku, Kanade, Japonsku, Grécku, Rusku a v Nigérii. Úspešne zvládli organizáciu radu medzinárodných akcií, medzi ktoré patrí aj medzinárodná konferencia o zosunoch na Univerzite Komenského v septembri 1993, ako aj exkurzia k nej, ktorú usporiadala Slovenská technická univerzita v spolupráci s GÚDŠ a s ďalšími organizáciami.

Katedry inžinierskej geológie a hydrogeológie UK úspešne zvládli medzinárodný vzdelávací program ES TEMPUS. V rámci neho veľa našich univerzitných študentov a mladých vedeckých

spolupracovníkov absolvovalo niekoľkomesačné študijné pobyty na univerzitách v Dánsku, Holandsku, Portugalsku a v Španielsku. Ešte väčšiu účasť našich študentov prekazila jazyková nepripravenosť ďalších adeptov. Organickou zložkou programu TEMPUS boli mnohé sympózia a exkurzie za aktívnej účasti študentov. S potešením možno konštatovať, že sa už aj na zabezpečovanie exkurzií a terénnych kurzov začína využívať sponzorstvo.

Záver

Kým sa výskum inžinierskogeologických pomerov v minulosti sústreďoval najmä na bezprostredné okolie stavieb a dominantné bolo najmä úsilie o ich ekonomickú realizáciu a bezpečnú prevádzku, pre modernú inžiniersku geológiu je charakteristický širší regionálny pohľad a snaha situovať inžinierske zámery v geologickom a krajinnom prostredí optimálne, a to aj s ohľadom na ochranu životného prostredia. Dôraz sa pritom kladie na racionálne využívanie prostredia založené na komplexnom hodnotení potenciálov územia a vzájomných väzieb v systéme inžinierske dielo - geologické a krajinné prostredie.

Na splnenie uvedených úloh je nevyhnutné rozvíjať metódy hodnotenia celého systému aj jednotlivých zložiek inžinieskogeologických pomerov, ako aj metódy hodnotenia vplyvov technických zásahov do geologického prostredia. Preto treba zdokonaľovať typológiu horninových a územných jednotiek, ako aj metodiku tvorby špeciálnych máp na rozličné hospodárske využitie územia a vo väčšej miere sa orientovať na prípravu máp optimálneho využitia územia a prognóznych máp zmien geologického prostredia v dôsledku technických zásahov.

Stav geofyzikálneho výskumu a prieskumu Slovenska so zameraním na environmentálne otázky

VOJTECH GAJDOŠ[1], MIROSLAV BIELIK[2], ADRIÁN PANÁČEK[3] a JÁN ŠEFARA[1]

[1]Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[2]Geofyzikálny ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 26 Bratislava
[3]Geocomplex, a. s., Geologická 21, 822 07 Bratislava

Hodnotiť stav aplikovanej geofyziky na Slovensku, rovnako ako v iných geologických oblastiach, nemožno bez súčasného pohľadu na úroveň geofyziky vo svete. Jej stručná základná charakteristika je približne takáto:

Na prospekciu uhľovodíkov sú zhruba stále finančné prostriedky, ale ťažisko sa presúva na šelfy a plytšie moria. Výrazné zníženie rudného prieskumu spôsobilo výrazný presun záujmu (t. j. ľudského potenciálu, vývoja metód, aparatúr a interpretačných postupov) na úlohy v hydrogeológii, inžinierskej geológii a v environmentalistike. Bežne sa už používajú termíny, ako je inžinierska geofyzika a environmentálna geofyzika. Pozoruhodný je najmä vývoj metód a aparatúr, ktorého cieľom je poskytovať objednávateľovi detailný trojrozmerný obraz o vyšetrovanom horninovom prostredí. Na získanie takéhoto obrazu sa okrem seizmických meraní používa aj metóda odporových obrazov, nové elektromagnetické metódy, aparatúry, ako je georadar, plytké varianty metódy prechodných javov a ich kombinácia vo forme vrt - povrch. Pre veľkú rýchlosť získavania výsledkov (celé meranie a spracúvanie dát riadi počítač) sú tieto metódy dobre použiteľné aj na monitorovanie, a to aj rýchlych procesov (napr. šírenia znečistenia), kde možno z výsledkov zostaviť animovaný záznam (ako pri meteorologických družiciach). Rozsah aplikácie uvedených metód je veľký a aspoň na ilustráciu možno uviesť aspoň niektoré. V hydrogeológii je to najmä lokalizácia kolektora, presné vymedzovanie pásiem zvýšenej priepustnosti a spolu s meraním vo vrtoch a medzi vrtmi určovanie hydraulických parametrov.

V inžinierskej geológii sa kladie dôraz na získavanie presného priestorového obrazu štruktúry inžinierskogeologického prostredia, a to tak pri sledovaní stability svahov a zosuvov, ako aj pri vyšetrovaní a hodnotení základovej pôdy na pozemné aj podzemné stavby (tunely, dutiny a pod.).

V environmentálnej oblasti je ťažisko v oblasti ukladania odpadu, environmentálneho rizika a plánovania, vyhľadávania podzemných objektov a v mapovaní a sledovaní oblakov znečistenia, pričom sa vyvíjajú aj metódy na stanovovanie druhu a koncentrácie znečistenia.

Intenzitu, s akou sa geofyzici orientujú na spomenuté tri geologické oblasti, dokumentuje záujem o prvé stretnutie európskej sekcie Spoločnosti pre environmentálnu a inžiniersku geofyziku, ktoré bolo koncom septembra v Turíne. Tu sa bude počas troch dní prezentovalo 140 príspevkov, medzi nimi sú aj viaceré zo Slovenska.

Na otázku, ako sa spomenutý vývoj aplikovanej geofyziky prejavuje na Slovensku, treba v prvom rade povedať, že okrem rudného útlmu, ktorý s istým časovým posunom zasiahol aj našu geológiu, Slovensko súčasne prežíva aj hlbokú transformáciu hospodárstva a fakticky je medzi dvoma kvázistacionárnymi stavmi: minulý už neplatí a nový ešte nenastal. Mimoriadne to postihlo práve geofyziku. Prieskumné pracoviská v bývalom IGHP a GP SNV zanikli, bývalá Geofyzika, dnes Geocomplex, má ťažkosti a jeho budúcnosť v zabezpečovaní celého spektra doteraz používaných metód je neistá. V Nafte Gbely sa geofyzika zachovala a je stabilizovaná. Zatiaľ ako tak prežíva Geofyzikálny ústav SAV a katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky Prírodovedeckej fakulty UK. Časť geofyzikov, ktorí zo zanikajúcich pracovísk odišli, vytvorila súkromné firmy. Ale napriek všetkému aj v tomto ťažkom čase geofyzici dokazujú, že geofyzika práve v horšej ekonomickej situácii môže tradičné informačné zdroje vo veľkej miere nahradiť.

Tvrdenie, že slovenskí geofyzici aj v ostatnom období dokazujú životaschopnosť svojej vedy, možno podoprieť nasledujúcimi konštatáciami.

V oblasti regionálnej geológie a hlbinnej stavby sa skúmali kôrové štruktúry na seizmických rezoch včítane nového profilu G1 a jeho pokračovania na S, reinterpretoval sa profil 2T a 8HR, resp. spolu s ďalším geofyzikálnym modelovaním aj iné profily radu HR. Vytvorili sa modely, ktoré na základe gravimetrie, seizmiky a iných geofyzikálnych údajov riešia štruktúry kolízie karpatsko-panónskej a európskej platne. Interpretovali sa prvé rezy litosférou vrátane jej interakcie s astenosférou. V rozmedzí kôrových štruktúr sa venovala pozornosť variským štruktúram (obrátený metamorfný sled) a ich nadväznosti na štruktúry alpínskeho veku. Paleomagnetickými meraniami sa zistilo, že severná časť Panónskej panvy a celé Západné Karpaty v období pred 24 miliónmi rokov rotovali na Z cca o 50° a že sa rotácia blokov skončila zhruba pred 10 miliónmi rokov.

V prospekcii nerastných surovín napriek spomenutému útlmu niekoľko projektov pokračuje. Z nich treba spomenúť najmä prieskumné práce na Au a siderit, nerudné suroviny, ako je magnezit, alginit, grafit, a na kaustobiolity, ako je ropa a uhlie.

Hydrogeológia dosiahla rad zaujímavých výsledkov pri prieskume puklinových kolektorov, lokalizácii preferovaných pásiem pohybu podzemnej vody a pri mapovaní mocnosti kvartérnych a neogénnych kolektorov pitnej a úžitkovej vody.

Z oblasti inžinierskej geológie treba spomenúť hodnotenie zosuvov a stability svahov a posudzovanie základovej pôdy a skalných masívov vrátane merania napätia v banských dielach a upozorniť aj na hodnotenie seizmického rizika pri projektovaní konkrétnych, najmä väčších stavieb, ako aj využívanie georadaru a iných metód pri hodnotení stavu a štruktúry základovej pôdy, a to pri projektovaní, prevádzke, potenciálnej havárii alebo pri poruche stavby.

Najväčší rozvoj vo využívaní geofyzikálnych informácií sa zaznamenal pri plnení environmentálnych úloh. Túto problematiku možno rozdeliť do viacerých skupín. Prvou úlohou, ktorá sa často plnila aj v minulosti, je vyhľadávanie podzemných objektov (rozličná munícia a krasové dutiny, novšie aj rozmanité kontajnery s odpadom a kovové zariadenia). Druhou skupinou úloh, v súčasnosti azda najväčšou, sú skládky hlavne komunálneho, ale aj priemyselného a najnovšie aj rádioaktívneho odpadu. V tom sú najaktívnejšie malé geofyzikálne firmy. Ponúkajú komplexný prieskum od výberu miesta cez uloženie izolačnej fólie a kontrolu jej tesnosti až po monitorovanie prevádzky a kontrolu únikov pri prevádzke a po jej skončení. Niektoré firmy dosiahli v tejto oblasti aj medzinárodné uznanie. Do tretej skupiny úloh patrí sledovanie prítomnosti a rozsahu znečistenia pôdy a podzemnej vody a mapovanie oblastí radónového rizika. Aj tu sa výrazne angažujú malé geofyzikálne firmy. Do štvrtej skupiny úloh možno zaradiť rozličné špeciálne zisťovanie, napr. korózie podzemných zariadení, netesnosti prirodzených a umelých nádrží, produktovodov, tesniacich zariadení a pod.

Okrem plnenia uvedených čiastkových úloh sa geofyzici zúčastnili aj na riešení veľkých komplexných projektov, napr. DANREG a TIBREG. Samostatnú skupinu tvoria úlohy riešiace v spolupráci s geológiou a geochémiou stav abiotickej zložky životného prostredia mestských aglomerácií, najmä skončený projekt tzv. Veľkej Bratislavy, resp. realizovaný projekt mesta Košíc. Je dobré, že sa komplexné údaje o stave abiotickej zložky včítane rizikových údajov, ako je napr. radónové riziko, súčasné tektonické pohyby a seizmicita, stav povrchových a podzemných vôd atď., dostávajú do povedomia úradov životného prostredia a celého obyvateľstva.

Na to, aby sa geofyzika stala bežnou súčasťou vedného, ale aj hospodárskeho života, potrebuje - rovnako ako iné oblasti - dostatok finančných prostriedkov. Získať ich - podľa nášho náhľadu - možno inštitucionálne (od štátu) a od firiem. V prvom prípade ide o to, aby bola geofyzika rovnocenná s ostatnými geologickými odbormi, aby mala primerané personálne aj finančné vybavenie. Dotýka sa to geologickej služby, SAV a univerzít. V druhom prípade treba dúfať, že z jestvujúcich firiem zostane dosť takých, ktoré budú hospodársky natoľko silné, že si budú môcť obstarať nové, moderné aparatúry, a tak ponúknuť odberateľom vyčerpávajúce informácie o skúmanom horninovom prostredí a o procesoch, ktoré v ňom prebiehajú. Súhlasíme s náhľadmi mnohých zahraničných geofyzikov, že informačné ani hospodárske možnosti geofyziky ani zďaleka nie sú vyčerpané a že ak neprevládnu úplne iné záujmy, čaká túto geologickú disciplínu nádejná budúcnosť.

Environmentálnogeologické mapovanie mestských aglomerácií Bratislavy a Košíc

JOZEF HRICKO
Geocomplex, a. s., Geologická 21, 822 07 Bratislava

V posledných rokoch venuje Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky veľkú pozornosť environmentálnym projektom, ktorých cieľom je získať informácie o stave životného prostredia v najväčších mestských aglomeráciách Slovenska. Dôkazom je projekt Bratislava - životné prostredie, abiotická zložka (1990 - 1993), Košice - abiotická zložka životného prostredia (1994 - 1999) a plánovaný projekt Banská Bystrica - Zvolen. Bratislavský projekt financovalo MŽP SR, sekcia geológie a prírodných zdrojov a košický čiastočne financuje aj luxemburské ministerstvo životného prostredia.

Obsahom bratislavského projektu, ktorého koordinátorom bol Geocomplex, a. s., boli tieto aktivity: DPZ, účelové geologické mapovanie; získavanie údajov o litosfére geofyzikálnymi metódami; zisťovanie veľkosti rádioaktívneho znečistenia, radónového rizika, seizmického hazardu, geomagnetickej aktivity a elektromagnetického smogu; geochemické mapovanie (pôda, riečne sedimenty, pevné horniny, povrchové a podzemné vody, sneh, nízka atmosféra).

Výsledkom projektu sú účelové mapy, schémy rizikových geofaktorov a mapy maximálneho znečistenia v mierke 1:50 000. Mapy radónového rizika a maximálnej očakávanej intenzity zemetrasení sú zostavené aj v mierke 1:25 000. Vykonala sa aj hygienicko-toxicko-medicínska analýza niektorých dát (rádioaktívne znečistenie, Rn, vybrané toxické prvky).

Košický projekt sa začal plniť v druhej polovici 1994 a okrem spomenutých úloh sú v ňom ešte tieto subprojekty: aktualizácia a digitalizácia topopodkladov, letecké snímkovanie a tvorba ortofomáp, hydrogeologická mapa, inžinierskogeologická mapa, pôdna mapa, prirodzené prúdové polia a biofyzikálna mapa. V prvej etape sa začali tieto subprojekty: geofyzikálne údaje o litosfére, rádioaktívne znečistenie a radónové riziko, geochémia snehu, hydrogeochémia a mapa kvality prírodných vôd, hydrogeologická mapa, geologická mapa, geomagnetická aktivita a elektromagnetický smog.

Hlavné výsledky bratislavského projektu

Najdôležitejšie výsledky subprojektov úlohy Bratislava - životné prostredie, abiotická zložka sú zobrazené v sumárnych mapách, a to v korelačnej schéme rizikových geofaktorov a v mape maximálneho znečistenia. Obidve sú v mierke 1:50 000.

Z korelačnej schémy rizikových geofaktorov je zjavná mimoriadna tektonická predispozícia bratislavského regiónu. Neotektonické zlomy, detekované geologicko-geofyzikálnymi prácami, sú hlavne smeru JZ - SV, ale zistili sa aj zlomové systémy smeru S - J a SZ - V. V schéme je aj smer horizontálneho posunu pozdĺž mladých zlomových systémov so zvýraznením jeho pravdepodobnosti, ako aj priebeh zlomov a seizmicky aktívnych zlomových systémov.

Tektonická porušenosť bratislavského regiónu spôsobuje zvýšenie radónového a seizmického rizika a výstup niektorých prvkov v molekulárnej forme na povrch. Väčšina lokalít s vysokým radónovým rizikom a s maximálnou koncentráciou prírodného Pb a Zn v atmosférickom vzduchu (detekovanou atmogeochémiou) leží na neotektonických zlomoch a v miestach ich križovania.

Tektonické predispozície v podloží terciéru sa zistili v priestore Vlčie hrdlo - Malinovo - Hamuliakovo - Vlčie hrdlo.

Pri severnom okraji Chorvátskeho Grobu sa geofyzikou zistila pozitívna „kvetná štruktúra" ("flower structure"), ktorá pokračuje na SV a skúmané územie opúšťa.

Epicentrá registrovaných zemetrasení sú pri sz. okraji Mariánky, v Dúbravke, na SV od Rače a v severnej časti Petržalky.

V korelačnej schéme rizikových geofaktorov sú vyznačené aj miesta s maximálnym sumárnym dávkovým ekvivalentom žiarenia gama (nad 70,0 nSv/hod.) a s koncentráciou eU vyššou ako 3,0 ppm. Tieto maximálne hodnoty platné slovenské a medzinárodné limity neprekračujú.

Vysoké radónové riziko (vzorkovanie 0,80 m pod povrchom) sa zistilo najmä v priestore Devínska Nová Ves - sever Dúbravky--Záhorská Bystrica - Mariánka, Krasňany - Rača - Vajnory, na JZ od Chorvátskeho Grobu, na Z od línie Dunajská Lužná - Kalinkovo - Hamuliakovo a bodovo na niektorých ďalších miestach. V týchto lokalitách bude treba urobiť podrobnejší radónový prieskum.

Ako doplnkové údaje schéma zobrazuje hranice východov predterciérneho podložia Malých Karpát a teleso pochovaných neovulkanitov v oblasti Čunova, ktoré je zdrojom Rn, detekovaného v tomto priestore v pripovrchovej vrstve.

Súbor tematických máp bol podkladom mapy najväčšieho znečistenia bratislavského regiónu so stavom k 30. novembru 1992. Mapa zobrazuje distribúciu maximálneho obsahu toxických a ďalších prvkov v pôde a v riečnych sedimentoch, lokality s najznečistenejšími podzemnými vodami, s vysokým radónovým rizikom, s maximálnym seizmickým hazardom, s najväčšou intenzitou umelého magnetického poľa a úrovňou elektromagnetického smogu.

Vyčlenenie lokalít s maximálnym zisteným obsahom toxických prvkov, ťažkých kovov a ďalších polutantov sa opiera o limitné hodnoty platných noriem. Najväčšia koncentrácia sledovaných prvkov v pôde je na nasledujúcich lokalitách:

A) Spaľovňa TKO Vlčie hrdlo. Tu sa zistila nadlimitná hodnota koncentrácie radu prvkov v pôde, z veľkej časti antropogénneho pôvodu.

B) Južná časť Podunajských Biskupíc. Je charakteristická vysokým obsahom Ba, Hg, Zn a Pb v pôde, pravdepodobne antropogénneho pôvodu.

C) Sz. časť Nového Mesta. Tu je značná koncentrácia Pb, Zn, Sn, Cr, Hg a Cu, pravdepodobne prírodného pôvodu (prítomnosť neotektonického uzla).

D) Južný okraj Rače. Vysoká koncentrácia radu ťažkých kovov v pôde a v riečnych sedimentoch priestorovo koreluje s pozíciou neotektonického uzla, ale hlavným zdrojom znečistenia je chemický postrek viníc ležiacich na severnej strane. Táto anomálna oblasť je vo vysokom radónovom riziku.

E) Východný okraj Vajnor. V riečnych sedimentoch sa identifikoval extrémne vysoký obsah Cu, Zn, Mn, Cr a F. Lokalita leží na okraji vysokého radónového rizika.

F) Pridunajská časť Starého mesta. V priestorovo malej lokalite sa zistil vysoký obsah Pb, Zn, Se a F v pôde. Geochemická anomália je takmer konformná s križovaním mladých zlomov.

G) Sz. okraj Dúbravky. V pôde je vysoká koncentrácia V, Sn a TiO_2. Ide možno o úlet z podniku Technické sklo pri Devínskej Novej Vsi.

H) Lokalita 2,5 km na V od Devínskej Novej Vsi. Vysoký obsah Hg, Sb, B a Pb v riečnych sedimentoch tu zrejme súvisí s výrobou skla v blízkej sklárni. Obsah Hg (102 ppm), B (1,060 ppm) a Pb (1,718 ppm) je alarmujúci.

Zaujímavý je vysoký obsah As, Sr a W v riečnych sedimentoch na J od Ivánky pri Dunaji (banská činnosť, letecká doprava?). Vysoký obsah Co a Be, sprevádzaný vysokým radónovým rizikom, sa zistil v priestore Mariánky.

Uvedené miesta znečistenia pôdy, riečnych sedimentov a vody sú malého plošného rozsahu. Celkovo možno konštatovať, že povrchová vrstva prevažnej časti sledovanej oblasti je na obsah ťažkých kovov a ďalších toxických polutantov sterilná.

Maximálna intenzita Z-zložky vektora magnetického poľa, generovaného mestskou elektrickou dopravou, sa spozorovala v Starom Meste (nad 100,0 nT), kým zmeny geomagnetického poľa a intenzita zvyškového poľa sú najväčšie v Petržalke.

Maximálne hodnoty elektromagnetického smogu, ktorý pochádza z rádiovysielačov na televíznej veži Kamzík, sa zistili v oblasti Dúbravky, Železnej studienky, v sz. a severnej časti Starého Mesta.

Najznečistenejšia podzemná voda je v oblasti Devín - Devínska Nová Ves (maximálna hodnota celkovej mineralizácie a obsahu síranov) a v sv. časti Nového mesta (maximálny obsah chloridov a Mn).

Najväčšie seizmické ohrozenie možno očakávať v priestore križovania činných neotektonických systémov (neotektonické uzly) a v okolí centier bývalých zemetrasení. Časť neotektonických uzlov slúžila a slúži na výstup radónových emanácií. Tektonicky najporušenejšia je oblasť Devínska Ves - Mariánka, Krasňany - Rača - Vajnory a pridunajská zóna.

Všeobecne možno tvrdiť, že z hygienicko-zdravotného hľadiska najpriaznivejšími obývanými lokalitami tzv. Veľkej Bratislavy sú: Devín - Karlova Ves, východná časť Starého mesta - Ružinov, Petržalka, Jarovce - Čunovo a východná časť skúmanej oblasti.

Predbežné výsledky košického projektu

V košickom regióne sa skončila digitalizácia topografických podkladov v mierke 1:10 000 a letecké snímkovanie. Podklady sa zužitkujú pri tvorbe špeciálnych máp.

Podľa starších tiažových meraní vznikla predbežná mapa ÚBA a REZA, ako aj mapa hustotných rozhraní. Mapy sa použijú pri tvorbe geologicko-tektonických máp.

Geoelektrické práce vyvrcholili zostavením máp izolínií zdanlivých rezistivít pre AB = 100 a 300 m, ktoré odzrkadľujú litológiu kvartérno-neogénnych sedimentov.

Na základe starších geologicko-geofyzikálnych údajov sa urobila predbežná neotektonická mapa ako podklad konečnej neotektonickej mapy.

Prvá etapa geochemického výskumu snehu ukázala značné znečistenie centra Košíc a oblasti VSŽ Pb, Cs, Cd, As a Hg.

Pri radónovom prieskume v severnej časti košického regiónu sa zistilo stredné a nízke radónové riziko, ale vysoké riziko sa detekovalo iba na plošne malých lokalitách.

Výsledkom prvej etapy subprojektu Elektromagnetický smog je mapa veľkosti elektromagnetického žiarenia spôsobovaného rádiovysielačmi. Na rozdiel od Bratislavy sa v košickom regióne hodnoty prekračujúce platné limity nezistili. Maximálna hodnota ožiarenia dosiahla cca 80 %, čiže je 20 % pod normou.

Údaje zo satelitných snímok LANDSAT TM sa zachytili do máp teploty absolútne čierneho telesa, vlhkosti, tektoniky, biofyzikálnych a geologicko-termálnych indícií, množstva biomasy a kompozície emisií v mierke 1:25 000.

K životnému jubileu RNDr. Jána Gašparika, CSc.

V plnom zdraví a rodinnej pohode sa dožíva sedemdesiatky jeden z nestorov slovenskej geologickej obce RNDr. Ján Gašparik, CSc. Z jeho životopisných dát iba stručne opakujeme, že je rodákom z Tesárskych Mlynian, abiturientom banskobystrického gymnázia, absolventom Prírodovedeckej fakulty Komenského univerzity v Bratislave, že má akademický titul RNDr., vedeckú hodnosť kandidáta geologicko-mineralogických vied a že je nositeľom viacerých vyznamenaní.

O slovenskú geológiu sa jubilant najviac zaslúžil ako riaditeľ najvýznamnejšej geologickej vedeckej inštitúcie na Slovensku Geologického ústavu D. Štúra v Bratislave. Tento ústav viedol desať rokov a treba povedať, že to robil dobre. Boli to veľmi ťažké roky, ale na pôde ústavu bol, najmä jeho zásluhou, pokoj. Podarilo sa mu otupiť nenávistné a k perzekúcii jednotlivcov smerujúce hroty krutej "normalizácie" a presvedčiť vrchnosť, že schopným vedeckým pracovníkom netreba podkladať nohy a brániť im vo výskumnej činnosti, hoci viacerí nespĺňali kritériá temnej doby. Robil tak aj s vedomím, že mu to raz vrchnosť zráta. Tak sa aj stalo. Na základe udaní niektorých horlivcov či nedočkavcov mu hrozilo uvoľnenie z funkcie, čomu predišiel tak, že sa jej vzdal dobrovoľne. Pod jeho vedením sa v priaznivej mikroklíme ústavu vedeckej práci darilo. Odborné tímy ústavu pripravili rad náročných projektov a úspešne ich splnili. Nielen že sa zostavovali nové geologické mapy a riešili nové úlohy, ale tlačou vyšiel rad geologických máp regiónov Slovenska v mierke 1:50 000. Publikovali sa aj iné mapové diela, napr. hydrogeologické mapy v mierke 1:200 000 a niekoľko tematických máp. Aj ostatná edičná činnosť ústavu bola živá a bohatá. V edícii GÚDŠ vychádzali odborné časopisy publikujúce množstvo aktuálnych vedeckých štúdií. Vyšlo viac monografií o regiónoch Slovenska, ako aj vysvetlivky k už spomenutým geologickým mapám regiónov. J. Gašparik presadzoval a všemožne podporoval geotermálny výskum na Slovensku, usiloval sa o prehodnotenie energetických surovín a podporoval vedecký rast pracovníkov ústavu. Počas jeho desaťročného pôsobenia vo funkcii riaditeľa v pohnutých sedemdesiatych rokoch viacerí pracovníci ústavu získali vedecké hodnosti, čo by bez významnej podpory vedenia, a najmä riaditeľa ústavu nebolo prebehlo tak hladko, ba niektorí odborníci by isto nebolí mohli svoje vedecké dizertácie obhajovať.

Jubilant bol organizačne aktívny aj mimo Geologického ústavu D. Štúra. V Geologickom prieskume, kde pôsobil desať rokov, zastával viaceré vedúce funkcie. Pri zriaďovaní samostatného Slovenského geologického úradu pomáhal - po boku jeho prvého predsedu Ing. Jána Sláviku, DrSc. - túto inštitúciu stavať na nohy a budovať. Bol aktívnym členom Slovenskej geologickej spoločnosti. V rokoch 1963 - 1967 bol jej predsedom a roku 1965 organizoval jej 16. zjazd v Žiline.

Vedeckovýskumná práca jubilanta je zameraná na neogénne panvy a na ne sa viažuce suroviny. Pracoval na zostavovaní geologických máp Bánovskej kotliny, východoslovenskej panvy, štúrovského paleogénu a neogénu jv. časti podunajskej panvy, a najmä Turčianskej kotliny. Zúčastňoval sa na výskume litológie, stratigrafie a tektoniky Hornonitrianskej a Žiarskej kotliny a zostavil paleogeografické mapy neogénu Západných Karpát. Zapojil sa do práce v rámci širokého medzinárodného kolektívu riešiaceho projekt IGCP Neogén mediteránnej Tethys a Paratethys, ako aj do tvorby paleogeografických máp neogénu karpatsko-balkánskeho regiónu a v rámci projektu IUGS/RDP do širšie koncipovaného paleogeografického atlasu neogénu strednej a východnej Európy.

Využívame príležitosť významného životného jubilea RNDr. J. Gašparika, CSc., aby sme mu opäť v mene slovenskej geologickej obce vyjadrili úprimné poďakovanie za prácu, ktorú vo svojom doterajšom plodnom živote pre slovenskú geológiu urobil. Osobitná vďaka mu patrí za to, čo vykonal na poste riaditeľa Geologického ústavu D. Štúra. Želáme mu pevné zdravie, pohodu v súkromí a mnoho-mnoho rokov kontaktov s priateľmi a spolupracovníkmi na ich prospech i na prospech celej slovenskej geológie.

Doplnok k zoznamu publikovaných prác J. Gašparika (práce 1 - 40, pozri Mineralia Slovaca, 17, 1985, 478 - 479)

41. Gašparik, J., Vaškovská, E. & Vaškovský, I. 1984: Stratigraphy and paleogeographic history of the Podunajská panva (Danube Basin) in Czechoslovakia during Neogene and Quaternary. *27th Intern. Geol. Congress Moskva, 1, 357 - 358.*
42. Gašparik, J. 1985: In: Steininger, F., Seneš, J., Kleeman, K. & Rögl, F.: Neogene of the Mediterranean Tethys and Paratethys. Stratigraphic correlation tables and sediment distribution maps, area No 211, 214, H. *Peter Press, Strasshof, 370, 374.*
43. Gašparik, J. 1987: Vývoj pevných palív v litofaciálnych prostrediach terciéru Západných Karpát. *In: 1. celoštátna konferencia Uhoľné formácie Československa. Praha (Projekt IGCP/IUGS č. 166. Global Correlation of Coal - bearing Formations).*
44. Gašparik, J. & Halouzka, R. 1994: Geologická mapa Turčianskej kotliny 1:50 000. *GÚDŠ Bratislava.*
45. Gašparik, J. & Halouzka, R. 1995: Vysvetlivky ku geologickej mape Turčianskej kotliny. *GÚDŠ Bratislava, 1 - 196.*

Dionýz Vass

Spomienka na docenta RNDr. Milana Ciesarika, CSc.

Blížia sa sviatky pokoja a Nový rok, ale našu radosť kalí spomienka na odchod do večnosti jedného z nás - vedca, priateľa, spolupracovníka a univerzitného učiteľa docenta RNDr. Milana Ciesarika, CSc. 28. decembra 1995 uplynie rok od chvíle, keď dotĺklo jeho choré srdce a on bez rozlúčky navždy opustil pracovisko aj rodinný kozub.

Docent Milan Ciesarik sa narodil 6. februára 1935 na Považí v Štiavničke pri Bytči. Skúšku dospelosti vykonal roku 1953 na žilinskom gymnáziu. Roky vysokoškolských štúdií strávil v Brne na terajšej Masarykovej univerzite a roku 1958 ich štátnymi skúškami úspešne zavŕšil. Jeho prvou zastávkou v odbornej praxi bol Geologický prieskum. Nastúpil na pracovisku v Žiline a potom prešiel do Novej Bane. Pôsobil aj na vysunutom pracovisku v Slatinke pri Pôtri, odkiaľ ako mladý, vtedy ešte neskúsený, geológ viedol prieskum uhlia v strhársko-trenčskej prepadline. Zložitú problematiku úspešne zvládol a vyhľadávací prieskum ukončil. Jeho prospektorská práca pokračovala aj pri vyhľadávaní iných nerastných surovín. Hľadal ložiská žilného kremeňa v jz. časti veporika a pracoval pri otváraní ložísk limnokvarcitu v Kremnických vrchoch. Na sklonku roku 1964 skončil svoju prieskumnícku činnosť, nastúpil do služieb slovenského vysokého školstva a zostal mu verný až do smrti. Od 1. decembra 1964 pracoval ako odborný asistent na Lesníckej fakulte Vysokej školy lesníckej a drevárskej vo Zvolene (dnešná Technická univerzita Zvolen). Krátko po nástupe na vysokú školu začal externú vedeckú ašpirantúru, roku 1972 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu a získal hodnosť kandidáta vied v obore náuka o lesnom prostredí. Súčasne získal aj akademický titul doktora prírodných vied (RNDr.).

Prednášal geológiu na Lesníckej fakulte VŠLD, po zriadení Fakulty ekológie a environmentalistiky učil študentov tejto fakulty geológiu a geomorfológiu. O jeho dôkladnosti a cieľavedomosti v pedagogickej práci svedčí fakt, že pre budúcich lesníkov napísal viaceré vysokoškolské učebné texty. Bol autorom troch mutácií skrípt. Cvičenia z lesníckej geológie vyšli v dvoch reedíciách. Okrem toho napísal vysokoškolské učebné texty z geológie (1991), ktoré vyšli aj v druhom vydaní (1994) a v súčasnosti sú už rozpredané.

Okrem pedagogickej práce sa doc. RNDr. Milan Ciesarik, CSc., venoval aj vedeckému výskumu v oblasti mikropedológie a mikromorfológie pôdy. V mikromorfológii pôdy bol na Slovensku jediným odborníkom a bol známym a uznávaným aj v zahraničných odborných kruhoch. Je autorom šiestich pôvodných vedeckých prác a šiestich realizovaných inžinierskych diel. Odborné vedomosti si ustavične prehlboval a nadväzoval veľmi užitočné odborné zahraničné kontakty, najmä počas dlhodobého študijného pobytu vo Francúzsku (1968 - 1969) a v Belgicku (1978 - 1979). Roku 1971 bol na takomto pobyte aj v bývalom ZSSR. Popri svojom hlavnom vednom odbore sa venoval aj otázkam ílových minerálov. Bol aktívnym členom výboru Československej spoločnosti ílových minerálov.

Z mimoriadne plodnej pedagogickej a vedeckej práce vytrhla doc. RNDr. Milana Ciesarika, CSc., náhla smrť. Pri prvom výročí jeho nečakaného odchodu si nášho s úctou spomínajú spolupracovníci, generační druhovia, priatelia, mnohí bývalí študenti, ale aj celá slovenská geologická obec, ktorej bol príkladným členom a ku ktorej sa vždy s hrdosťou hlásil.

Dionýz Vass a Boris Beláček

Za RNDr. Magdalénou Markovou, CSc. (1.8.1926 - 9.11.1995)

Pripadla mi nesmierne smutná povinnosť vzdať posledný hold priateľke, posledné zbohom kolegyni, dlhoročnej pracovníčke jednej z najstarších vedeckých ustanovizní na Slovensku - Geologického ústavu Dionýza Štúra - RNDr. Magde Markovej, CSc.

Dr. Magdaléna Marková strávila v laboratóriách a pracovniach GÚDŠ celú svoju odbornú a vedeckú kariéru. Prvýraz prekročila prah ústavu na začiatku roku 1953 a definitívne ho - už ako ťažko chorá - opustila v júli 1982.

Geologický ústav mal v zosnulej nielen erudovanú vedeckú pracovníčku, ale využíval aj jej organizačné schopnosti, zveriac jej oddelenie a neskôr aj väčšiu organizačnú jednotku - laboratórny odbor.

Dr. M. Marková začala svoju odborno-vedeckú prax ako geologička mapovačka pri tvorbe geologickej mapy severného okraja Rimavskej kotliny (1). Potom sa začalo jej profesionálne vyzrievanie. Postupne sa sústreďovala na petrografiu sedimentárnych hornín. Prvé pokusy v tomto odbore urobila v Spišsko-gemerskom rudohorí, kde študovala petrografiu hornín rakoveckej skupiny (2, 3). Potom nasledovalo obdobie, keď sa venovala petrografii mladoterciérnych sedimentov, najprv v intravulkanickej pukanskej panve (4, 5), neskôr na Hornej Nitre (6) a odtiaľ sa opäť vrátila do juhoslovenských kotlín. Jej zásluhou dostali vysvetlivky k niektorým listom Generálnej geologickej mapy Československa ďalší rozmer - petrografickú charakteristiku neogénnych sedimentov.

Na južnom Slovensku urobila petrografickú a mineralogickú analýzu ťažkých frakcií sedimentov, ako aj analýzu hrubých klastík s poukazom na stavbu a vývoj znosových oblastí kotlín (7, 10, 17, 25). Zúčastnila sa aj na vekovej kalibrácii neovulkanitov vstupujúcich do kotlín (9, 13, 14, 15, 16, 17) a zvažovala niektoré aspekty tektoniky (12, 18), najmä s ohľadom na stavbu predterciérneho podložia kotlín (19). Mimoriadnu pozornosť si zaslúži jej štúdium sekvencie chemogénnych sedimentov v podloží Krupinskej planiny (21, 22). Popri ďalšom bádaní orientovanom na kotliny južného Slovenska (25, 30, 31, 33, 37) sa angažovala aj v geologickom výskume v podunajskej panve (8, 30, 31), v Turčianskej kotline (24) a Bánovskej kotline.

Ďalšou sférou výskumu, ktorej sa dr. M. Marková venovala, boli premeny vulkanických hornín. Charakterizovala argilitizáciu vulkanoklastík pri Levičiach (20) a výsledky v zovšeobecnenej forme neskôr predložila na 10. kongrese KBGA (23). Skúmala premeny solfatarovej formácie v Javorí (28, 29, 32, 34) a hydrotermálne premeny v centrálnej vulkanickej zóne Poľany (35, 36). Vďaka tomu, že sa pri výskume vedela sústrediť aj na zdanlivo okrajové detaily, opísala zo slovenského spodného miocénu lussatit, zriedkavú odrodu opálu (26, 27).

Zúčastňovala sa aj na medzinárodných vedeckých projektoch, najmä na výskume sedimentov čiernomorského šelfu a šelfov Karibiku.

Zosnulá vykonala krátkodobé študijné cesty do Maďarska, Poľska, Anglicka, Francúzska, Španielska, Nemecka a zúčastnila sa na sedimentologickom kongrese v Heidelbergu. Skúsenosti z ciest tvorivo zužitkovala pri riešení odbornej problematiky. Vedeckou erudíciou a výsledkami výskumnej práce sa zaradila medzi zakladateľov slovenskej petrografie usadených hornín. Jej pracovné úsilie našlo aj spoločenské ocenenie. Bola nositeľkou viacerých vyznamenaní a čestných uznaní, Pamätných medailí Dionýza Štúra a Plakety Dionýza Štúra.

O vedeckej zanietenosti dr. Magdalény Markovej svedčí i to, že ani pri dlhodobých pobytoch v zahraničí, kde nasledovala manžela, neprerušila vedeckú prácu. Nadviazala kontakt s viacerými vedeckými inštitúciami v bývalom ZSSR a v bývalej NDR. Osobitne plodná bola jej spolupráca s nemeckými odborníkmi pre petrografiu a sedimentológiu evaporitov, čo sa odrazilo v už spomenutých prácach vysvetľujúcich genézu evaporitov krupinského súvrstvia v podloží Krupinskej planiny.

Podlomené zdravie neumožnilo zosnulej ukončiť viaceré projekty a vedecké zámery. V rukopise je rozpracovaný výskum piešťanského liečivého bahna, aktuogeologický výskum na recentných šeľfoch, v manuskripte zostali výsledky štúdia sedimentov Bánovskej kotliny, ako aj viac nových prác o petrografii sedimentov Lučenskej a Rimavskej kotliny.

Naša priateľka a spolupracovníčka nám popri vedeckom odkaze zanechala i všeľudský odkaz, ktorý nabáda nevzdávať sa, bojovať do konca, milovať život, nezriekať sa ho, ani keď jasné nebo zakrýva mrákava nemilosrdného osudu, keď hasnú posledné lúče nádeje. Desaťročia zápasila so zákernou chorobou, usilovnou a vždy zmysluplnou prácou odťískala jej nástojčivú prítomnosť a bojovala s ňou do posledného dychu.

Nech je jej rodná slovenská zem ľahká!

Dionýz Vass

Zoznam publikovaných prác:

1. Marková, M. & Vaňová, M. 1954: Zpráva o geologickom mapovaní v okolí Chvalovej. *Geol. Práce, Zpr., 1, 86 - 88.*
2. Kamenický, L. & Marková, M. 1956: Predbežná zpráva o petrografickom výskume fylit-diabázovej série v gemeridách. *Geol. Práce, Zpr., 5, 120 - 130.*
3. Kamenický, L. & Marková, M. 1957: Petrografické štúdie fylit-diabázovej série gemerid. *Geol. Práce, Zoš., 45, 109 - 185.*
4. Mišík, M., Čičel, B. & Marková, M. 1958: Mineralogicko-petrografický rozbor a genéza pukanských flov. *Geol. Práce, Zoš., 49, 123 - 148.*
5. Mišík, M., Čičel, B. & Marková, M. 1959: Mineralogicko-petrografický rozbor a genéza flov pukaneckej lignitovej panvičky. *Acta Univ. Carol., Geol., 1 - 2, 101 - 109.*
6. Marková, M. 1959: Petrografia sedimentárnych hornín severného okraja Handlovskej uholnej panvy. *Geol. Práce, Zoš., 53, 131 - 144.*
7. Marková, M. 1959: Výskyt valúnov jury v terciérnych zlepencoch na juhozápadnom okraji Juhoslovenského krasu. *Geol. Práce, Zoš., 55, 267 - 278.*
8. Marková, M. 1963: Litológia vulkanogénno-sedimentárnych hornín z okolia Štúrova. *Geol. Práce, Zpr., 30, 217 - 232.*
9. Marková, M. 1964: Tufitické sedimenty v šlíre Karpatu na južnom Slovensku. *Zpr. Geol. Výsk. v Roku 1963, Časť 2, Slovensko, Bratislava, 135 - 136.*
10. Marková, M. 1965: Zlepence a štrky v juhozápadnej časti Ipeľskej kotliny. *Zpr. Geol. Výsk. v Roku 1964, Časť 2, Slovensko, Bratislava, 99 - 100.*
11. Marková, M. 1965: Príspevok k štúdiu riečnych štrkov. *Geol. Práce, Zpr., 35, 139 - 144.*
12. Vass, D. & Marková, M. 1965: Unechte Falfenstructuren und deren Abbildung in der Entwicklung der Ablagerungen. *In: Carpatho-Balkan Geological Association, VII Congress Sofia, September 1965, Reports, diel 1, Sofia, 371 - 374.*
13. Marková, M. & Vass, D. 1966: Poznámky k spodnej hranici tortónu na južnom Slovensku a v severnom Maďarsku. *Geol. Práce, Zpr., 40, 65 - 70.*
14. Vass, D. & Marková, M. 1966: Megjegyzések a Dél-Szlovákiai és Eszak-Magyarországi tortonai képződmények alsó határának megvonásához. *Földt. Közl., 96/4, 414 - 420.*
15. Lehotayová, H., Marková, M. & Vass, D. 1967: Zur Altersbestimmung des Vulkanismus in der Südslowakei (Vek vulkanizmu na južnom Slovensku). *Spisy přírodověd. Fak. Univ. J. E. Purkyně (Brno), 4, sér. G 10, 482, 154 - 155.*
16. Marková, M. & Vass, D. 1967: Zur unteren Grenze des Torton s. l. in der Südslowakei. *Spisy přírodověd. Fak. Univ. J. E. Purkyně (Brno), sér. G, 30/4, 482.*
17. Marková, M. 1967: Litológia neogénnych sedimentov južného Slovenska. *Sbor. geol. Vied, Západ. Karpaty, 8, 79 - 168.*
18. Marková, M., Konečný, V., Vass, D. & Lehotayová, H. 1968: Relations between tectonic mobility of sedimentary basins and subsequent volcanism. *Geol. Práce, Zpr., 44 - 45.*
19. Vass, D., Marková, M. & Fusán, O. 1968: Dependence of the development of Tertiary basins in the inner side of the West-Carpathian arch upon the structure of the substratum. *Geol. Práce, Zpr., 44 - 45, 137 - 147.*
20. Marková, M. 1970: Mineralógia a petrografia argilitizovaných pyroklastík z okolia Levíc. *Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty, 13, 57 - 87.*
21. Marková, M. & Meier, R. 1972: Terciérne evapority v podloží neovulkanitov Krupinskej vrchoviny. *Geol. Práce, Spr., 58, 125 - 148.*
22. Marková, M., Planderová, E. & Polák, M. 1972: Oligocene Evaporites in Central West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 23, 263 - 280.*
23. Marková, M. 1973: K problemam argilizacii pyroklastik. *Proceedings of the Xth Congress CBGA, Sec. II. Sedimentology, 193 - 112.*
24. Marková, M. 1974: Mineralogicko-petrografické vyhodnotenie sedimentárneho súvrstvia neogénu vo vrte GHŠ-1 (Horná Štubňa). *Region. Geol. Západ. Karpát, 3, 49 - 67.*
25. Marková, M. 1976: Litológia a paleogeografia egeru v Ipeľskej kotline na základe vrtov, MV-2, MV-1, VV-1, VV-5. *Region. Geol. Západ. Karpát, 6, 72 - 78.*
26. Marková, M. 1977: Lussatit - opál CT v sideritových konkréciách spodného miocénu Západných Karpát. *Západ. Karpaty, Sér. Mineral., Petrogr. Geochém., Ložisk., 3, 197 - 210.*
27. Marková, M. 1978: K otázke genézy lussatitu. *Mineralia slov., 10, 1, 37 - 46.*
28. Marková, M. & Štohl, J. 1978: Niektoré poznatky o solfatárovej formácii v oblasti Kalinka - Vígľašská Huta (stredoslovenské neovulkanity). *Západ. Karpaty, Sér. Mineral., Petrogr., Geochém., Metalogen., 5, 109 - 144.*
29. Marková, M. 1980: Chabazit v solfatárovej formácii stredoslovenských neovulkanitov. *Geol. Práce, Spr., 74, 165 - 171.*
30. Marková, M. 1980: Litologická charakteristika miocénnych sedimentov vo vrte ŠV-8. In: D. Vass et al.: Štruktúrny vrt ŠV-8 (Dolné Semerovce, Ipeľská pahorkatina). *Region. Geol. Západ. Karpát 14, 71 - 86.*
31. Vass, D. & Marková, M. 1980: Charakter vulkanizmu, ktorého materiál je v neogénnej výplni semerovskej depresie. In: D. Vass et al.: Štruktúrny vrt ŠV-8 (Dolné Semerovce, Ipeľská pahorkatina). *Region. Geol. Západ. Karpát, 14, 42 - 43.*
32. Štohl, J. & Marková, M. 1981: Výskyty a geológia niektorých netradičných nerudných surovín (pyrofylit, diaspor, alunit, kyanity) v centrálnej zóne neovulkanického aparátu Javoria. *Netradiční nerudní suroviny. Český geol. Úřad, Praha, 210 - 217.*
33. Vass, D., Elečko, M. & Marková, M. 1983: Indície keramického ílu v Rimavskej kotline. *Mineralia slov., 15, 6, 531 - 550.*
34. Štohl, J., Marková, M. & Žáková, E. 1983: Silicifikácia a argilitizácia solfatárovej formácie. Vplyv geologického prostredia na zrudnenie. *GÚDŠ Bratislava, 169 - 175.*
35. Onačila, D., Marková, M. & Hojstričová, V. 1986: Hydrotermálne premeny a ich vzťah k chemickému zloženiu hornín vo vrte PO-1. Region. *Geol. Západ. Karpát, 21, 299 - 301.*
36. Onačila, D., Hojstričová, V. & Marková, M. 1988: Prejavy hydrotermálnej aktivity v centrálnej vulkanickej zóne Poľany a ich vzťah k metalogenéze. *Západ. Karpaty, Sér. Mineral., Petrograf., Geochém., Metalogen., 12, 177 - 228.*
37. Marková, M. 1988: Litologické zhodnotenie terciérnych sedimentov. *In: D. Vass & Bajaník, Š. et al.: Štruktúrny vrt FV-1 Bíňovce. Region. Geol. Západ. Karpát, 23, 37 - 50.*

O termíne sutina

V slovenských vedecko-náučných, ako aj v populárno-náučných textoch s geologickou problematikou treba niekedy pomenovať význam „zosuvné zvetrané úlomky hornín na svahu alebo pod ním", resp. „zosuvné zvetrané úlomky skál, hornín". Autori textov tohto druhu na takýto cieľ spravidla používajú dve slová, a to *suť* (podľa našich skúseností veľmi často, niektorí vždy) a **sutina** (redšie, resp. iba popri slove *suť*). Sám fakt, že sa rovnaký význam - dokonca z tej istej vednej oblasti - pomenúva odlišnými, hoci veľmi podobnými slovami s terminologickou platnosťou, je v rozpore s jedným zo základných kritérií, ktorým má termín vyhovovať, a to s presnosťou a jednoznačnosťou. Z praktického hľadiska bude azda užitočné už na tomto mieste signalizovať, že z dvojice slov *suť* a **sutina** treba z jazykového hľadiska ako nesprávnu, nekorektnú, a preto aj neprípustnú jednoznačne odmietnuť podobu *suť*.

Na otázku, prečo sa v slovenských náučných textoch spomenutých druhov - najmä v rukopisoch - častejšie zjavuje termín v neprijateľnej podobe *suť*, možno odpovedať tak ako v rade iných prípadov. Pôvodne azda išlo o neuvedomenie si rozdielov medzi dvoma príbuznými jazykmi, o nekritické preberanie stavu v spisovnej češtine a potom o viac-menej mechanické prenášanie nesprávnej podoby *suť* z textov iných autorov do vlastných prác bez overenia si správnosti či nesprávnosti tohto slova aspoň v jazykových slovenských slovníkoch. A tie sú na strane autorov, ktorí používajú slovo a zároveň geologický termín **sutina**.

V staršom Slovníku slovenského jazyka IV (Red. Š. Peciar. 1. vyd. Bratislava, VSAV 1964. 760 s.), ktorého slabšou stránkou je normatívnosť, ešte je samostatné heslo *suť* (ibid., s. 348). Vysvetľuje sa slovom **sutina** a v exemplifikáciách okrem citátov z krásnej literatúry (tie si tu nemusíme všímať, lebo v jazyku umeleckej literatúry požiadavky, o akých tu uvažujeme, neplatia) sú aj spojenia so slovom *suť* z oblasti, ktorá nás zaujíma (*svahová suť, žulová suť, vápencová suť*), ako aj s adjektívom *suťový (suťové kopy, suťové kužele)*. Ale tento slovník má aj heslo **sutina** (ibid., s. 349) a pri výklade jeho druhého významu sa v ňom explicitne uvádza, že ide o geologický termín, čo sa ilustruje spojením **vápencová sutina** a **svahová sutina**. Proti tomu, čo obsahuje heslo **sutina** v tomto slovníku, ani dnes nemožno nič namietať.

Rozdiel medzi stavom v spisovnej češtine, kde je slovo **suť** aj **sutina**, a v spisovnej slovenčine presne vystihuje Česko-slovenský slovník (Red. G. Horák. 1. vyd. Bratislava, VEDA, VSAV 1979. 792 s.). Kým proti českému slovu **suť** (ibid., s. 540) stavia slovenský neterminologický ekvivalent **skálie** a odborný termín (ten je stredobodom našej pozornosti) **sutina** (čes. **cihlová suť** - slov. **tehlová sutina**, čes. **stavební suť** - slov. **stavebná sutina**), ako aj **rumovisko**, proti českému adjektívu **suťový** v ňom stojí slovenský ekvivalent **sutinový** (čes. **suťový kužel** - slov. **sutinový kužeľ**). Proti českému slovu **sutina** stavia jednak slovenské slovo **sutina**, ako aj ekvivalenty **zrúcaniny** a **zborenisko** (čes. **sutiny domu** - slov. **zrúcaniny domu**, čes. **hromada sutin** - slov. **zborenisko**), ktoré nás v súvislosti s našou témou - rovnako ako slovo **rumovisko** - zaujímajú iba okrajovo.

Aj Krátky slovník slovenského jazyka (Red. J. Kačala. 1. vyd. Bratislava, VEDA, VSAV 1987. 592 s.) na s. 434 potvrdzuje, že geologický termín s významom „zosuvné zvetrané úlomky hornín na svahu alebo pod ním" má podobu **sutina**. Aj keď adjektívum **sutinový** v tomto slovníku nie, tvorí sa tak pravidelne, že o jeho správnosti nemožno ani trocha pochybovať.

Na záver zhŕňame a zdôrazňujeme, že v spisovnej slovenčine je správna podoba geologického termínu **sutina** (nie *suť*), a preto v odborných textoch slobodno používať iba spojenia typu **tehlová sutina** (nie *tehlová suť*), **svahová sutina** (nie *svahová suť*), **hlinito-kamenitá sutina** (nie *hlinito-kamenitá suť*) a pod. Zo všeobecne platnej zásady, že správny derivát možno utvoriť iba od správneho slova, vychodí, že korektná podoba adjektíva utvoreného od termínu **sutina** je **sutinový** (nie *suťový*). Z toho je zrejmé, že sa patrí hovoriť a písať **sutinový kužeľ** (nie *suťový kužeľ*), **sutinová pôda** (nie *suťová pôda*), **sutinový svah** (nie *suťový svah*) a pod.

Pavol Kušnír

M. CHOVAN, P. HANAS, M. KHUN, P. ANDRÁŠ a S. TRTÍKOVÁ: **Nové údaje o Au-Sb mineralizácii Malých Karpát** (Bratislava 5.3.1995)

Geologický prieskum, š. p., v ostatných rokoch razil v druhej produktívnej zóne malokarpatského metamorfovaného kryštalinika prieskumné banské dielo Trojárová. Overovali sa tu veľmi nádejné výsledky predchádzajúceho, najmä vrtného prieskumu a sprístupnila sa okrajová jv. časť rudnej zóny s prevahou Au-As mineralizácie a s podradným zastúpením Sb mineralizácie.

Najstaršia mineralizácia je vyvinutá v okolitých horninách - v amfibolitoch, aktinolitických a čiernych bridliciach - a predstavuje ju predovšetkým synsedimentárny pyrit a v menšej miere pyrotín a sfalerit.

Hydrotermálna mineralizácia sa viaže na polohy čiernych bridlíc a tvorí v nich karbonátové (s malým zastúpením kremeňa) polohy, šošovky a žilky, a tak vytvára typickú strataboundovú mineralizáciu.

Najstarším rudným minerálom v karbonátoch (ankerit, v menšom zastúpení kalcit) a v zriedkavejšom kremeni je Au arzenopyrit prerastajúci sa s Au pyritom. O niečo mladší je gudmundit a pyrotín. Mladšie karbonátové žilky vnikajú do arzenopyritových agregátov a obsahujú hlavne Sb sulfidy. Gudmundit a pyrotín sú staršie ako antimonit, berthierit a antimón. S touto mineralizáciou pravdepodobne súvisí aj vznik rekryštalizovaného idiomorfného arzenopyritu, tetraedritu, chalkopyritu a ullmannitu. Na puklinách hornín vzniká rekryštalizovaný antimonit. Rudnú mineralizáciu často sprevádzajú Ti-Fe oxidy, v okolitých horninách sa zistila sľuda, chlority a tremolit so zvýšeným obsahom V a Cr. Pyritizácia okolitých hornín je intenzívna. Aktinolitické bridlice v okolí polôh čiernych bridlíc so zrudnením sú intenzívne karbonatizované.

Au sa vyskytuje vo forme chemicky viazaného „neviditeľného" Au v arzenopyrite a v pyrite. Rtg. elektrónovou mikroanalýzou sa zistil veľmi vysoký obsah Au (10 - 6700 ppm) v bodových analýzach v arzenopyrite. Arzenopyrit má výrazne nižší obsah As a vyšší S. Všetky zlatonosné arzenopyrity sú zonálne, avšak vyčleniť typ zlatonosného arzenopyritu podľa morfológie alebo chemického zloženia zatiaľ nemožno. Zistené typy arzenopyritu a pyritu v karbonátoch čiernych bridlíc sú zlatonosné, ale pyrit v okolitých horninách mimo produktívnych čiernych bridlíc zlatonosný nie je. Rýdze Au vo forme zlatiniek sa nezistilo.

Metamorfované čierne bridlice s malým stupňom rekryštalizácie sa skladajú z jemnozrnného kremeňa, sericitu, organickej hmoty a biotitu. Vedľajšími minerálmi sú plagioklasy, chlority, karbonáty, amfiboly a akcesoricky je zastúpený apatit a rutil. Pyrit je najčastejšou impregnáciou rudných minerálov, kým arzenopyrit je zriedkavejší. Trend faktorov obohatenia metalických prvkov v čiernych bridliciach z lokality Trojárová je podobný ako v iných produktívnych zónach v oblasti Pezinka.

Podľa výsledkov spektrálnych analýz vzoriek čiernych bridlíc má Au významnú koreláciu s minerálnym uhlíkom s As a tiež s Sb. Tým sa potvrdzuje zlatonosnosť arzenopyritu viažuceho sa na polohy karbonátov v čiernych bridliciach a na žilky karbonátov v hydrotermálne premenených aktinolitických bridliciach. Potvrdilo sa aj to, že impregnácie As a Sb mineralizácie, ako aj Au v čiernych bridliciach nie sú významné a vykazujú negatívnu koreláciu s C_{org}. Zastúpenie Au, As a Sb, ako aj minerálneho C_{anorg} celkovo rastie smerom na SZ.

Plán odborných akcií Slovenskej geologickej spoločnosti na I. polrok 1996

V I. polroku 1996 usporiadajú pobočky Slovenskej geologickej spoločnosti a odborné skupiny pri Ústrednom výbore SGS tieto akcie:

Banskobystrická pobočka (predseda RNDr. M. Háber, CSc.)

16.5.1996
Seminár Problematika riešenia úloh znečistenia životného prostredia a vyhľadávanie zdrojov podzemných vôd. Zabezpečuje M. Galisová. Miesto: Zasadačka Geologického ústavu SAV, Severná 5 (8. poschodie), Banská Bystrica.
13.6.1996
Seminár Výskum sedimentárnych formácií z hľadiska podmienok vzniku (transportné mechanizmy, petrofaciálne a izotopové zloženie, vývoj pórových systémov, fluidného režimu, autigenézy a zretie organickej hmoty. Zabezpečuje J. Bebej. Miesto: Geologický ústav SAV, Severná 5, (zasadačka), Banská Bystrica.

Bratislavská pobočka (predseda doc. RNDr. P. Reichwalder, CSc.)

25.1.1996
Seminár Fórum mladých geológov. Zabezpečuje P. Reichwalder. Miesto: PriF UK, Mlynská dolina, Bratislava. Hodina a miestnosť budú upresnené dodatočne v pozvánke na január, resp. na plagáte.
1.2.1996
Seminár XV. kongres KBGA (Atény 1995) - medzník vo vývoji programu asociácie. Zabezpečuje J. Vozár v spolupráci s vedúcimi tématických skupín. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.
22.2.1996
Seminár Nové poznatky regionálneho geologického výskumu územia Slovenska. Zabezpečuje ved. reg. odboru. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.
7.3.1996
Prednáškové popoludnie: Nové výsledky geologického výskumu kvartéru Západných Karpát. Zabezpečuje R. Halouzka spolu s odbornou skupinou inžinierskej geológie. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.
Apríl 1996 (predbežný termín 18.4.1996)
Terénny geologický seminár pre učiteľov geovedných predmetov. Zabezpečuje J. Jablonský. Presný termín a miesto stretnutia sa upresní dodatočne.

Košická pobočka (predseda prof. RNDr. F. Zábranský, CSc.)

Január 1996
M. Šindler: XXVI. medzinárodný hydrogeologický kongres, Edmonton Kanada, 1955.
Február 1996
M. Magyar, R. Rudinec a I. Čverčko: Nové ropnogeologické výsledky v severnej časti neogénu východoslovenskej nížiny (Trhovište).
Marec 1966
S. Karoli: Redeponované evapority permotriasu Karpát.
Upresnenie dátumu a hodiny konania akcií budú oznámené dodatočne. Odborné akcie sa uskutočnia na Katedre geológie fakulty BERG TÚ Košice, Park Komenského 15.

Spišskonovoveská pobočka (predseda Ing. M. Radvanec, CSc.)

Plán práce na I. polrok nedodali.

Žilinská pobočka (predseda RNDr. M. Demian)

Marec 1996
E. Jablonský: Poznatky zo služobnej cesty vo východnej Afrike.
Máj 1996
Terénna exkurzia: Svahové deformácie v oblasti Pienin a Ľubovnianskej vrchoviny. Zabezpečuje M. Demian. Záujemcovia o terénnu exkurziu sa môžu informovať u M. Demiana (č.t. 089/631-711, 631-713, resp. fax 089/322-20. Na akciu treba počítať s vložným na pokrytie časti nevyhnutných nákladov. Exkurzia sa uskutoční iba v prípade dostatočného počtu záujemcov. Predbežné prihlášky treba zaslať do 29.2.1996.

Geofyzikálna skupina (predseda doc. RNDr. J. Lanc, CSc.)

8.2.1996
Prednáškové popoludnie: Geofyzikálna interpretácia geologickej stavby niektorých pohorí (Tríbeč, Vepor).
11.4.1996
Prednáškové popoludnie: Netradičné využitie geofyzikálnych metód (vyhľadávanie munície, potrubí, Rn prieskum, meranie napäťových tlakov na zosuvoch).
Obidve akcie zabezpečuje J. Lanc. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.

Geochemicko-mineralogická skupina (predseda RNDr. Š. Méres)

15.2.1996
Seminár Ekologická havária na lokalite Šobov. Zabezpečuje V. Šucha. Miesto: PriF UK, katedra nerastných surovín, pavilón G, miestnosť č. 427.
2.3.1996
Prednáškové popoludnie:
J. Kráľ: FT z apatitov Kaukazu.
J. Kráľ: $^{87}Sr/^{86}Sr$ v schránkach mäkkýšov terciéru Západných Karpát.
M. Kohút: Stav granitového problému po HUTTON III. sympóziu - aplikácia na Západné Karpaty. Zabezpečuje M. Kohút. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.
2.5.1996
Prednáškové popoludnie: Názov, obsah a hodina konania popoludnia budú zverejnené v pozvánke na máj a na plagáte k akcii. Zabezpečuje Š. Méres. Miesto: GÚDŠ.

Hydrogeologická skupina (predseda RNDr. K. Dulovičová)

14.3.1996
Prednáškové popoludnie: Najnovšie výsledky úloh riešených na Katedre hydrogeológie PriF UK v Bratislave. Zabezpečuje M. Fendeková. Miesto: GÚDŠ, 13:30 hod.
6.6.1996
Prednáškové popoludnie: Poznatky z výskumných úloh autorov VÚVH Bratislava. Zabezpečuje K. Čavojová. Miesto: GÚDŠ, 13:30 hod.

Inžinierskogeologická skupina (predseda doc. RNDr. R. Holzer, CSc.)

Február 1996
I. Modlitba: Metódy výskumu hlbokomorských sedimentov. Zabezpečuje V. Jánová. Dátum a hodina prednášky budú upresnené v pozvánke na mesiac február a na plagáte. Miesto: GÚDŠ.
7.3.1996
Prednáškové popoludnie: R. Adamcová: Zaujímavosti geologickej stavby Švajčiarska. Zabezpečuje V. Jánová. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod. (spolu s novými výsledkami geologického výskumu kvartéru Západných Karpát).
18.4.1996
Seminár Skúsenosti zo zahraničných ciest medzinárodných projektov a programov (Adamcová, Modlitba, Holzer a Liščiak, Ondrášik). Zabezpečuje V. Jánová. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.

Ložisková skupina (predseda RNDr. M. Gargulák, CSc.)

29.2.1996
Prednáškové popoludnie: Zákonitosti vzniku rudných ložísk v styčnej zóne veporika a gemerika. Zabezpečuje M. Gargulák. Miesto: GÚDŠ, 13:30 hod.

Paleontologická skupina (predseda RNDr. J. Michalík, DrSc.)

28.3.1996
L. Ožvoldová: Poznatky vo výskume rádiolárií v bradlovom pásme Západných Karpát.
J. Aubrecht: Jursko-spodnokriedové mikrofácie bradlového pásma.
J. Michalík: Faciálny výskum spodnokriedových sekvencií bradlového pásma Západných Karpát.
K. Zágoršek: Nové eocénne cribriomorfné machovky zo Západných Karpát. Zabezpečuje D. Reháková. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.
22.4. - 26.4.1996
Kurz sekvenčnej stratigrafie.
H. Leereveld a P. Hoedemaeker: University of Utrecht, Natural History Museum Leiden. Zabezpečuje J. Michalík. Podrobnejšie informácie o kurze získate u zabezpečovateľa akcie (č.t. 3782012; v pozvánke na apríl, resp. na plagáte).
9.5.1996
Seminár Nové poznatky o vývoji asociácií planktonických organizmov vo vzťahu k spodnokriedovej paleoceanografii a paleoklimatológii (D. Reháková, J. Michalík, E. Halásová, L. Ožvoldová, D. Boorová, J. Soták). Zabezpečuje: D. Reháková. Miesto: GÚDŠ, 13:00 hod.

Skupina ropnej geológie (predseda RNDr. P. Ostrolucký, CSc.)

Máj 1996 (predbežný termín 30.5.1996)
Prednáškové popoludnie: Aktuálne problémy základného výskumu a prieskumu na ropu a zemný plyn na území Slovenska. Zabezpečuje: P. Ostrolucký. Miesto: GÚDŠ (upresnené informácie o akcii budú v pozvánke na máj a na plagáte).

Sedimentologická skupina (predseda RNDr. M. Kováč, CSc.)

21.7.1996
J. Michalík: Impaktová katastrófa na hranici kriedy a terciéru? - súhrn najnovších poznatkov.
I. Baráth a M. Havrila: Sedimentologicko-paleotektonická interpretácia hruboklastických fácií karpatského keupru fatrika. Zabezpečuje I. Baráth. Miesto: GÚDŠ, 13:30 hod.

Skupina štruktúrnej geológie (predseda RNDr. D. Plašienka, CSc.)

23. - 25.5.1996
Terénny seminár: Tektonické problémy južných zón Západných Karpát. Terénny seminár je plánovaný na základni GÚDŠ v Betliari (1 deň prednášky, 2 dni exkurzia - južné veporikum, gemerikum, meliatikum, silicikum). Zabezpečuje J. Hók a V. Bezák (č.t. 07/370511). Záujemcovia o terénny seminár informujte sa v dostatočnom časovom termíne u zabezpečovateľov akcie. Je treba počítať s vložným na pokrytie nevyhnutných nákladov. V prípade malého záujmu sa seminár neuskutoční.

Vulkanologická skupina (predseda RNDr. L. Šimon)

17.5. - 19.5.1996
Terénny seminár: Vulkanologické a sedimentologické aspekty epiklastík stredoslovenských neovulkanitov (Diskusia na vybraných lokalitách v oblasti Kováčovských kopcov, Štiavnických vrchov, Kremnických vrchov a Vtáčnika). Zabezpečujú: V. Konečný, J. Lexa, L. Šimon (č. t. 07/3705111, fax 371-940, Email Lexa guds. sanet. sk.). Predbežné prihlášky je treba zaslať do 29.2.1996. Akcia sa uskutoční iba v prípade dostatočného záujmu. Na akciu je treba počítať s vložným na úhradu nevyhnutných nákladov na dopravu a ubytovanie.

Zberatelia nerastov a skamenelín (predseda RNDr. R. Ďuďa, CSc.)

18.5.1996
Burza: IV. mineralogická burza. Zabezpečuje R. Ďuďa. Miesto: Námestie MMM 2, Košice - budova múzea, - 9:00 - 16:00 hod.

Významné životné jubileá členov Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 1996

Päťdesiatroční jubilanti

RNDr. Jozef Franzen	6.2.1946
RNDr. Jozef Határ, CSc.	11.8.1946
RNDr. Ján Horniš	15.9.1946
doc. RNDr. Martin Chovan, CSc.	4.11.1946
RNDr. Eduard Jablonský, CSc.	12.10.1946
RNDr. Veronika Kovalská	19.6.1946
RNDr. Eduard Lukáčik, CSc.	2.7.1946
doc. Ing. Mirko Matys, CSc.	30.4.1946
RNDr. Jozef Michalík, DrSc.	4.8.1946
RNDr. Jozef Michálek, CSc.	22.12.1946
RNDr. Milan Polák, CSc.	6.11.1946
RNDr. Bohumil Molák, CSc.	22.6.1946
RNDr. Ľubomír Pospíšil, CSc.	3.4.1946
RNDr. Milan Sýkora, CSc.	22.9.1946
RNDr. Viktória Szalaiová	1.5.1946
RNDr. Matej Škovránek, CSc.	11.2.1946
RNDr. Eva Žáková, CSc.	17.1.1946

Šesťdesiatroční jubilanti

RNDr. Zora Bondarenková	6.10.1936
RNDr. Rudolf Gabčo	2.4.1936
RNDr. Pavol Grecula, DrSc.	22.2.1936
Ing. Jozef Hudáček	8.11.1936
doc. RNDr. Pavol Hvožďara, CSc.	12.11.1936
Ing. Jiří Knésl	28.7.1936
RNDr. Eduard Köhler, CSc.	31.3.1936
RNDr. Ivan Križáni	22.9.1936
RNDr. Pavel Malík, CSc.	27.3.1936
RNDr. Zdeno Nejdl	24.11.1936
doc. RNDr. Rudolf Ondrášik, DrSc.	24.9.1936
RNDr. Tomáš Repka, CSc.	17.12.1936
Ing. Jozef Slavkovský, CSc.	15.9.1936
RNDr. Milan Šindler	13.2.1936
Ing. Ján Tabak	15.2.1936
prof. RNDr. František Zábranský, CSc.	2.10.1936

Šesťdesiatpäťroční jubilanti

RNDr. Vladimír Bartek	25.10.1931
doc. RNDr. Vavrinec Böhm, CSc.	1.8.1931
Ing. Pavol Bujalka, CSc.	7.5.1931
RNDr. Ing. Ján Burian, CSc.	23.2.1931
doc. RNDr. Vincent Ďurovič, CSc.	16.1.1931
RNDr. Jozef Forgáč, CSc.	17.12.1931
RNDr. Ondrej Franko, DrSc.	24.5.1931
RNDr. Otília Jendrejáková, CSc.	15.5.1931
Ing. Eugen Kullman, DrSc.	22.5.1931
RNDr. Ján Michel	30.11.1931
Emil Mikuláš	12.8.1931
RNDr. Ondrej Samuel, DrSc.	10.2.1931
RNDr. Laurenc Snopko, CSc.	1.5.1931
RNDr. Ivan Šarík	10.6.1931

Sedemdesiatroční jubilanti

Štefan Jendrál	1.6.1926
prof. Ing. Viliam Pašteka, DrSc.	30.10.1926

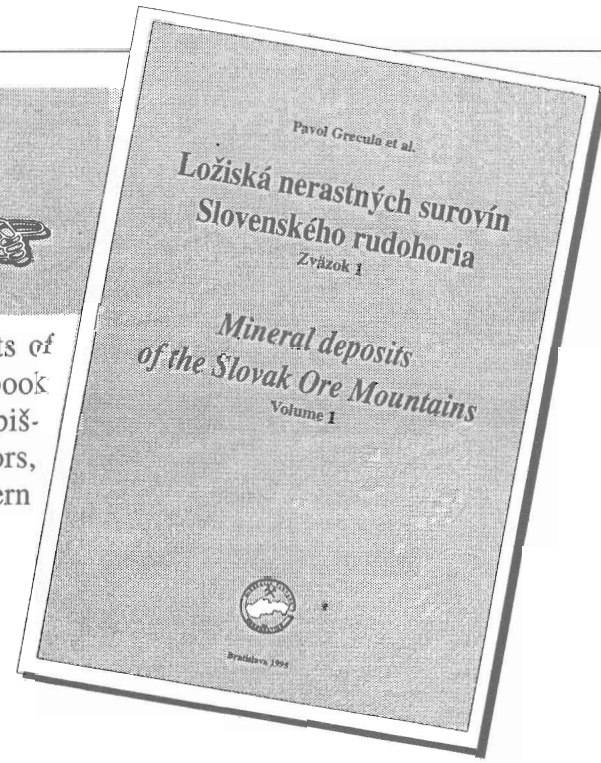
Sedemdesiatpäťroční jubilanti

RNDr. Vanda Andrusovová-Kollárová	12.10.1921

V mene celej geologickej verejnosti všetkým jubilantom srdečne blahoželáme a do ďalších rokov želáme veľa tvorivých síl a dobré zdravie.

doc. RNDr. Peter Reichwalder, CSc.
predseda SGS

NEW BOOK ☞ ☞ ☞ ☞



In September 1995 the monography Mineral deposits of the Slovak Ore Mountains, Vol. 1 appeared on the book market. First volume of the book focuses on the Spiš-Gemer Ore Mts., the second, written by other authors, will be dealing with the mineral deposits of the Western part of the Slovak Ore Mts.

Content of the book is indicated by its division into chapters:

GEOLOGY AND METALLOGENY
- ✔ Geology of the Gemeric Unit
- ✔ Metallogenetic evolution of Gemericum
- ✔ Main types of mineralization

ORE DEPOSITS
- ✔ Magmatogenic mineralization
  - Sn-W and rare element type mineralization
  - Molybdenum-wolfram type of mineralization
- ✔ Metamorphic-hydrothermal vein mineralization
  - Siderite-sulphidic type of mineralization
  - Antimonite type of vein mineralization
- ✔ Stratiform mineralization
  - Submarine exhalative-sedimentary deposits
  - Hydrothermal-metasomatic Fe and Mg carbonate deposits
- ✔ Weathering, placer and further types of mineralization

NON-METALLIC DEPOSITS
- ✔ Another types of mineralization
- ✔ Magmatic deposits
- ✔ Hydrothermal deposits of the non-metallic raw material
- ✔ Sedimentary deposits
- ✔ New and untraditional types of raw material
- ✔ Precious and decorative stones

The description of the deposits includes a brief geological-deposit outline of the area and historical data about exploitation and research. The description of veins, deposits and occurrences with the amount of mineral reserves follows.

Due to decline of the ore exploration and exploitation in the Spiš-Gemer Ore Mts., the monograph concludes the 50 years period of the intesive geological survey and exploitation of mineral deposits, although it was not primarily the aim of the authors. The book provides the complex overview of the mineral deposits of the Spiš-Gemer Ore Mts., from theoretical models of the evolution of deposits to the precise characterization of the deposit parameters. Geological maps, cross-sections, sketches and tables are very abundant.

The publication has 829 pages, A4 form, hardcover, 510 figures in the text, 35 tables, list of references, index of localities and the geographical index. The book is published in Slovak-English language version. The price is 42 USD.

Orders send to the address: **Mineralia Slovaca, P. O. Box 113, Werferova 1, 040 11 Košice, Slovakia**