38/4/2006
ISSN 0369 - 2086

Mineralia Slovaca



Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Mineralia Slovaca

Časopis pre regionálnu a environmentálnu geológiu
a aktivity Slovenskej geologickej spoločnosti a geologických asociácií

Vedúci redaktor – Chief editor
ZOLTÁN NÉMETH
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Regionálne centrum Košice
Jesenského 8, 040 01 Košice, Slovakia

REDAKČNÁ RADA – EDITORIAL BOARD

Predseda – Chairman
MICHAL KALIČIAK
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

VLADIMÍR BEZÁK, Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava
MIROSLAV BIELIK, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
JOZEF FRANZEN, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava
JOZEF DANIEL, Uranpres, s. r. o., Spišská Nová Ves
PETER HANAS, Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava
DUŠAN HOVORKA, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
PAVEL HVOŽĎARA, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
JURAJ JANOČKO, Fakulta BERG, TU Košice
IVAN KRAUS, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
JOZEF LANC, Senzor, spol. s r. o., Bratislava
FRANTIŠEK MARKO, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
JOZEF MICHALÍK, Geologický ústav SAV, Bratislava
ĽUBOMÍR PETRO, Štátny geologický ústav D. Štúra, Košice
MIROSLAV PERESZLÉNYI, Eurogeologic, a. s., Bratislava
MARTIN RADVANEC, Štátny geologický ústav D. Štúra, Sp. N. Ves
LADISLAV ŠIMON, Slovenská geologická spoločnosť, Bratislava
IGOR ROJKOVIČ, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
JÁN SOTÁK, Geologický ústav SAV, Banská Bystrica

REDAKCIA – EDITORIAL STAFF

Vedúca redakcie – Managing editor
Gabriela Šipošová

Jazykoví redaktori – Lingual editors
Pavol Kušnír – Zoltán Németh

Technická redaktorka – Production editor
Alena Wolfová

Redaktorka – Editorial assistent
Mária Dryjová

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) vychádza štyrikrát ročne. Vydavateľ: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava. Spracované systémom DTP Apple Macintosh. Tlač: ALFAPRINT, Vladimír Čižmárik, Robotnícka 1, 036 01 Martin
Predplatné v roku 2006 pre jednotlivcov 200,- Sk, pre členov Slovenskej geologickej spoločnosti 160,- Sk, pre organizácie 250,- Sk. Cena jednotlivého čísla je 50,- Sk, cena dvojčísla je 100,- Sk. Časopis možno objednať v redakcii a v knižnici regionálneho centra v Košiciach. Adresa redakcie: Štátny geologický ústav D. Štúra – RC Košice (Mineralia Slovaca), Jesenského 8, 040 01 Košice. Telefón: 055/625 00 46, fax: 055/625 00 44, E-mail: mineralia@gssr-ke.sk. E-mail knižnica: velgos@gssr-ke.sk

Mineralia Slovaca (ISSN 0369-2086) is published quarterly by the Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava. Text was written, edited and composed on a DTP system using Apple Macintosh computers.
Subscription for 2006 calendar year: 92 USD including postage. Claims for nonreceipt of any issue will be filled gratis. Order send to Štátny geologický ústav D. Štúra – RC Košice (Mineralia Slovaca), Jesenského 8, 040 01 Košice, Slovakia or SLOVART – G.T.G., Krupinská 4, P. O. Box 152, 852 99 Bratislava. Phone: ++421/55/625 00 46, fax: ++421/55/625 00 44, e-mail mineralia@gssr-ke.sk, e-mail to library: velgos@gssr-ke.sk.

© Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Križáni, I. & Andráš, P.
Ťažké kovy z depónií odpadu po ťažbe a úprave polymetalických rúd v prostredí neovulkanitov Štiavnických vrchov – procesy a produkty zvetrávania
Heavy metals from mining and recovery dump polymetallic waste ore material in surrounding of neovolcanites in the Štiavnické vrchy Mts. area (Central Slovakia): Processes and products of weathering 283

Bálintová, T., Ozdín, D. & Števko, M.
Chemické zloženie sulfosolí na lokalite Chyžné-Herichová
Chemical composition of sulphosalts from the occurrence Chyžné-Herichová ... 303

Salaj, J.
Microbiostratigraphy of the Upper Senonian to Paleogene flysch on the basis of agglutinated foraminifers in the Middle Váh valley, Slovakia
Mikrobiostratigrafia vrchnosenónsko-paleogénneho flyšu stredného Považia na základe aglutinovaných foraminifer, Slovensko ... 313

Chalupová, B.
Paleoekológia sarmatskej rybej fauny z Podunajskej panvy (Slovensko)
Paleoecology of the Sarmatian fish fauna in the Danube Basin (Slovakia) ... 321

Šucha, V., Madejová, J., Uhlík, P., Biroň, A. & Vozárová, A.
Amónne illity v Západných Karpatoch
Ammonium illite in the Western Carpathians ... 327

ERRÁTA
ERRATA ... 336

Stríček, I., Šucha, V., Uhlík, P. & Madejová, J.
Zvetrávanie smektitu na ložiskách bentonitu
Weathering of smectite on bentonite deposits ... 337

Hovorka, D.
Surovinové aspekty neolitickej/eneolitickej keramiky západného Slovenska
Raw material aspects of Neolithic/Eneolithic ceramics from the western Slovakia ... 343

OBÁLKA. Spojenie prírody a umenia. Areál Medzinárodného sochárskeho sympózia vo Vyšných Ružbachoch je v bývalom travertínovom kameňolome. Prvé skulptúry vytvoril Rudolf Uher, Miroslav Chlupáč a Andrej Rudavský už v roku 1964. V súčasnosti je v areáli a v jeho blízkom okolí 104 kamenných sôch od umelcov zo štrnástich krajín Foto D. Slivka

COVER: Interconnection of nature and art. The statues of the International Sculpture Symposium at the town Vyšné Ružbachy are located in the former travertine quarry. First sculptures were carved out by Rudolf Uher, Miroslav Chlupáč and Andrej Rudavský already in 1964. Recently the quarry area and its tight vicinity is decorated by 104 stony sculptures by artists from fourteen countries. Photo D. Slivka

Franko, O. & Grexová, S.
História bádania minerálnych vôd a travertínu v Bešeňovej
History of research of mineral water and travertine at Bešeňová 347

Vlčko, J., Vilímek, V., Klimeš, J. & Carreño, R.
Katastrofálny kamenitý prúd v blízkosti Machu Picchu (Peru)
Catastrophic debris flow in the vicinity of Machu Picchu (Peru) 355

Ružička, P.
Technológia ťažby a spracovania tuhárskeho mramoru
Technology of mining and processing of the Tuhár marble 361

GeoVestník

MINERALIA SLOVACA
Volume 38 – 2006
CONTENT

Bakos, F. & Chovan, M.: Hydrothermal Au-Sb mineralization of the Kriváň hill area (Tatry Mts.) 83
Bakos, F., Ferenc, Š. & Hraško, Ľ.: New occurrence of hydrothermal Au-Bi-Te mineralization in the vicinity of Krokava (Slovenské rudohorie Mts., Veporic tectonic unit) 241
Baláž, P. & Hanas, P.: Actual development of the gold world price and exploitation, the state of exploration and use of gold deposits in Slovakia 219
Bartalský, B., Finka, O., Stupák, J., Veľký, P. & Štepiga, J.: Reserves computation of Au-Ag ore from the Kremnica-Šturec deposit with the state to 31 May 2006 279
Bálintová, T., Ozdín, D., Fejdi, P., Števko, M., Gregor, M. & Stankovič, J.: Mineralogical study of phantom calcite from village Gemerská Ves, Slovakia 124
Bálintová, T., Ozdín, D. & Števko, M.: Chemical composition of sulphosalts from the occurrence Chyžné-Herichová 303
Bodiš, D.: Influence of the land use on soil contamination in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts 37
Čerňanský, A.: Finding of mastodon *Anancus arvernensis* CROIZET et JOBERT at the locality Biskupová in the Topoľčany district 61
Ďurove, J., Kondela, J. & Slavkovský, J.: World gold production and trends of its price at the beginning of the 3rd millenium 215
Ďurža, O., Dlapa, P. & Ďuriš, M.: Lead and magnetic susceptibility in alluvial soil of the Štiavnica brook 43
Ferenc, Š. & Bakos, F.: Au-Bi-Te mineralization in the Sinec shear zone, Kokava nad Rimavicou New type of mineralization in the Western Carpathians 223
Ferenc, Š., Bakos, F. & Vavrová, J.: Supergene Au-mineralization in Katarínska Huta (Slovak Ore Mts., Veporic Unit) 99
Fordinál, K., Zlinská, A. & Siráňová, Z.: Petrographical characterization and fauna of the Skalica Formation (Sarmatian) of western margin of the Malé Karpaty Mts. (Sološnica, Prievaly) 49
Franko, O.: History of research of mineral water and travertine at Bešeňová 347
Franzen, J.: Gold exploration in Slovakia funded by state budget during the previous seven years 197
Holec, P.: Remnants of the turtles genus *Trionyx* sp. from Miocene sediments on Devínska Kobyla hill near Bratislava 67
Holec, P.: Sharks (Chondrichthyes, Vertebrata) from Hajnáčka type locality 71
Hovorka, D.: Raw material aspects of Neolithic/Eneolithic ceramics from the western Slovakia 343
Hurai, V., Urban, M., Konečný, P., Thomas, R., Lexa, O., Schulmann, K. & Chovan, M.: Cretaceous age of quartz-stibnite veins near Čučma (Spišsko-gemerské rudohorie Mts.) 131
Huraiová, M. & Konečný, P.: U-Pb-Th dating and chemical composition of monazite from syenite and pincinite xenoliths from the Late Miocene maar near Pinciná village (the Lučenec Basin) 141
Chalupová, B.: Paleoecology of the Sarmatian fish fauna in the Danube Basin (Slovakia) 321
Chovan, M., Bakos, F. & Makovický, E.: The "mustard"-gold characteristic in the case of Kriváň locality (Tatry Mts.) with the state to 31 May 2006 280
Ivan, P. & Méres, Š.: Lithostratigraphic division and origin of the Early Paleozoic crystalline basement of the Malé Karpaty Mts. (central Western Carpathians) A new concept as followed from geochemical studies 165
Knésl, J. & Knéslová, A.: Perspectives of Au mineralization types in Slovakia 187
Knésl, J., Knéslová, A., Koděra, P., Lexa, J. & Michňová, J.: Results of exploration for gold at the locality Píla, the Rázdiel part of the Tribeč mountain range 202
Križáni, I. & Andráš, P.: Heavy metals from mining and recovery dump polymetallic waste ore material in surrounding of neovolcanites in the Štiavnické vrchy Mts. area (Central Slovakia) Processes and products of weathering 283
Lalinská, B. & Chovan, M.: Hydrothermal mineralization in Medzibrod deposit and Sopotnická dolina valley 261
Morávek, P.: Czech gold at the beginning of the 3rd millenium 193
Ozdín, D. & Rojkovič, I.: Magnetite mineralization in the Železník locality of the Považský Inovec Mts. 109
Ozdín, D. & Gregor, M.. Chlorargyrite, atacamite, brochantite and linarite from the Latenian artefacts from Bratislava, Slovakia 151
Pršek, J. & Mikuš, T.: Bi sulphosalts from the Ľubietová-Kolba occurrence 159
Putiš, M.: Lithostratigraphy and pre-Alpine geodynamic evolution of Early Paleozoic complex of the Malé Karpaty Mts. Review of the results vs. new subdivisions 181
Putiš, M., Sulák, M., Gawlick, H.-J. & Bojar, A.-V.: Infratatricum of the Považský Inovec Mts. (Western Carpathians). Geodynamic evolution of continental margin in the vicinity of the oceanic Penninicum 7
Rapant, S. & Krčmová, K.: Potential health risk from arsenic groundwater contamination in Slovak Republic 29
Ružička, P.: Technology of mining and processing of the Tuhár marble 361
Salaj, J.: Microbiostratigraphy of the Gosau development in the Klape Unit, Western Carpathian Paleoalpine accretionary belt 1
Salaj, J.: Microbiostratigraphy of the Upper Senonian to Paleogene flysch on the basis of agglutinated foraminifers in the Middle Váh valley, Slovakia 313
Stríček, I., Šucha, V., Uhlík, P. & Madejová, J.: Weathering of smectite on bentonite deposits 337
Šucha, V., Madejová, J., Uhlík, P., Biroň, A. & Vozárová, A.: Ammonium illite in the Western Carpathians 327
Tuček, Ľ. & Derco, J.: Dressing technology of gold-bearing ore in relation to their mineralogical properties 273
Vlčko, J., Vilímek, V., Klimeš, J. & Carreño, R.: Catastrophic debris flow in the vicinity of Machu Picchu (Peru) 355
Zachariáš, J.: New knowledge about the Au mineralization genesis in the Middle Bohemian area of the Bohemian Massif 279
Žecová, K., Siráňová, Z. & Filo, I.: To the question of so-called Polhora Development (Paleogene continental sediments of the Horný Hron river valley) 77
Žitňan, P. & Chovan, M.: Mineralogical characteristic of alluvial gold from the Zlatníky surroundings in Považský Inovec Mts. 253

MINERALIA SLOVACA
Ročník 38 – 2006
OBSAH

Bakos, F. & Chovan, M.: Hydrotermálna Au-Sb mineralizácia v oblasti Kriváňa (Tatry) 83
Bakos, F., Ferenc, Š. & Hraško, Ľ.: Nový výskyt hydrotermálnej Au-Bi-Te mineralizácie v oblasti Krokavy (Slovenské rudohorie, veporikum) 241
Baláž, P. & Hanas, P.: Aktuálny vývoj svetovej ceny a ťažby zlata, stav prieskumu a využívanie ložísk zlata na Slovensku 219
Bartalský, B., Finka, O., Stupák, J., Veľký, P. & Štepiga, J.: Výpočet zásoby Au-Ag rúd ložiska Kremnica-Šturec so stavom k 31 máju 2006 279
Bálintová, T., Ozdín, D., Fejdi, P., Števko, M., Gregor, M. & Stankovič, J.: Mineralogické štúdium fantómových kalcitov z Gemerskej Vsi 124
Bálintová, T., Ozdín, D. & Števko, M.: Chemické zloženie sulfosolí na lokalite Chyžné-Herichová 303
Bodiš, D.: Vplyv krajinných prvkov na kontamináciu pôdy v Spišsko-gemerskom rudohorí 37
Čerňanský, A.: Nález mastodonta *Anancus arvernensis* CROIZET et JOBERT na lokalite Biskupová v okrese Topoľčany 61
Ďurove, J., Kondela, J. & Slavkovský, J.: Svetová ťažba zlata a trendy jeho ceny na prahu tretieho tisícročia 215
Ďurža, O., Dlapa, P. & Ďuriš, M.: Olovo a magnetická susceptibilita v aluviálnych pôdach potoka Štiavnica 43
Ferenc, Š. & Bakos, F.: Au-Bi-Te mineralizácia v sineckej strižnej zóne (Kokava nad Rimavicou) – nový typ mineralizácie v Západných Karpatoch 223
Ferenc, Š., Bakos, F. & Vavrová, J.: Supergénna Au mineralizácia v Katarínskej Hute (Slovenské rudohorie, veporikum) 99
Fordinál, K., Zlinská, A. & Siráňová, Z.: Petrografická charakteristika a fauna skalického súvrstvia (sarmat) západného okraja Malých Karpát (Sološnica, Prievaly) 49
Franko, O.: História bádania minerálnych vôd a travertínu v Bešeňovej 347
Franzen, J.: Vyhľadávanie zlata na Slovensku v posledných siedmich rokoch z prostriedkov štátneho rozpočtu 197
Holec, P.: Zvyšky korytnačiek rodu *Trionyx* z miocénnych sedimentov Devínskej Kobyly pri Bratislave 67
Holec, P.: Žraloky (Chondrichthyes, Vertebrata) z Hajnáčky 71
Hovorka, D.: Surovinové aspekty neolitickej/eneolitickej keramiky západného Slovenska 343
Hurai, V., Urban, M., Konečný, P., Thomas, R., Lexa, O., Schulmann, K. & Chovan, M.: Kriedový vek kremenno-antimonitových žíl pri Čučme (Spišsko-gemerské rudohorie) 131
Huraiová, M. & Konečný, P.: U-Pb-Th datovanie a chemické zloženie monazitu v xenolitoch syenitu a pincinitu z vrchnomiocénneho maaru pri obci Pinciná (Lučenská kotlina) 141
Chalupová, B.: Paleoekológia sarmatskej rybej fauny z Podunajskej panvy (Slovensko) 321
Chovan, M., Bakos, F. & Makovický, E.: Problematika „horčicového" zlata na príklade lokality Kriváň (Tatry) so stavom k 31 máju 2006 280
Ivan, P. & Méres, Š.: Litostratigrafické členenie a pôvod staropaleozoickej časti kryštalinika Malých Karpát – nový pohľad na základe výsledkov geochemického výskumu 165
Knésl, J. & Knéslová, A.: Perspektívy typov Au mineralizácie na Slovensku 187
Knésl, J., Knéslová, A., Koděra, P., Lexa, J. & Michňová, J.: Výsledky vyhľadávania zlata na lokalite Píla, rázdielska časť Tribeča 202
Križáni, I. & Andráš, P.: Ťažké kovy z depónií odpadu po ťažbe a úprave polymetalických rúd v prostredí neovulkanitov Štiavnických vrchov – procesy a produkty zvetrávania 283
Lalinská, B. & Chovan, M.: Hydrotermálna mineralizácia na lokalite Medzibrod a Sopotnická dolina 261
Morávek, P.: České zlato na počátku 3. tisíciletí 193
Ozdín, D. & Rojkovič, I.: Magnetitová mineralizácia na lokalite Železník v Považskom Inovci 109
Ozdín, D. & Gregor, M.: Chlórargyrit, atacamit, brochantit a linarit z laténskych artefaktov z Bratislavy 151
Pršek, J. & Mikuš, T.: Bi sulfosoli z lokality Ľubietová-Kolba 159
Putiš, M.: Litostratigrafia a predalpínsky geodynamický vývoj staropaleozoických komplexov Malých Karpát – prehľad poznatkov vs. nové členenia 181
Putiš, M., Sulák, M., Gawlick, H.-J. & Bojar, A.-V.: Infratatrikum Považského Inovca (Západné Karpaty) – geodynamická evolúcia kontinentálneho svahu v susedstve oceánskeho penninika 7
Rapant, S. & Krčmová, K.: Potenciálne zdravotné riziko z As kontaminácie podzemných vôd Slovenskej republiky 29
Ružička, P.: Technológia ťažby a spracovania tuhárskeho mramoru 361
Salaj, J.: Mikrobiostratigrafia sedimentov gosauského vývoja v klapskej jednotke západokarpatskej paleoalpínskej akrečnej zóny 1
Salaj, J.: Mikrobiostratigrafia vrchnosenónsko-paleogénneho flyšu stredného Považia na základe aglutinovaných foraminifer, Slovensko 313
Stríček, I., Šucha, V., Uhlík, P. & Madejová, J.: Zvetrávanie smektitu na ložiskách bentonitu 337
Šucha, V., Madejová, J., Uhlík, P., Biroň, A. & Vozárová, A.: Amónne illity v Západných Karpatoch 327
Tuček, Ľ. & Derco, J.: Technológia úpravy hornín s obsahom zlata v závislosti od ich mineralogických vlastností 273
Vlčko, J., Vilímek, V., Klimeš, J. & Carreño, R.: Katastrofálny kamenitý prúd v blízkosti Machu Picchu (Peru) 355
Zachariáš, J.: Nové poznatky o genezi Au mineralizace ve středočeské oblasti Českého masívu 279
Žecová, K., Siráňová, Z. & Filo, I.: K otázke tzv. polhorského vývoja (kontinentálne sedimenty paleogénu Horehronského podolia) 77
Žitňan, P. & Chovan, M.: Mineralogická charakteristika aluviálneho zlata z okolia Zlatník v Považskom Inovci 253

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 283–302

Ťažké kovy z depónií odpadu po ťažbe a úprave polymetalických rúd v prostredí neovulkanitov Štiavnických vrchov – procesy a produkty zvetrávania

IVAN KRIŽÁNI[1] a PETER ANDRÁŠ[1,2]

[1]Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica
[2]Katedra ekológie a environmentálnej výchovy Univerzity Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica

Heavy metals from mining and recovery dump polymetallic waste ore material in surrounding of neovolcanites in the Štiavnické vrchy Mts. area (Central Slovakia): Processes and products of weathering

The article presents results of study of the mining and dressing wastes deposition in dumps of various age and of variable material and grain size composition. Weathering processes, role of the micro-organisms, mobility of heavy metals and toxic elements in oxidic and anoxic conditions are discussed. The contribution shows unique forms of secondary minerals, originated during the last 150 years under anoxic conditions of old dumps.

Key words: mining, dump, tailing impoundment, composition of waste material, bacteria, heavy metals, migration, secondary minerals

Úvod

Ložiská rúd Fe, drahých a farebných kovov v neogénnom stratovulkáne Štiavnických vrchov sa exploatujú približne 2500 rokov (Labuda, 1985; Ilavský, 1987). Sociálna a ekonomická činnosť súvisiaca s baníctvom zasiahla a kvalitatívne zmenila všetky zložky krajiny, otvorila horninový masív do hĺbky 900 m, odčerpala statickú zásobu podzemnej vody a tým usmernila aj jej cirkuláciu (Lukaj, 1974). Horninové prostredie sa prevzdušnilo. Synantropizovali sa aj štruktúrne prvky krajinného obrazu. Znížila sa lesnatosť, druhová skladba drevín (Tarábek, 1979) aj vodnatosť hydrosiete (Klír, 1958). V morfologicky členitom reliéfe vznikla mozaika sídelnoprodukčných centier prepojených líniovými prvkami infraštruktúry. Drobnokresbu reliéfu na území s rozlohou 150 km^2 spestrili líniové, bodové a plošné konkávne i konvexné morfoštruktúrne prvky (povrchové dobývky, prepadliny plytkopodpovrchových dobývok, krátery po šachtách, haldy banskej hlušiny a hutníckej trosky, pláne odkalísk – Mazúrek, 1987, líniové a bodové objekty vodohospodárskeho systému – Lichner, 1999). Dôsledkom dlhodobej baníckej a na ňu nadväzujúcej činnosti teda musí byť aktivácia a zrýchlenie zvetrávania primárnych minerálnych zložiek dezintegrovaného horninového prostredia v podzemí, ako aj v depóniách odpadových produktov na povrchu.

Prehľad doterajších prác

Nápadným prejavom vplyvu produktov akcelerácie zvetrávania bola dezertifikácia pôdy pozdĺž údolníc pod haldou šobovského lomu okolo roku 1988. Dokázalo sa (Mravíková-Kašeľová, 1990), že príčinou zániku vegetačného krytu je v tomto prípade otrava pôdy extrémne kyslou metalosulfátovou vodou, ktorej zdrojom je halda šobovského lomu i samotný lom (Holub et al., 1991).

Predstavu o ekologických problémoch Štiavnických vrchov zapríčinených dlhodobou exploatáciou drahokovovo-polymetalických rúd s námetom na ich riešenie interdisciplinárnym výskumom sformuloval Križáni et al. (1991). Na základe chemického, mineralogického a mikrobiologického štúdia (Križáni et al., 1994) sa šobovská halda definovala ako spontánny geobioreaktor. Potom sa vybrané haldy a odkaliská stali študijnými objektmi špecialistov viacerých prírodovedných odborov zo Slovenskej akadémie vied a z univerzít v Bratislave, Banskej Bystrici, Košiciach a v Banskej Štiavnici.

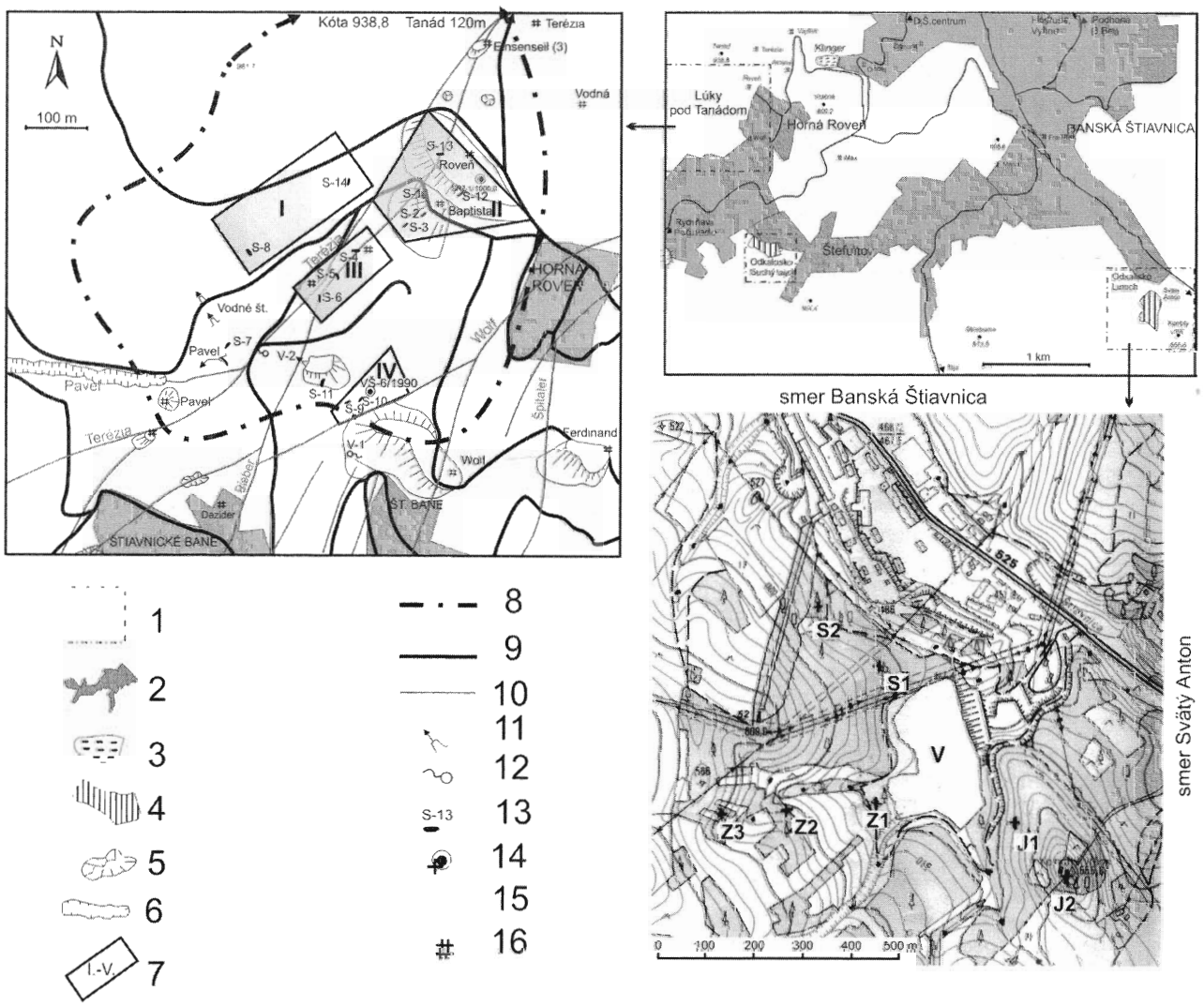
Objekty a metódy výskumu

V banskoštiavnickom rudnom revíre sa na základe historických údajov o ťažbe (Meer, 1883, Sombathy, 1993) aj terénneho pozorovania ako modelové územie (modelová lokalita) zvolilo mikropovodie severnej zbrojnice potoka Štiavnica medzi intravilánom Štiavnických Baní a vrcholom Tanádu (Lúky pod Tanádom – Horný Fuchsloch) ohraničené lokálnou rozvodnicou, v ktorom sa koncentrujú dobre odlíšiteľné zoskupenia morfoštruktúrnych prvkov reliéfu vytvorených baníckou činnosťou od 14. do 20. stor. Doplnkový výskum sa vykonal aj na väčších haldách v širšom okolí Banskej Štiavnice a okrem odkaliska Lintich aj na odkalisku Sedem žien a Suchý tajch. V modelovom

území sa vymedzili študijné polygóny, stanovištia, zahŕňajúce antropické morfoštruktúrne prvky reliéfu a okolitú pôdu. Ako referenčné stanovište slúži nezalesnená pôda bez stôp po baníckej činnosti. Mimo lokality Lúky pod Tanádom je iba jediné stanovište, a to odkalisko Lintich. Jednotlivé haldy, odkaliská, kumuláciu splavenín, pôdu, vodu, mŕtvu biomasu, vybrané druhy baktérií a sondy označujeme ako študijné objekty.

Na lokalite, minimálne zaťaženej nebaníckou činnosťou, sú zastúpené haldičky zo 14. až 17. a mladšie haldy zo 17. až 19. stor., ako aj najmladšia a najobjemnejšia halda z hĺbenia 900 m hlbokej šachty Roveň, ktorej sypanie sa skončilo roku 1992 (obr. 1). Pôdu na svahoch starších háld s východnou až južnou expozíciou kryje prevažne trvalý trávny porast využívaný ako jednokosná lúka.

Vo vybraných haldách troch vekových skupín aj v referenčnej, banícky nedotknutej pôde na južnom svahu Tanádu sa vyhĺbili kopané sondy na štúdium pôdotvorby, materiálového minerálneho i chemického zloženia technogénnych sedimentov (obr. 1). Banícky nenarušená pôda referenčnej plochy sa skúmala sondou S8 a S14 (stanovište I). Z ďalších dvanástich sond vyhĺbených v depóniách rozličného veku je v recentnej halde šachty Roveň sonda S12 a S13, v halde Babčo zo 17. až 19. stor. S1 až S3 (stanovište II), v haldičkách zo 14. až 17. stor. S4 až S6 (stanovište III), v depresii reliéfu pod sz. úpätím haldy Wolf S9 a S10 (stanovište IV), na jv. úpätí haldy nepomenovanej štôlne(?) alebo planírky pre zaniknutý povrchový objekt, pravdepodobne stupovej úpravne, S11 a v haldičke štôlne Pavel S7.



Obr. 1. Situačná schéma skúmaných lokalít, stanovíšť a objektov. 1 – skúmané lokality, 2 – intravilány, 3 – tajch Klinger, 4 – odkalisko, 5 – halda, 6 – povrchová dobývka, 7 – stanovište (skúmaná plocha lokality), 8 – ohraničenie mikrorozvodia, 9 – cesta, 10 – rudná žila, 11 – ústie štôlne, 12 – prameň, 13 – kopaná sonda, 14 – bod odberu prachu vyvievaného z odkaliska, 15 – štruktúrny vrt, 16 – ústie šachty.

Fig. 1. Scheme of investigated localities, sites and objects. 1 – investigated localities, 2 – village area, 3 – Klinger water reservoir, 4 – setting pit, 5 – dump, 6 – surface quarry, 7 – site (investigated area within locality), 8 – border of the microwatershed, 9 – road, 10 – ore vein, 11 – adit collar, 12 – spring, 13 – sonder, 14 – point of eolically transported dust sampling, 15 – structural borehole, 16 – shaft collar

Odkaliská sú najmladším typom depónií v štiavnickom rudnom poli a z čias prvých stúp (okolo 14. stor.) sa prakticky nezachovali. Je pravdepodobné, že sa odpadový rmut stával súčasťou sedimentov miestnej hydrosiete (ryžoviská na Štiavnici). Postupné sústreďovanie úpravy do združených stúp spôsobilo vyššiu produkciu odpadového rmutu a ten sedimentoval aj v niektorých vodných nádržiach (tajchoch). Jedným z príkladov tohto typu je evakuovaný tajch v lokalite Zlaté slnko a druhým kompletne zachovaný tajch Dolný vindšachtský – Suchý tajch. Po zavedení flotačného zušľachťovania ťaženej rudy začali vznikať vedome budované odkaliská, a to Rybník, Lintich, Sedem žien.

Ako reprezentačné sa zvolili odkaliská trojakého veku. Najstarší je Suchý tajch medzi Podsitnianskou a Štiavnickými Baňami-Piargom, stredného veku je Lintich na styku banskoštiavnického a svätoantonského chotára (obr. 1) a najmladšie odkalisko Sedem žien, situované medzi banskobelianskym a banskoštiavnickým chotárom.

Sedimenty odkaliska Suchý tajch sa skúmali pomocou strojného vrtu situovaného uprostred odkaliska, v Lintichu sa vykonala sondáž na profiloch ručným vrtákom do hĺbky 1,5 m a na odkalisku Sedem žien sa využili hlavne kvarty jadier z jadrových vrtov v hrádzi, penetračných sond na pláži a kopaných sond v lagúne. Vzorkový materiál poskytli Rudné bane Banská Bystrica. Na izoláciu, kultiváciu a testovanie účinkov baktérií sa odoberali osobitné vzorky vody, haldoviny a sedimentov odkalísk. Baktérie sa izolovali a kultivovali v laboratóriu minerálnych biotechnológií Ústavu geotechniky SAV v Košiciach.

Abiotické zložky sa skúmali litologicky, mineralogicky, sedimentologicky, chemicky a orientačne aj pedologicky. Po rozčlenení pôdnych profilov na genetické pôdne horizonty sa v horizontoch opísala farba, obsah skeletu, štruktúra a minerálne novotvary. Pri klasifikácii sa vychádzalo z morfologického klasifikačného systému pôd Hraška et al. (1991).

Chemické zloženie abiotických vzoriek sa zisťovalo klasickou silikátovou analýzou v laboratóriách Geologického ústavu SAV v Bratislave (analyzovala M. Letková). Obsah Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd a Bi sa stanovoval spektrometricky na atómovom absorpčnom spektrofotometri PU 9000 Unicam/Philips v plameni vzduch/acetylén a obsah C (Tc) na IR analyzátore C-mat 5000 v laboratóriu Geologického ústavu SAV v Banskej Bystrici (analyzovala E. Paulínyová a A. Svitáčová).

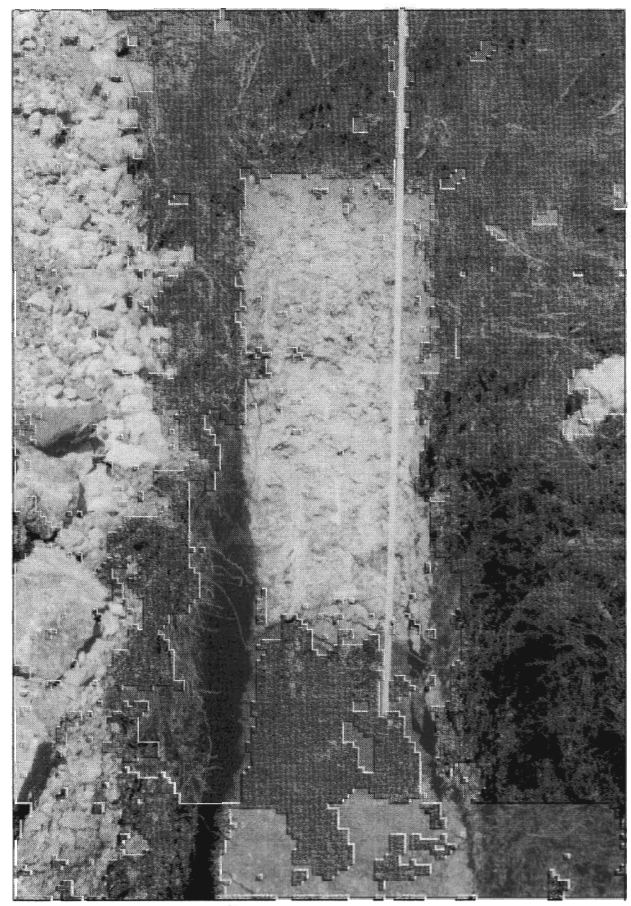
Výsledky výskumu

Na referenčnej ploche (stanovište I) je pôda vyvinutá priamo na mechanicky rozpadnutom pyroxenickom andezite tanádskeho komplexu. V recentnej halde šachty Roveň (stanovište II) je na povrchu hlavnou zložkou kremenno-dioritový porfýr pochádzajúci z najhlbších horizontov šachty Roveň (600–900 m). Prímesou je stavebný a komunálny odpad. Pláň haldy je zavezená vrstvou limnického sedimentu z bátovskej nádrže. Reprezentant mladšej skupiny starých háld Babčo (stanovište II) obsahuje pestrý horninový aj žilovinový materiál s dominantným

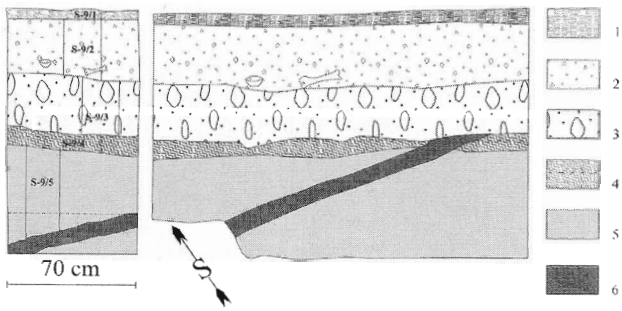


Obr. 2. Sonda S5 v halde s prevahou žilného drúzovitého kremeňa.
Fig. 2. Sounder S5 in dump composed predominantly of vein vug quartz.

zastúpením propylitizovaného andezitu so značným podielom úlomkov žilného kremeňa, ako aj zoxidovaných úlomkov rudnej výplne. Najstaršie haldičky (stanovište III) sa vyznačujú veľmi rozdielnym materiálovým zložením. V niektorých dominuje kryštalický žilný kremeň (sonda S5,



Obr. 3. Sonda S6 v halde zo zmesi žilného kremeňa a illitického ílu žltkastej farby. Na báze je odkrytých 20 cm pôvodného pôdneho horizontu (tmavšia zemina).
Fig. 3. Sounder S6 in dump composed of vein quartz and illitic clay of yellowish colour

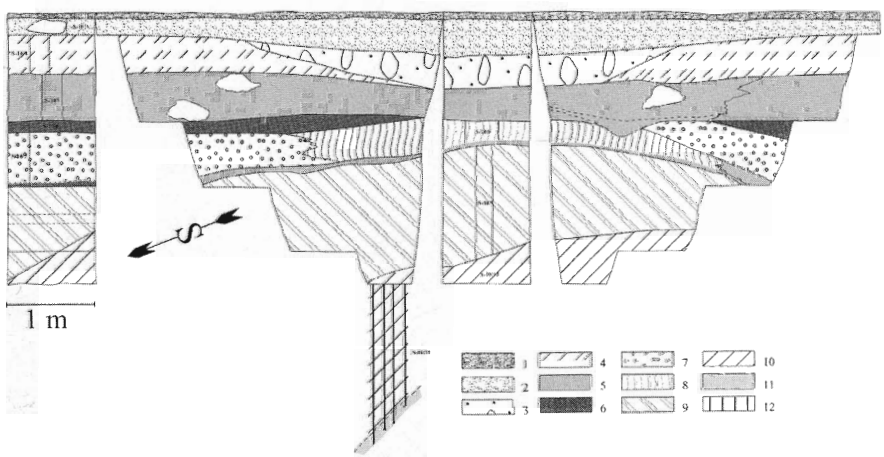


Obr. 4. Sonda S9 v stanovišti IV 1 – hnedosivá humusovitá pôda s rozptýlenými uhlíkmi, črepmi skla a keramiky, 2 – sivohnedá štrkovitá hlina s uhlíkmi, črepmi úžitkovej aj technickej keramiky a s úlomkami kostí skoncentrovanými najmä v spodnej časti vrstvy, 3 – žltohnedá hlina s ostrohrannými klastmi pyroxenického andezitu veľkými do 30 cm, črepmi úžitkovej keramiky a s úlomkami kostí, 4 – fosílny pôdny horizont s drobnými uhlíkmi, odvápnenými úlomkami kostí a s keramickými črepmi, 5 – argilitizovaný amfibolicko-biotitický andezit, 6 – pyroxenický andezit.

Fig. 4. Sounder S9 at locality IV 1 – brown-grey soil with dispersed carbon pieces, glass and ceramics splinters, 2 – carbon grains containing grey-brown gravelly clay with splinters of household and technic ceramics and with bone fragments mainly in the lower parts of the layer, 3 – yellow-brown clay with sharp clasts of pyroxene andesite of size up to 30 cm, splinters of household ceramics and with bone fragments, 4 – fossil soil horizon with fine-grained carbon pieces, decalcificated bone fragments and with ceramics splinters, 5 – argillitized amphibolite-biotite andesite, 6 – pyroxene andesite.

obr. 2), inde okoložilné argility (sonda S6, obr. 3). Najväčšia z najstarších háld (sonda S4) má najpestrejšie materiálové zloženie. V tenkých vrstvičkách sa striedajú úlomky propylitizovaného andezitu, draselných metasomatitov, žilného kryštalického kremeňa so sulfidickou mineralizáciou, vrstvičky popola s fragmentmi úžitkovej aj technickej keramiky a s úlomkami živočíšnych kostí. V bezodtokovej depresii pod úpätím haldy šachty Wolf (stanovište IV) je kultúrna vrstva hrubá 1 až 5 m a dali sa v nej rozlíšiť tri technogénne horizonty. Každý obsahoval úlomky technickej keramiky a drevené uhlíky, čo poukazuje na existenciu prinajmenšom historickej skúšobne kovov v tomto priestore (sonda S9, S10 a S11, obr. 4, 5 a 6).

V asociáciách ťažkých minerálov z piesčitej frakcie haldového materiálu premenlivo dominujú najrezistentnejšie akcesorické minerály hornín a rudné minerály – magnetit, ilmenit, zirkón, barit a pyrit. V najstarších haldách sú hojne zastúpené magnetické a nemagnetické sklovité mikrosferulky. Asociácie ťažkých minerálov dopĺňajú desiatky až stovky zlatiniek, desiatky zŕn rumelky, ojedinelé zrná sfaleritu, argentitu, tetraedritu, chalkopyritu a galenitu. Pozoruhodné je, že vedľa seba sú jedince chemicky navetraného pyritu a pyrotínu s tenkou kôrkou oxyhydroxidov, hlavne Fe, ako aj idiomorfných kryštálikov pyritu rozhlodané priestorovou sieťou kaverien bez reliktných produktov chemickej korózie (obr. 7a, b, d). Alotriomorfné štiepnymi



Obr. 5. Sonda S10 v stanovišti IV 1 – tmavý hnedosivý ílovitý husto prekorenený pôdny horizont s úlomkami skla a s drobnými kovovými predmetmi, 2 – škoricovohnedá hlina s úlomkami propylitizovaného andezitu obsahujúca kryštalický kremeň a zlomky technickej keramiky, 3 – andezitovo-kremenný štrk tmelený hnedou hlinou s vrstvou popoloviny na báze hrubou 5–10 cm, 4 – čierna vrstva dreveného uhlia s úlomkami žilného kremeňa, hutníckej trosky a pyritizovaného andezitu, 5 – biely až škoricovohnedý škvrnitý mastný íl s úlomkami prevažne žilného kremeňa a s ojedinelými balvanmi silicifikovaného andezitu, 6 – čiernohnedý popol zmiešaný s úlomkami silicifikovaného andezitu scementovaný „limonitom", 7 – čierny detrit dreveného uhlia, 8 – tmavohnedá štrkovitá hlina na báze s prímesou žltohnedého mastného ílu, 9 – sivohnedý štrk propylitizovaného až argilitizovaného pyroxenického andezitu so sporadickým výskytom uhlíkov, 10 – ako 9, ale tmavší a jemnozrnnejší, 11 – žltý mastný íl s úlomkami rozpadavého amfibolicko-biotitického amfibolitu (úlomky kostí a keramiky zaradil J. Labuda do 14. stor. – osobná informácia).

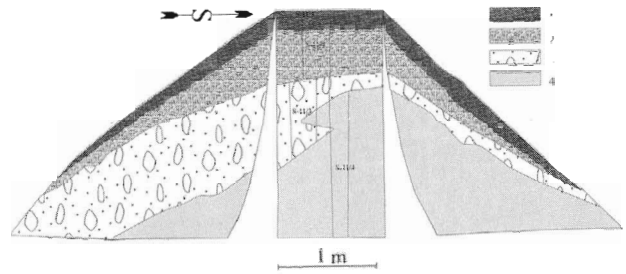
Fig. 5. Sounder S10 at locality IV 1 – dark brown-grey clayey horizon with close-grained root-system and with glass fragments as well as with little metallic objects, 2 – cinnamon-like brown clay with fragments of propylitized andesite, contain crystalline quartz and fragments of technic ceramics, 3 – andesite-quartz gravel cemented by rown clay with 5–10 cm thick layer of ash at the base, 4 – black layer of charcoal with fragments of vein quartz, metallurgical slag and pyritized andesite, 5 – white to cinnamon brown patchy clay with fragments predominantly of vein quartz and rare boulders of silicificated andesite, 6 – black-brown ash mixed with fragments of silicified andesite cemented by "limonite", 7 – black detrite of charcoal, 8 – dark brown gravelly clay, at the base with admixture of yellow-brown clay, 9 – grey-brown gravel of propylitized to argillitized pyroxene andesite with rare occurrence of carbon pieces, 10 – the same as 9 but darker and more fine-grained material, 11 – yellow rich clay with fragments of mouldy amphibolite-biotite amphibolite (bone and ceramic fragments were determined by J. Labuda as artifacts from 14. century – personal information).

plochami obmedzené zrná galenitu (obr. 7c) sú takmer vždy povlečené ceruzitovou kôrkou. Na ihličkovitých mikrokryštálikoch zirkónu sú časté vyleptané kaverny (pravdepodobne po živcoch), ktoré by mohli byť výsledným efektom účinkov produktov metabolizmu mikroorganizmov (obr. 7i, j). Krátkostĺpčekovité kryštáliky apatitu majú stopy silnej chemickej korózie spôsobujúcej ich rozpad na ihličkovitý agregát s paralelnou orientáciou ihličiek pozdĺž osi c (obr. 7k, l). Zlatinky sú väčšinou dokonale uvoľnené, často agregátne kryštalické a ich povrch je posiaty pravouhlými kavernami pravdepodobne po biochemickej oxidácii mikroinklúzií sulfidov (obr. 7e, f).

Zo silikátových analýz (tab. 1) vyplýva, že horizont A0 na pyroxenickom andezite aj na haldovine je voči pôdotvornému substrátu ochudobnený o SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 a K_2O, ale obohatený o FeO.

Priemerný obsah vybraných prvkov v pôdnych zložkách stanovíšť (tab. 2) ukazuje, že pôda a pôdotvorný substrát na stanovišti IV (sonda S9 a S10) je obohatený o Zn a Pb a ochudobnený o Cu a Cd. Obsah Fe v pôde a v sedimentoch je blízky obsahu v pôdnych zložkách referenčnej plochy na pyroxenickom andezite. Osobitne sa správa Mn, ktorého obsah je oveľa vyšší v pôde a pôdotvornom substráte mladších háld s prevahou propylitizovaných hornín. Obsah C v mŕtvej biomase a v pôdnom horizonte A0 stúpa od referenčnej plochy po najstaršie haldy, kým v pôdotvornom substráte je nízky a kolíše vo veľmi úzkom rozpätí.

Stredný obsah vybraných prvkov vo výluhu vzoriek pôdy z referenčného (I) a z haldového stanovišťa II až V (tab. 3) signalizuje značnú pohyblivosť prvkov už pri pôsobení demineralizovanej vody a v priemere až n. 100-násobne vyššiu pohyblivosť v 3M HCl. Tento jav svedčí o charaktere rozpustnosti a špeciácie sledovaných prvkov.



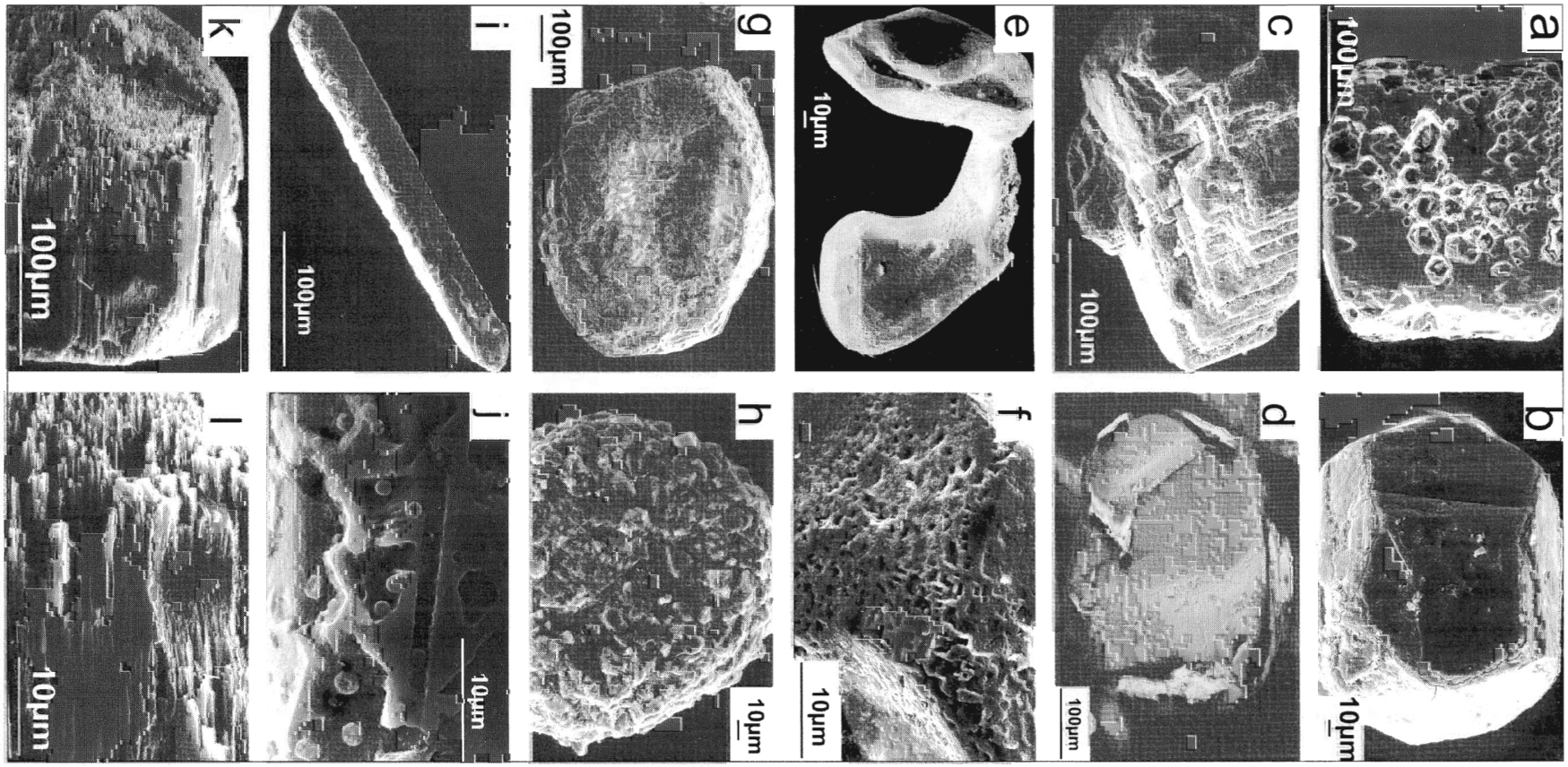
Obr. 6. Sonda S11 na Z od stanovišťa IV v zemnovej halde. 1 – tmavá sivohnedá humusovitá pôda s úlomkami žilného kremeňa, 2 – žltohnedá štrkovitá hlina s úlomkami silicifikovaného pyroxenického andezitu a žilného kremeňa, 3 – čierny hlinitý štrk stmelený Mn oxyhydroxidmi, 4 – žltohnedá štrkovitá hlina s ostrohrannými úlomkami pyroxenického a amfibolicko-biotitického andezitu.

Fig. 6. Sounder S11 in western direction from locality IV situated in soil dump. 1 – dark, grey-brown mouldy soil with fragments of vein quartz, 2 – yellow-brown gravelly clay with fragments of silicified pyroxene andesite and of gangue quartz, 3 – black, clay gravel cemented by Mn-oxyhydroxides, 4 – yellow-brown gravelly clay with sharp fragments of pyroxene and amphibole-biotite andesite.

Pôda, ktorá sa vyvinula na haldách (Danáková a Vlčková, 1996), má vo väčšej či menšej miere vyvinutý kambický horizont Bv a jej genetický vývoj smeruje ku kambizemi. Chemické zloženie pôdotvorného substrátu, horizontu A0 haldovej pôdy a mŕtvej biomasy je v tab. 1. Pôda v sonde S4 sa dá charakterizovať ako antrozem haldová ANm^b. Vytvorila sa na zmesnom substráte zloženom hlavne zo žilného kremeňa s prímesou hydrotermálne alterovaného andezitu a úlomkov sulfidických rúd. Na haldičke odkrytej sondou S5 (obr. 2), tvorenej drúzovitým žilným kremeňom, je pôda rovnakého typu ako v sonde S4. Typická haldová antrozem ANm^b s dobre vyvinutým

Tab. 1
Silikátové analýzy zosypových vzoriek pôdneho horizontu A0 (A0), pôdotvorného substrátu (PS), ílu (< 2 μm) a prachu (10–50 μm) z kopaných sond lokality Štiavnické Bane-Lúky pod Tanádom
Silicate analyses of compounded soil samples from A0 horizon (A0), soil forming substrate (PS), clay (< 2 μm) and dust (10–50 μm) from digged pits at Štiavnické Bane-Lúky pod Tanádom

Zložka % (hmot.) Component % (wt.)	Referenčná plocha I Reference area I		Haldy zo 14.–19. stor., stanovište II a III Dumps from 14.–19. centuries, locality II and III			
	A0	PS	A0	PS	< 2 μm	10–50 μm
SiO_2	49,37	55,04	62,86	66,70	47,51	62,93
TiO_2	0,84	0,91	0,12	0,20	0,10	0,52
Al_2O_3	14,71	16,51	13,15	13,99	28,92	21,35
Fe_2O_3	5,18	7,86	3,00	5,11	2,87	2,08
FeO	3,47	1,62	1,77	0,33	0,14	0,21
CaO	2,42	1,97	0,23	0,26	0,18	0,17
MgO	2,00	2,27	0,96	0,89	1,47	1,16
MnO	0,21	0,22	0,26	0,45	0,03	0,02
Na_2O	0,99	0,78	0,27	0,42	0,55	0,43
K_2O	1,53	2,27	3,58	4,47	8,31	5,52
P_2O_5	0,27	0,17	0,33	0,32	0,07	0,10
H_2O^+	15,81	8,21	11,61	5,26	6,70	4,16
H_2O^-	3,07	2,09	1,59	1,02	2,59	1,07
S total	0,15	0,06	0,26	0,56	0,57	0,28
Σ (%)	100,02	99,98	99,99	99,98	99,99	100,00



Obr. 7. Výber ťažkých minerálov z prachovito-piesčitých frakcií zásekových vzoriek zo sondy S2. S3 (stanovište II). S4 S5 a S6 (stanovište III) a - hexaeder pyritu s kavernami po bioxidácii, b – rombický dodekaéder limonitizovaného pyritu, c – ceruzitom povlečené zrno galenitu, d - hexaéder pyritu s odlupujucou sa kôrkou limonitu e - kryštalické zlato zo sondy S6. f - detail povrchu s kavernami po pravdepodobne bakteriálne deštruovaných sulfidoch, g – zrno akantitu, h - sférický agregát sekundarneho anatasu i - ihlicovity kryštál zirkónu j - kaverny na povrchu zirkonu s adherovanými mikroorganizmami, k – kryštál apatitu, l – detail ihličkovitého habitu chemicky korodovaného zrna apatitu

Fig. 7. Selected heavy minerals from dust-sand fractions from shearing samples from sounders S2. S3 (locality II) S4 S5 and S6 (locality III) a - pyrite hexahedron with biooxidation caverns. b – rhombic dodecahedral limonitized pyrite, c – cerussite covered galenite grain. d – pyrite hexahedron with scalling off limonite coating e - crystallic gold from S6 sounder f - detail of surface with dissolution patterns probably after bacterial weathering of sulphides, g – acantite grain. h - spherical aggregate of secondary anatose i - acicular zirkon crystal j - holes on zircon surface with adhered microorganisms, k – apatite crystal, l – detail of acicular and chemically degradated apatite grain

Tab. 2
Priemerný obsah vybraných prvkov v pôde stanovišťa I–V a v sedimentoch odkaliska Sedem žien
Average contents of selected elements in soil samples from localities I–V and in sediments of the Sedem žien setting pit

Pôdna zložka Soil componet	Stanovište Locality	mg·kg⁻¹ Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	hm. % wt. % TC
Mŕtva biomasa z horizontu A0 pôdy (x Mb) Dead bio-mass from A_0 soil horizon (x Mb)	I	18 600	765	2	88	25	0,5	21,90
	II	14 330	1252		409	673	2,0	25,52
	III	12 430	3782	450	675	132	5,3	28,25
Pôdny horizont A_0 (xA) Soil A_0 horizon (xA)	I	50 800	1275	30	87	137	7,0	14,80
	II	38 830	5198	140	493	281	3,0	17,80
	III	27 270	1279	273	490	933	5,7	15,92
	IV	37 500	3000	46	431	725	8,0	3,75
Pôdotvorný substrát (xP_s) Soil-forming substrate (xP_s)	I	53 000	1248	23	64	94	8,0	2,05
	II	34 830	4001	177	277	354	7,0	0,61
	III	36 490	1510	331	1038	553	7,4	2,09
	IV	46 250	3137	44	304	591	2,8	2,13
	V	31 500	462	462	3566	1664	38,4	
Priemerný obsah v pôde stanovišťa $\frac{xP = xMb + xA + xP_s}{n}$ Average metal content in the soil of the locality $\frac{xP = xMb + xA + xP_s}{n}$	I	40 800	1096	18	80	85	5,2	12,92
	II	29 330	3484	159	393	436	4,0	14,64
	III	25 397	2190	351	734	539	6,1	15,42
	IV	41 875	3069	45	368	658	5.4	2,45
	V	31 500	1930	462	3566	1664	38,4	
Odkalisko Sedem žien Sedem žien setting pit		42 170	6300	443	3570	994	18,0	

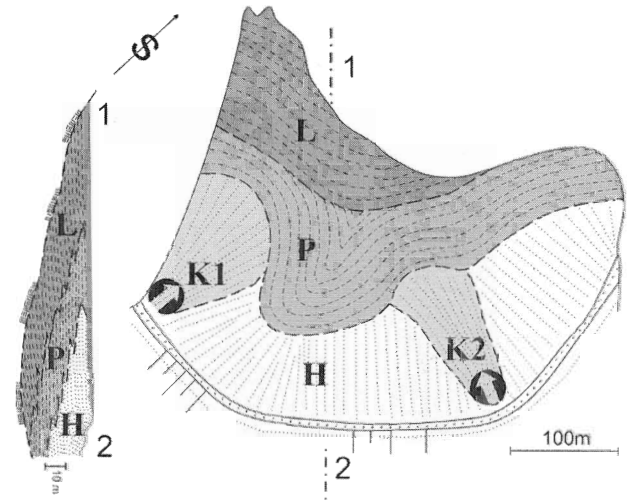
TC – celkový C
TC – total carbon

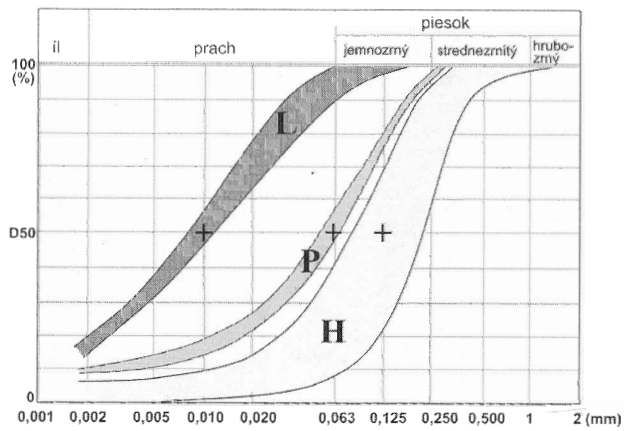
horizontom Bv, v ktorom sa tvorí a hnedne kambizem KMm s mačinovým silno prekoreneným horizontom A siahajúcim do hĺbky 6 cm, sa vytvorila aj v sonde S6 (obr. 3). Pôda pod touto vrstvou do hĺbky 8 cm je tmavohnedá, vlhká, drobnohrudkovitá a obsahuje 20 % skeletu. Horizont Bv siaha do hĺbky 24 cm, je svetlohnedý, vlhký, s nevýrazne polyedrickou štruktúrou a približne so štyridsaťpercentným obsahom skeletu. Prekorenenie je už v tomto horizonte slabé. Horizont C (pôdotvorný substrát – žltobiela až biela haldovina) je zo zmesi kremeňa a illitu.

Odkalisko Suchý tajch, Lintich a Sedem žien sa odlišujú vekom, technológiou naplavovania aj objemom

Tab. 3
Priemerný obsah vybraných prvkov vo výluhu vzoriek pôdy z referenčného (S-14) a z haldových (S-9 až S-13) stanovíšť lokality Lúky pod Tanádom demineralizovanou vodou (A) a 3M HCl (B) pri 20 °C
Average content of selected elements in soil samples from reference point (S-14) and dumps (S-9 – S-13) at Lúky pod Tanádom locality in leachings realized by demineralized water (A) and by 3M HCl (B) at 20 °C

Prvok Element	Sondy n výluh/Point n leaching (mg·l⁻¹) S-14 n = 2 A	B	S-12, S-13 n = 4 A	B	S-11 n = 5 A	B	S-9, S-10 n = 15 A	B
Fe	20,01	11 073	tr	5884	16	16 720	9	12 880
Mn	14,32	600	0,1	700	2	2830	5	4800
Cu	0,62	9	0,6	12	tr	56	1	39
Zn	0,05	35	0,1	92	2	183	1	11
Pb	0,05	38	0,4	200	0,6	379	1	228
Cd	tr	tr	tr	1	tr	2	tr	3





Obr. 8. Priestorová superpozícia fácií sedimentov hrádze (H), pláže (P), lagúny (L) a náplavových kužeľov priameho vtoku (K1 a K2) v odkalisku Sedem žien a ich obalové krivky zrnitosti.

Fig. 8. Spatial superposition of sedimentary facies of embankment (H), beach (P), lagoon (L) and of direct infusion accretion cones at the Sedem žien setting pit.

sedimentov. Suchý tajch je z druhej polovice 19 stor., odkalisko Lintich sa zapĺňalo v 60 a začiatkom 70. rokov 20. stor a Sedem žien od roku 1975 do roku 1994.

Do Dolnej vindšachtskej vodnej nádrže (Suchý tajch) vtekal odpadový rmut zo stupovej úpravne v Piargu zmiešaný s komunálnymi splaškami z Piargu a Vindšachty po vode. Pláň odkaliska pokrýva približne 1 m hrubá vrstva hlušiny z blízkej haldy. Koryto pod sútokom západnej a severnej pramennej vetvy Štiavnice kontúruje južný okraj pláne odkaliska na úrovni prepadu v južnom okraji pôvodnej koruny hrádze. Prostredie nasýtené vodou pod vrstvou hlušinovej navážky je anoxické.

Odkalisko Lintich (budované na mieste havarovaného tajchu v priestore zamorenom imisiami blízkej huty) sa zapĺňalo od hrádze proti vode a rmut sa doň privádzal výpustmi z otvoreného žľabu na návodnej strane hrádze. Zvyšovacie hrádzky sa vytvárali manuálne z pieskového materiálu naakumulovaného pod výpustmi.

Odkalisko Sedem žien sa zapĺňalo dvojako. Pozdĺž koruny hrádze sa v lete rmut rozvádzal oceľovým potrubím k dvojici separačných hydrocyklónov, ktorých pieskovou frakciou sa zvyšovacie hrádzky odlievali do posuvného debnenia stavaného na vzdušnej strane hrádze. Pri poruchách distribúcie alebo hydrocyklónov rmut vtekal pri západnom okraji hrádze do odkaliska priamo z havarijného vpustu (obr 8, K1). Rmut sa vpúšťal do priestoru vytvoreného zvyšovacou hrádzkou priamym vtokom bez separácie hydrocyklónmi (obr 8, K2) Naplavovaný materiál sa v obidvoch typoch odkalísk granulometricky triedil tak, že sa na vstupe rmutu usádzali najhrubozrnnejšie častice a zrnitostne sa materiál zjemňoval smerom k lagúnam, teda do priestoru trvale zaplaveného vodou. Pri granulometrickom triedení čiastočne prebiehalo aj hustotné delenie, a tak obsah ťažkých minerálov klesá súhlasne so smerom transportu materiálu v odkalisku.

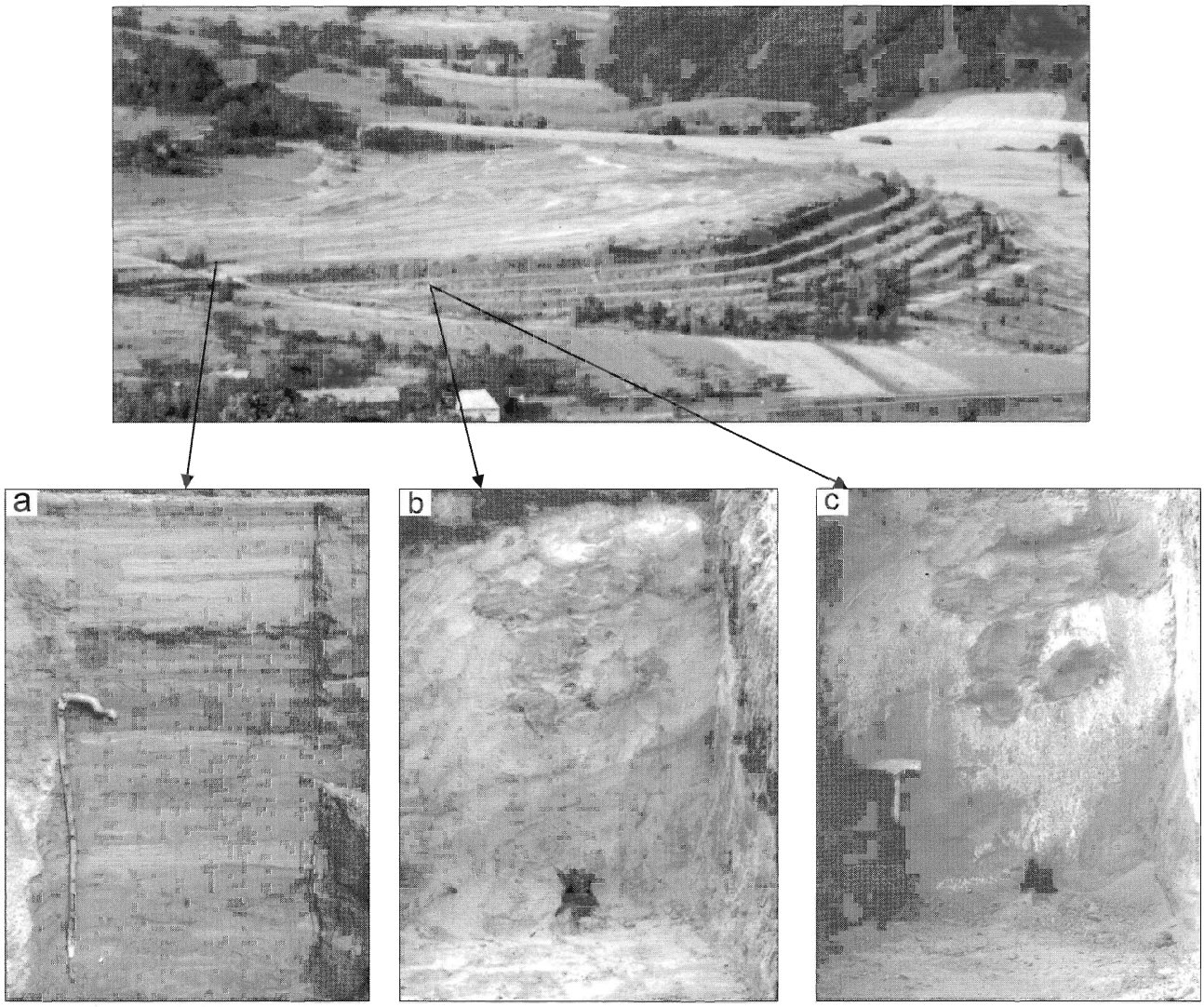
V mladších odkaliskách sa dajú vyčleniť tri digitálne sa prelínajúce zóny – fácia hrádze, pláže a lagúny (obr. 8 a 10) Superpozícia vyčlenených fácií na obr 8 a povaha zvrstvenia (obr 9) usmerňuje síce pomalé, ale predsa len prúdenie zrážkovej vody v smere narastajúcej zrnitosti (od lagúny po hrádzu). Front zvetrávania vo fácii hrádze odkaliska Lintich už postúpil do hĺbky nad 5 m, ale v proximálnej zóne fácie lagúny ešte len do hĺbky 1 m a v distálnej je zoxidované iba blízke okolie bahenných prasklín (obr 11a–f). Pod frontom teda možno očakávať anoxické prostredie.

Odkaliská sanovali rozdielne. V Lintichu sa testovalo zalesňovanie nesúdržnej pieskovej antrozeme (Valovič, 1981) V rokoch 1977 až 1978 sa viacerými spôsobmi vysadilo 12 druhov drevín, spolu 3100 sadeníc. Väčšina

Tab. 4
Silikátové analýzy zosypových vzoriek sedimentov odkalísk v Banskej Štiavnici
Silicate analyses of compounded sediment samples from setting pits at Banská Štiavnica

Zložka (hmot. %) Component (wt. %)	Sedem žien	Lintich FH	FP	FL	x	Suchý tajch
SiO_2	75,34	75,31	73,49	69,39	72,71	71,18
TiO_2	0,33	0,31	0,32	0,33	0,32	0,59
Al_2O_3	8,11	7,37	8,31	9,96	8,54	12,12
Fe_2O_3	2,48	2,40	2,32	2,97	2,56	4,60
FeO	2,31	2,16	2,32	2,41	2,30	
CaO	2,40	3,41	3,69	3,96	3,68	4,33
MgO	1,20	1,60	1,93	2,50	2,00	1,12
MnO	1,08	1,52	1,53	1,70	1,59	2,53
P_2O_5	0,11	0,08	0,11	0,12	0,11	0,28
Na_2O	0,23	0,14	0,14	0,15	0,14	0,54
K_2O	3,98	3,57	3,80	3,90	3,76	1,13
H_2O^-	0,40	0,50	0,68	0,94	0,70	0,88
H_2O^+	0,16	0,24	0,30	0,60	0,38	
S_{celk}						
S_{tot}	1,87	1,39	1,14	1,06	1,20	0,70
Σ (%)	100,00	100,00	100,08	99,99	100,01	100,00

FH – fácia hrádze/dam facies. FP – fácia pláže/beach facies. FL – fácia lagúny/lagoon facies

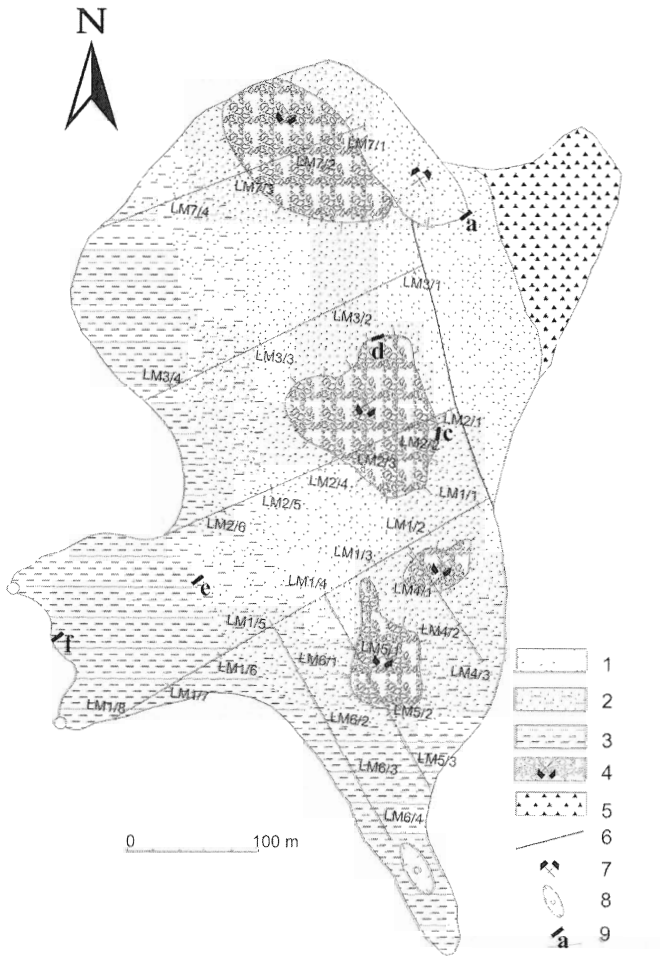


Obr. 9. Odkalisko Sedem žien – stav po sanácii v auguste 2002. a – zvrstvenie sedimentov náplavového kužeľa centrálneho vtoku (K1) so stopami vodnej erózie vrstiev, b – čelná stena sondy vo vzdušnej strane hrádze dokumentujúca postup biooxidačného procesu, c – výkvet hydrátovaných sírnych solí v čelnej stene sondy vykresľujúci postup acidifikácie do hĺbky.

Fig. 9. Sedem žien setting pit – condition after sanation in August 2002. a – sediment layering of central jet alluvial cone (K1) with patterns of water erosion of layers, b – front wall of sounder from the aereal side of the dam document the advancement of the biological-oxidation process, c – sulphur hydrous salt efflorencesces at the front wall of sounder show the acidification advancement depthward.

uhynula a tie, čo prežili, boli zakrpatené. Preživšie ostrovčeky drevín na pieskovej fácii hrádze od roku 1986 devastuje ťažba piesku, čím sa narúša aj stabilita celého odkaliska. Vyťažené priestory sa zavážajú stavebným a iným odpadom (obr. 10), a tak sa do prostredia vnášajú cudzorodé anorganické aj organické materiály. Na odkalisku Sedem žien sa priebežne robila protierózna ochrana hrádze navezením a rozprestretím 30–50 cm hrubej vrstvy haldoviny od Novej šachty a jej pokrytím 10–20 cm hrubou vrstvou pôdy premiestňovanej zo zátopovej zóny odkaliska. Do takto pripravenej „pôdy" sa vysievali trávové zmesky. Súbežne s útlmom ťažby v rokoch 1992–1994 sa na spodné etáže naviezla haldovina od Novej šachty ako stabilizačný približne 8 m hrubý prísyp v rámci dobiehajúceho projektu súvisiaceho s prv zamýšľaným zvýšením kapacity odkaliska. V rokoch 1995 až 1997 sa pláň haldy pokryla 2–3 m hrubou vrstvou haldoviny prevažne z haldy Novej šachty a sčasti odpadom zo šobovského lomu, ako aj stavebným odpadom. Na takto vytvorenú spevnenú plochu sa rozprestrela zemina vyťažená prevažne z hrádze a dna zrušenej retenčnej nádrže pod južným úpätím hrádze odkaliska. Po rozprestretí po pláni hrúbka tejto vrstvy zeminy neprekročila 10 cm. S haldovým materiálom navezeným na stupne hrádze a na pláň odkaliska sa doň zavliekli aj chemolitotrofné baktérie, ktorých aktivita sa už prejavila zmenou abrázneho pH z 12, lokálne aj na < 3, najmä v sedimentoch hrádze (tab. 6, obr. 9b–c).

V minerálnom zložení sedimentov odkalísk majú dominantné postavenie viaceré variety kremeňa (približne 2/3



Obr. 10. Mapa odkaliska Lintich. 1 – zóna sedimentov hrádze, 2 – zóna sedimentov pláže, 3 – zóna sedimentov lagúny, 4 – zavážky materiálových jám stavebným odpadom, 5 – halda hutníckej trosky, 6 – koruna hrádze, 7 – aktívna materiálová jama (ťažba piesku), 8 – profily s ručne vŕtanými sondami, 9 – kopané sondy.

Fig. 10. Map of the Lintich setting pit. 1 – zone of dam sediments, 2 – zone of beach sediments, 3 – zone of lagoon sediments, 4 – fillings of pits by building waste, 5 – dump of metallurgical slag, 6 – top of the dam, 7 – active pit after sand exploitation, 8 – profiles with hand made drilled sounders, 9 – digged sounders.

objemu), alumosilikáty (okolo 1/5 objemu) a uhličitany (asi 1/5 objemu). Akcesorickou zložkou sú oxidy, sulfidy, sulfosoli a v zóne oxidácie aj sulfáty. V stopovom množstve je z primárnych asociácií akcesorických rudných minerálov zastúpené Au, elektrum, rumelka a z technogénnych kovov v mladších odkaliskách oceľ, Cu a W (stopovo). Akcesorickými zložkami ľahkej frakcie sú rastlinné zvyšky a v mladších odkaliskách aj plasty, textílie a zliatiny Al.

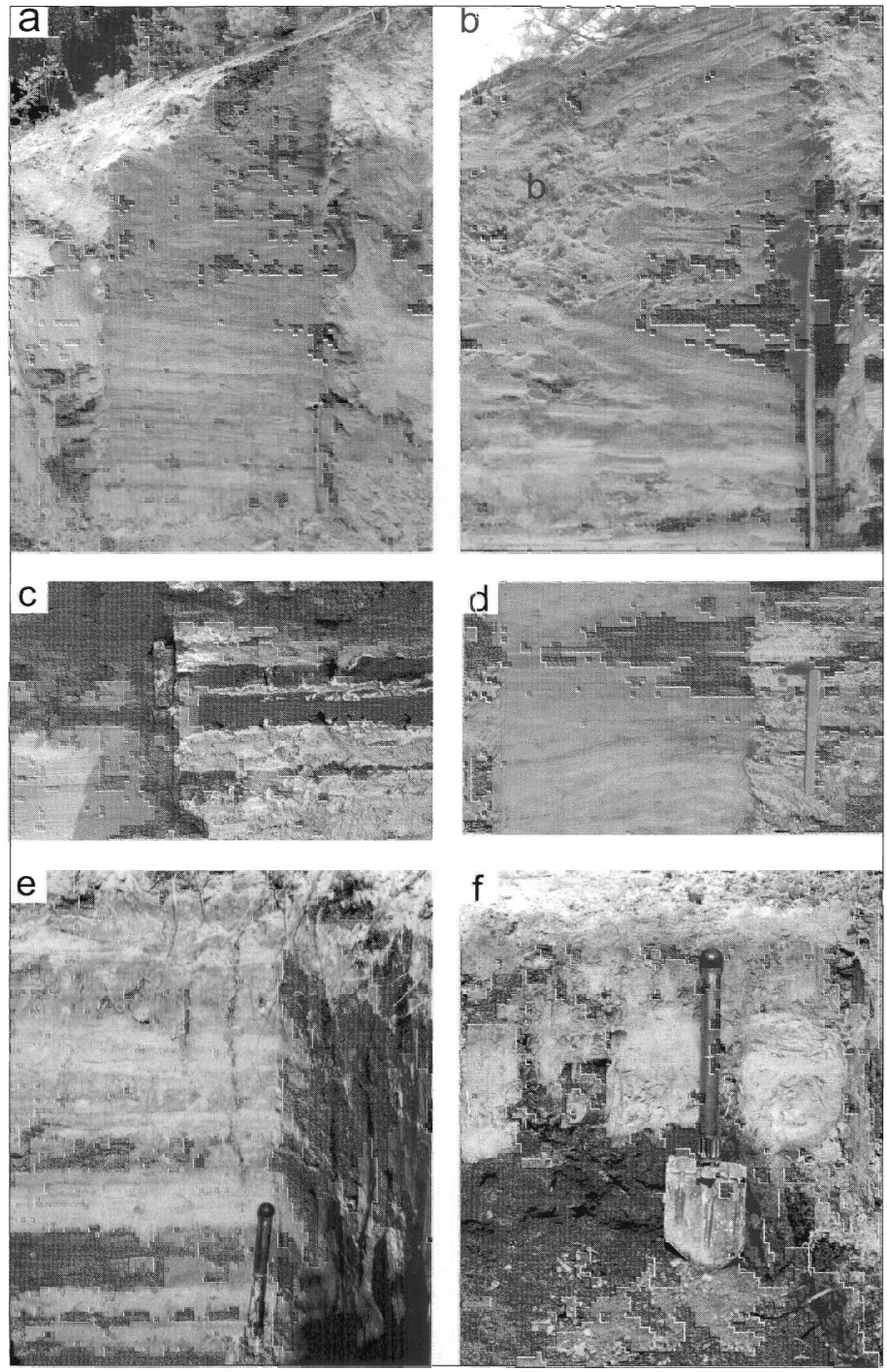
Anoxické prostredie sedimentov odkaliska Suchý tajch sa vyznačuje vysokým podielom sekundárnych ťažkých minerálov (obr. 12a–l). Ich dominantnou zložkou sú sferulky amorfného FeS_2, fragmenty organického pletiva a tkaniva substituované amorfným i framboidálnym pyritom, ako aj sferulky z mikrokryštálikov markazitu. Výskyt hrudkovitých agregátov idiomorfných tabuliek anglesitu a kryštalického zlata s rýdzosťou 900–960 bez Cu (obr. 12k–l) svedčí o rekompozícii ich zložiek z roztoku už v odkalisku.

Úzke fluktuačné rozpätie stanoveného obsahu makrozložiek (tab. 4) poukazuje na relatívnu chemickú rovnorodosť materiálu fyzikálne sa odlišujúcich fácií. Iná je situácia v obsahu ťažkých kovov v ílovej frakcii a v sušine vyflotovanej peny zo zosypových vzoriek vrchnej 5 cm hrubej vrstvy zo vzdušnej strany hrádze a pláne odkaliska Lintich (tab. 5). Obsah Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd a Ag v ílovej frakcii sa odlišuje veľmi málo, čo poukazuje na ich prevažne sorpčnú väzbu. Sú zrejme viac ovplyvnené rozdielnou rozpustnosťou minerálnych fáz, ktoré sú ich nositeľmi. Obsah sledovaných prvkov v sušine vyflotovanej peny poukazuje na distribúciu sulfidických minerálov do vyčlenených fácií sedimentov aj vo forme peny. Kryštalizáciu metastabilných fáz na konci kapilárnych dráh dokumentuje obr. 9c a 11c–d. Rtg difrakčnou analýzou sa identifikovali ako hexahydridy Fe a Mn s prímesou sadrovca (Šamajová in Kobesová, 1996).

Výsledky izolácie chemotrofných a heterotrofných baktérií zo vzoriek haldoviny, zdrojov pitnej vody z lokality Lúky pod Tanádom a z troch odkalísk sa v tab. 6 kontrastujú s výsledkami izolácie zo vzoriek banskej vody z haldy šobovského lomu, haldy Novej šachty, drenážnej vody a zo sedimentov odkalísk. Kým obidva zdroje pitnej vody

Tab. 5
Obsah vybraných prvkov v íle a sušine vyflotovanej peny z povrchovej 5 cm vrstvy sedimentov hrádze (H), pláže a lagúny (P + L) odkaliska Lintich
Content of selected elements in clay and dry samples of flotation foam from superficial 5 cm layer of dam (H), beach and lagoon (P + L) sediments of the Lintich setting pit

Frakcia Fraction	Stanovište Locality	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Ag
					mg.kg^{-1}			
< 2 µm	H	800	383	72	497	278	tr.	tr.
	P + L	1000	620	89	464	263	tr.	tr.
Pena	H	112 000	7444	1056	5758	9444	30	22
Foam	P + L	43 000	9247	520	2523	2250	21	5

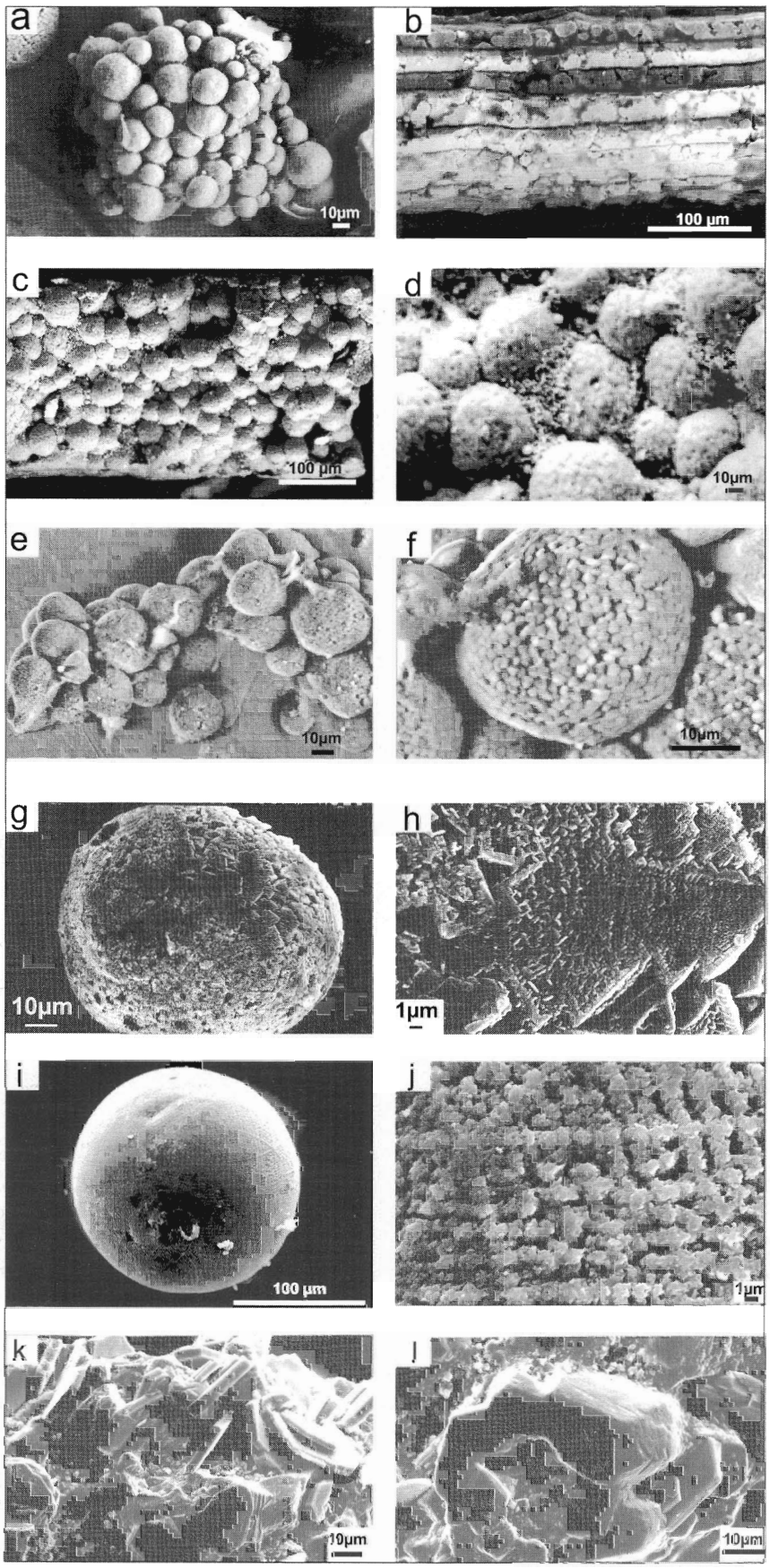


Obr. 11. Fotodokumentácia kopaných sond v sedimentoch odkaliska Lintich. a – profil sedimentov hrádze s paralelným, krížovým a chaotickým zvrstvením, b – detail chaotického zvrstvenia ručne vytváranej zvyšovacej hrádzky, c/d – výkvet hydrátovaných sírnych solí (hlavne Fe hexahydridu) na konci kapilárnych dráh vo vrstvách piesčitého sedimentu, e – anoxické prostredie na rozhraní sedimentov pláže a lagúny (spodná tretina snímky), oxidačné prostredie – svetlejšia vrstva (vrchné dve tretiny snímky). f – príbrežný okraj lagúny (anoxické prostredie v ílovitom sedimente zotrváva v jadrách priziem ohraničených bahennými prasklinami – ľavý horný kvadrant snímky); na úrovni spodných 20 cm je odkrytý pôvodný pôdny horizont.

Fig. 11. Photo-documentation of sounders in Lintich setting pit sediments. a – profile of dam sediments with parallel layering, herringbone and chaotic structure, b – detail of chaotic structure as a consequence of hand-made heighten dam. c/d – sulphur hydro-salt efflorencesces (mainly Fe-hexahydride) at the end of the capillars in layers of sandy sediments, e – anoxic condition at the beach and lagoon sediments interface (lower third of the picture), oxidic conditions – the lighter layer (upper two thirds of the picture). f – off-shoore lagoon rim (anoxic condition in clay sediment is preserved in cores of prisms, bordered by marshy fissures – the left upper quadrant of the shot); at the level of the under 20 cm is visible the original soil horizon.

lokality Lúky pod Tanádom boli sterilné, vodný výluh vzoriek haldoviny obsahoval *Acidithiobacillus ferrooxidans (ATF)* a vzorka zo sondy S6 aj rod *Bacillus species*. Staršia opakovaná izolácia z haldovej drenážnej vody lokality Šobov preukázala stabilný výskyt troch druhov chemolitotrofných baktérií a ich pasážovanie (desaťnásobné riedenie) potvrdilo veľkú vitalitu izolovaných druhov Vo vodnom výluhu zo sedimentov zo Suchého tajchu ani v drenážnej vode z Lintichu sa nijaký zo sledovaných druhov baktérií nezistil. Druh *Acidithiobacillus ferrooxidans* sa našiel iba vo výluhu z piesku hrádze odkaliska Sedem žien.

Efekty interakcie medzi vitriolovou vodou inokulovanou *Acidithiobaktériami* zo Šobova a vybranými sulfidmi z ťažkej frakcie hrádze odkaliska Sedem žien dokumentuje obr 13a–j. Charakter leptov po macerácii vitriolovou vodou (13i) a zriedenou kyselinou dusičnou (13j) je rozdielny.



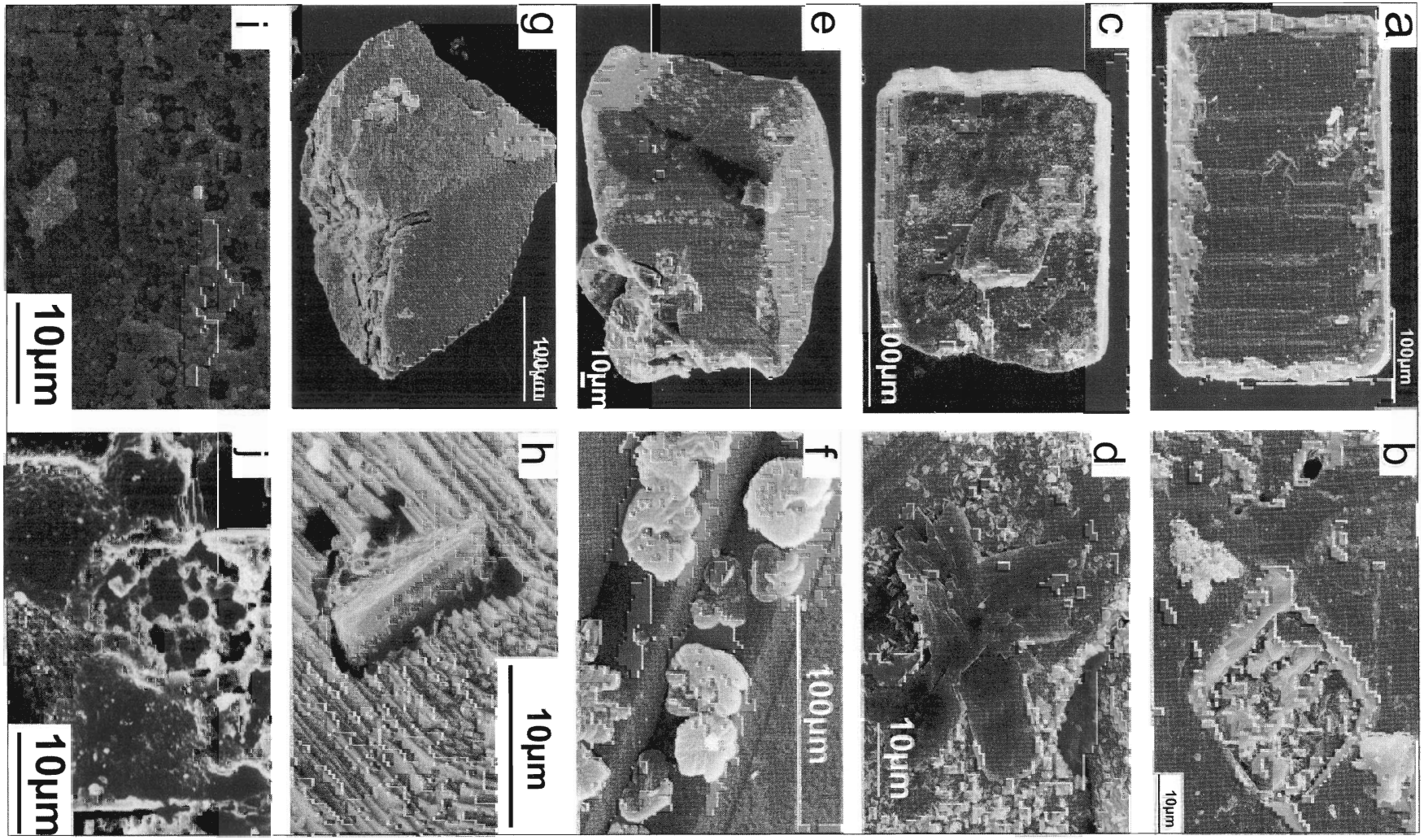
Obr. 12. Morfológia (SEM) sekundárnych minerálov vzniknuvších v anoxickom prostredí sedimentov odkaliska Suchý tajch. a – agregát mikrosferuliek amorfného FeS_2, b – substitúcia rastlinného pletiva amorfným FeS_2, c – substitúcia rastlinného pletiva framboidálnym pyritom, d – detail sferuliek framboidálneho pyritu, e – zhluk sploštených pyritizovaných sferuliek pôvodne organického materiálu (vajíčka hmyzu?), f – detail sferulky, g – markazitová sferulka, h – detail povrchu sferulky, i – sferulka markazitu, j – detail povrchu sferulky markazitu, k – časť agregátu tvoreného idiomorfnými tabuľkami sekundárneho anglezitu tmelenými kryštalickým zlatom vysokej rýdzosti, l – detail kryštálu zlata.

Fig. 12. Morphology (SEM images) of secondary minerals formed under anoxic conditions in sediments of Suchý tajch setting pit. a – aggregate of microspheres of amorphous FeS_2, b – substitution of vegetal tissue by amorphous FeS_2, c – substitution of vegetal tissue by framboidal pyrite, d – detail of framboidal pyrite spheres, e – cluster of flattened pyritized originally organogenic spheres (insect eggs?), f – detail of sphere, g – marcasite sphere, h – detail of little sphere, i – marcasite sphere, j – detail of its surface, k – detail of aggregate formed by euhedral sheets of secondary anglesite cemented by crystalline gold of high fineness, l – detail of gold crystal.

Tab. 6
Výskyt chemolitotrofných a heterotrofných baktérií v priesakovej vode háld a vodného výluhu z technogénnych sedimentov háld
Entinty of chemolithotrophic and heterotrophic bacteria in percolation water and water leaching from technogenous sediments of dumps

Vzorka	Lokalita	Médium	pH	Druhy baktérií			
Sample	Locality	Medium		Species of bacterias			
				ATF	*ATT*	*LF*	*BS*
Š-6	Lom Šobov-halda	Kyslá drenážna	2,3	+	+	NS	NS
Š-7		voda	2,3	+	NS	NS	NS
Š-8	Šobov quarry-dump		2,4	+	NS	NS	NS
Š-10		Acid	2,1	+	–	+	NS
Š-11		drainage	2,3	+	+	+	NS
		water					
PHŠ-1			2	+	+	+	NS
PŠ-1	Lom Šobov-prameň pri administratívnej budove Šobov quarry	Kyslý sutinový prameň	3	+	+	NS	NS
PŠ-2	Spring at administrary building	Acid mantle rock spring	2,7	+	+	+	NS
NŠ-1		Drenážna	5,6	+	–	+	NS
	Halda Novej šachty	haldová voda					
NŠ-2	Nová Šachta dump	Drainage dump	6,8	+	–	–	NS
NŠ-3		water	6,3	+	+	+	NS
S-1 BV	Štiavnické bane, Lúky pod	Vodný výluh	5	+	NS	NS	NS
	Tanádom, pole haldičiek	haldovej	5,1	+	NS	NS	NS
S-2 AC	zo 14. až 19. stor	pôdy					
S-6 BV	Štiavnické bane, Lúky pod	Water leaching	4,4	+	NS	NS	+
S-8 BV	Tanádom. dump field	from dump soil	4,7	+	NS	NS	NS
S-14 BV	from 14 to 19 century		4,2	+	NS	NS	NS
V-1	Štiavnické bane, Lúky	Pitná voda	7,3	–	–	–	–
V-2	pod Tanádom. Studne	Drinkig water	7,4	–	–	–	–
SŽ-1	Banská Belá, Odkalisko Sedem žien Banská Belá, setting pit Sedem žien	Vodný výluh piesku Water leaching of sand	5,7	+	NS	NS	NS
OL-1	Banská Štiavnica, odkalisko Lintich Banská Štiavnica, setting pit Lintich	Drenážna voda Drainage water	6,2	–	–	–	–
ST-1		Vodný výluh (hĺbka 0,2–1 m) Water leaching (depth 0,2–1 m)	6,3	–	–	–	–
ST-2	Štiavnické Bane, odkalisko Suchý Tajch vrt VST-1/9,2 m	Vodný výluh (hĺbka 1–4,5 m) Water leaching (depth 1–4,5 m)	7,1	–	–	–	–
ST-3	Štiavnické Bane, Setting pit Suchý Tajch bore VST-1/9,2 m	Vodný výluh sedimentov (hĺbka 4,5–6,4 m) Water leaching of sediments (depth 4,5–6,4 m)	6,7	–	–	–	–
ST-4		Vodný výluh sedimentov (hĺbka 6,4–0,2 m) Water leaching of sediments (depth 6,4–9,2 m)	6,7	–	–	–	–

ATTF – *Acidithiobacillus ferrooxidans*, ATT– *Acidithiobacillus thiooxidans*, LF – *Leptrospirillum ferroxidans*, BS – *Bacillus species*, + prítomný/present, – neprítomný/unpresent, NS – neidentifikované/not identified



Obr. 13. Morfológia (SEM) sekundárnych minerálov na povrchu vybraných sulfidov z ťažkej frakcie sedimentov hrádze odkaliska Sedem žien po ročnej macerácii šobovskou kyslou vodou obsahujúcou *Acidithiobaktérie* v statickom režime (T = 20 °C). a/b – pyrit s degradovanou inklúziou arzenopyritu, c – prerastlica kryštálov pyritu so sekundárnymi minerálmi na povrchu, d – detail agregátu sekundárneho sadrovca, e – zrno chalkopyritu, f – jarosit na povrchu chalkopyritu, g – zrno sfaleritu s mikroinklúziou kremeňa, h – korodovaný povrch hrany a elektrokorózia (galvanický efekt) na styku kremeňa so sfaleritom, i – povrch galenitu naleptaný vitriolovou vodou, j – povrch galenitu korodovaný HNO_3.

Fig. 13. Morphology (SEM images) of secondary minerals on selected sulphides surface from heavy mineral fraction from the setting pit Sedem žien embankment sediments after one year leaching in *Acidithiobacilli* containing acid mining drainage water from Šobov dump in static regime (T = 20 °C). a/b – pyrite with dissolved inclusion of arsenopyrite, c – intergrowth of pyrite crystals with secondary minerals, d – detail of the secondary gypsum aggregate, e – chalcopyrite grain, f – jarosite on the chalcopyrite surface, g – sphalerite grain with quartz microinclusion, h – corroded surface of rim and electrocorrosion (galvanic effect) at the quartz contact with sphalerite grain, i – galenite surface etched by H_2SO_4 containing AMD water, j – galenite surface after HNO_3 corrosion.

Diskusia

V masíve Štiavnických vrchov je najrozšírenejším pôdnym typom kambizem typická KMm (Hraško et al., 1991). Tento typ vznikol ako záverečný článok pôdneho vývoja na vulkanických horninách v prostredí listnatých alebo zmiešaných lesov miernej a dostatočne vlhkej klímy. V kambizemi zostávajú hydroxidy Fe a ílové minerály na mieste a tvoria typický horizont B, v ktorom zvetráva skelet. Prechod medzi farebne odlišnými horizontmi je postupný.

Na zvetrávanie materiálu depónií okrem exogénnych činiteľov vplýva jeho horninové zloženie a obsah rudných minerálov pochádzajúcich z rozličnej hĺbky, spôsob rozpojovania, fragmentácia, reaktivita minerálnych fáz a jej technologické ovplyvnenie, umiestnenie v reliéfe krajiny, ako aj tvar a objem depónií. Veľmi ho dynamizuje aktivita mikroorganizmov (tab. 6).

Analýza ukázala, že väčšina sledovaných prvkov je v substráte depónií mobilná (tab. 1–5). Na hodnotenie mobility prvkov sa hodia kumulačné koeficienty (Talmage a Walton, 1991), ktoré bez ohľadu na absolútne analytické hodnoty jedným pomerovým číslom vyjadrujú zastúpenie daného prvku v zložke prostredia a pod. (tab. 7 a 8). V pôde z referenčného stanovišťa sa z horizontu A0 vynáša SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO a K_2O. Takmer minimálnu migráciu má TiO_2 a MnO a akumuluje sa FeO, CaO, Na_2O, P_2O_5, H_2O a S_{tot}. Nízku pohyblivosť Ti a Mn možno pravdepodobne spájať s vysokou rezistenciou ich minerálnych nositeľov. Na haldových stanovištiach sa prejavuje ochudobňovanie horizontu A0 pôdy o TiO_2, Fe_2O_3, CaO, MnO, Na_2O, K_2O a S_{tot}, kým v horizonte A0 haldovej pôdy sa naopak akumuluje iba FeO. Ostatné makrozložky prejavujú len veľmi malú migračnú schopnosť. Pokiaľ ide o kumulačné koeficienty medzi prachom a ílom z haldových stanovíšť (tab. 7), íl je silno ochudobnený o TiO_2, menej výrazne o SiO_2, FeO a P_2O_5. Minimálnu pohyblivosť má iba CaO. Íl je obohatený o všetky ostatné hlavné zložky.

Pohyblivosť vybraných prvkov medzi pôdnymi zložkami stanovišťa I–IV zobrazuje tab. 8. V pôde referenčnej plochy sa v horizonte A0 kumuluje Cu, Zn a Pb. Minimálnu pohyblivosť má Fe a Mn. Cd je z horizontu A0 vynášané. V mŕtvej biomase horizontu A0 sa silno akumuluje Zn a najväčší deficit voči substrátu vykazuje Cd a po ňom Cu, Pb, Fe a Mn. V skupine najmladších háld sa zistil odnos Pb z horizontu A0 a akumulácia v mŕtvej biomase. Trend pohyblivosti ostatných prvkov je podobný ako v zložkách pôdy z referenčného stanovišťa. Iná situácia je v najstarších haldách. V nich okrem Pb, ktoré sa veľmi koncentruje v horizonte A0, prvky vykazujú odnos a v mŕtvej biomase – na rozdiel od mladších háld – aj z pôdy na referenčnom stanovišti sa akumuluje Mn a Cu, kým o ostatné prvky, najmä o Pb, je mŕtva biomasa ochudobnená. Medzi pôdotvorným substrátom a horizontom A0 pôdy na stanovišti IV sa ukazuje odnos Fe, nízka pohyblivosť v prípade

Tab. 7
Kumulačné koeficienty vypočítané z obsahu oxidov medzi pôdotvornými substrátmi a horizontmi A0 pôdy v referenčnej ploche ($I\ K_r$), haldových stanovištiach (II, III K_h) a medzi obsahom oxidov v prachu a íle z haldových stanovíšť (II, III K_h = prach/íl)
Cumulation coefficients calculated from oxide contents among soil forming substrates and A0 soil horizons in reference area ($I\ K_r$), dump localities (II, III K_h) and among oxide contents in dust and clay from dump localities (II, III K_h = dust/clay)

Zložka Component	I K_r	II, III K_h	II, III K_h = prach/íl II, III K_h = dust/clay
SiO_2	1,11	1,06	1,32
TiO_2	1,08	1,67	5,20
Al_2O_3	1,12	1,06	0,74
Fe_2O_3	1,52	1,70	0,72
FeO	0,47	0,19	1,50
CaO	0,81	1,13	0,94
MgO	1,14	0,93	0,79
MnO	1,05	1,73	0,67
Na_2O	0,79	1,56	0,78
K_2O	1,48	1,25	0,66
P_2O_5	0,63	0,97	1,43
H_2O^+	0,52	0,45	0,62
H_2O^-	0,68	0,64	0,41
S total	0,40	2,15	0,49

Tab. 8
Kumulačné koeficienty ($I_K - IV_K$) vypočítané z priemerného obsahu vybraných prvkov v pôdnych zložkách ($PS_n - A0_n$, Mb_n) stanovíšť ($_n$ = I–IV)
Cumulation coefficients ($I_K - IV_K$) calculated from average contents of selected elements in soil components ($PS_n - A0_n$; Mb_n) among localities ($_n$ = I–IV)

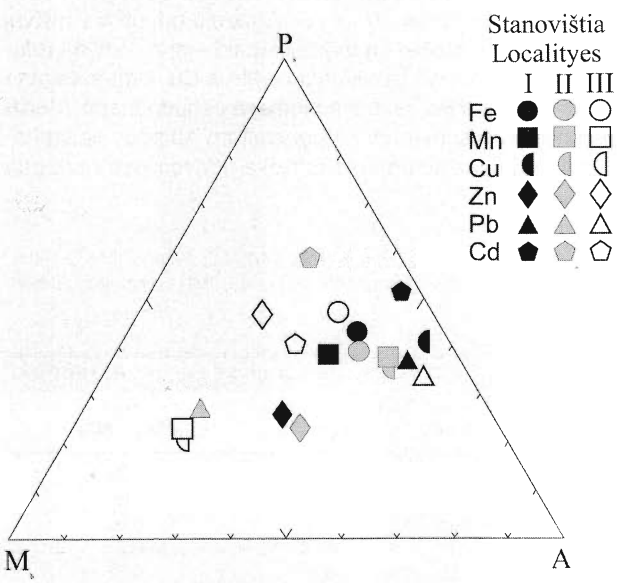
Prvok Element	Stanovište/Locality I_K		II_K		III_K		IV_K
	$PS_I - A0_I$	$PS_I - Mb_I$	$PS_{II} - A0_{II}$	$PS_{II} - Mb_{II}$	$PS_{III} - A0_{III}$	$PS_{III} - Mb_{III}$	$PS_{IV} - A0_{IV}$
Fe	1,04	2,85	0,90	2,43	1,34	2,94	1,23
Mn	0,98	1,63	0,77	3,20	1,18	0,40	1,05
Cu	0,77	11,50	1,26	–	1,21	0,74	0,96
Zn	0,74	0,73	0,56	0,68	2,12	1,54	0,71
Pb	0,69	3,76	1,26	0,53	0,59	4,19	0,82
Cd	1,14	16,00	2,33	3,50	1,30	1,40	0,35
TC	0,14	0,09	0,03	0,02	0,13	0,07	0,57

TC – celkový C/total carbon

Mn a Cu, vysoký rast obsahu Cd, menší Zn a najmenší Pb. Koeficienty celkového C odzrkadľujú výrazný rast jeho obsahu v horizonte A0 aj v mŕtvej biomase zo všetkých stanovíšť, čo svedčí o prevahe C_{org}. Rozdiely vyplývajúce z tabuliek odzrkadľujú jednak rozdielne materiálové zloženie pôdy na opisovaných stanovištiach a v značnej miere aj rozdielne štádium zvetrávania a pôdotvorby na stanovištiach reprezentujúcich mladšie a staršie haldy. Dokumentuje to rozdielna pozícia projekčných bodov pomernej koncentrácie sledovaných prvkov zo sumy ich priemerného obsahu vyjadrená na obr. 14.

Sedimenty vyčlenených fácií sa zreteľne odlišujú aj fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré pri odkalisku Sedem žien zistil Dovičin (1987) Najhrubozrnnejší piesok, obsahujúci aj najviac potláčaných a stratených rudných minerálov, má medián zrnitosti D_{50} ~ 0,125, fácia pláže D_{50} 0,063 a lagúny D_{50} 0,01 mm. Merná hustota sedimentov vyčlenených fácií ς kolíše od 2728 do 2757 a objemová hustota ς od 1517 do 1057 $kg \cdot m^{-3}$. Rozdiely medzi mernou a objemovou hustotou sú odrazom rozdielov v mernom povrchu tuhých častíc sedimentov, ktoré kolíšu od 170 až do 207 $cm^2 \cdot g^{-1}$. Veľký merný povrch minerálnych častíc umožňuje zadržiavať v sedimente 29–35 objemových % statickej vody.

Význam mikroorganizmov pri zvetrávaní a pôdotvorbe opísal rad autorov najmä od druhej polovice 20. stor Medzi autorov základných prác patrí Yachontova a Nesterovič (1982), Yachontova et al. (1983), Neybergh et al. (1991) a Šimonovičová et al. (1996). Chemolitotrofné baktérie získavajú energiu pre svoje metabolické procesy oxidáciou Fe z nerozpustných sírnikov v kyslom prostredí *(ATF, LF)*, z elementárnej S a z rozpustných sírnych látok *(ATT)*. Tieto baktérie sú na haldách a odkaliskách metabolicky späté so sírnikmi podliehajúcimi oxidácii



Obr. 14. Trojuholníkový diagram pomerného zastúpenia vybraných prvkov v pôdnych zložkách stanovíšťa I, II a III (Lúky pod Tanádom).

Fig. 14. Triangular plot of comparative composition of selected elements from soil components in localities I, II and III (Lúky pod Tanádom).

(dominantnou zložkou sírnikov je jemnozrnný pyrit) Dôsledkom oxidácie je rozrušovanie štruktúry sírnikových minerálov, ich biotransformácia na zlúčeniny typu síranov (obr 7, 9, 11a, d, 13), oxyhydroxidov, oxidov a rast kyslosti priesakovej vody až na úroveň pH < 2 (cf. Franko et al., 1987) Táto kyslá drenážna voda silno poškodzuje až devastuje celý biotop depónia a zhoršuje kvalitu povrchovej a pri nepriaznivých geologických pomeroch aj podzemnej vody, lebo sa okrem kyslosti vyznačuje aj vyšším obsahom ťažkých kovov (Zn, Cu, Cd, Fe, Bi, Mn aj Al)

Terénny a laboratórny výskum biodeštrukcie a biogénnej tvorby minerálov vykonal tím laboratória Geologického ústavu SAV v Banskej Bystrice v spolupráci s Ústavom geotechniky SAV v Košiciach. Výsledky z vybraných depónií banskoúpravníckeho a hutníckeho odpadu (Veverka, 2002; Kušnierová a Štyriaková, 1995), ako aj odpadu z energetiky (Štyriaková a Bálintová, 1995) potvrdili predpoklad, že skúmané depóniá nie sú prvkovo stabilné a že v nich prebiehajú alebo po istom čase budú prebiehať aj biogénne procesy. Niektoré z nich, napríklad halda šobovského lomu, už v súčasnosti fungujú ako biogeochemické reaktory, lebo v nich metamorfovaná voda je veľmi agresívna a jej pH sa pohybuje od 1 do 2,6. Tieto poznatky naznačili možnosť porovnávať dôsledky biogénnych procesov *in situ* aj v podmienkach intenzívnej laboratórnej biokontaminácie sulfidov. Účinky tiobaktérií sa skúmali na všetkých základných typoch minerálov západokarpatských ložísk (Andráš et al., 1994; Kušnierová et al., 1994). Výsledky laboratórnych testov sa potom porovnali aj s literárnymi prameňmi o produktoch prírodného zvetrávania sulfidov Zistilo sa, že biooxidáciou pyritu vzniká jarosit, Fe hydroxidy, goethit a amarantit, z arzenopyritu azenosiderit, jarosit, hydrojarosit, S, angelellit, arzenolit, butlerit, z antimonitu kermezit, valentinit, S a Sb, z galenitu seadhillit, mínium, plumbojarosit, ceruzit a anglesit, zo sfaleritu Zn, willemit a jarosit, z chalkopyritu chalkantit, malachit a S, z tetraedritu farmakosiderit, antimonit, jarosit, malachit, stefanit a chalkozín (Kušnierová et al., 1997) Pozoruhodné je najmä to, že produkty biooxidácie tetraedritu, medzi ktorými sú aj sekundárne sulfidy – stefanit, antimonit a chalkozín, sú zhodné s produktmi redukčných procesov charakteristických v prírode pre zóny supergénneho obohatenia sulfidických ložísk. Na základe týchto poznatkov možno konštatovať, že štúdium biogénnych procesov vo vhodne zvolených podmienkach umožňuje získať základnú bázu prognostických údajov o potenciálnom vývoji dlhodobých biogénnych procesov v reálnych depóniách.

Z literatúry (Yachontova et al., 1983) je známe, že baktérie rodu *Bacillus* patria medzi najrozšírenejšie pôdne mikroorganizmy. V subaerickom prostredí na silikátových substrátoch sa rýchlo rozmnožujú, produkujú rozličné metabolity, najmä viaceré organické kyseliny – octovú, maslovú, pyrohroznovú, mliečnu a mravčiu. Účinky zmesných kultúr rodu *Bacillus*, izolovaných z najstarších haldičiek z lokality Lúky pod Tanádom, na morfologické zmeny minerálov v nábrusoch Au rudy z Hodruše, ako aj na práškových produktoch jej úpravy testovala Kušnierová

a Štyriaková (1994) Autorky preukázali, že pri deštrukcii minerálov okrem metabolickej činnosti baktérií má významnú úlohu aj adhézia buniek na povrchu silikátov a elektra. Hoci na povrchu sulfidických minerálov bunky neadherovali, ich povrch bol naleptaný hlbokými koróznymi kavernami. Zlatinky aj zrná sulfidov vtrúsené v kremeni sa z neho uvoľnili. Testovaním účinkov baktérií rodu *Bacillus* na jemnozrnné produkty úpravy drahokovovej rudy z Hodruše v dynamickom režime s výmenou živného media sa dokázalo, že z pôvodného obsahu do roztoku prešlo 30–39 % Si, 9–25 % Al, 3–25 % Fe, 78–82 % Mn, 13–30 % Ag, 0–30 % Au, 35–75 % Pb, 43–76 % Zn a 32–72 % Cu. Štúdiom biotransformačných účinkov vybraných druhov baktérií rodu *Bacillus* na práškové vzorky kremeňa, živca, fylitu a kaolínu s vyšším obsahom Fe sa zistilo (Kušnierová a Štyriaková, 1995), že už po týždňovej kultivácii baktérií so vzorkami sa stanovila približne päťkrát vyššia koncentrácia Si a Al vo výluhu ako pri abiotickej kontrole. Extrakcia Si a Al v anaeróbnych podmienkach bola účinnejšia zo živca a fylitu. Kremeň s prímesou sericitu sa aktívnejšie rozpúšťal v aeróbnych podmienkach Tieto efekty autorky pripisujú slizovým puzdrám obľujúcim minerálne častice, ktoré obsahujú exopolysacharidy, a tiež organickým kyselinám, ktoré sú produktmi metabolizmu baktérií. Biodegradáciu kremeňa a alumosilikátov sprevádza vznik amorfných sekundárnych minerálov alofanického charakteru.

Významnú úlohu v pôdotvorbe plnia aj mikroskopické huby. Šimonovičová et al (1996) z pôdneho prostredia pod šobovskou haldou identifikovala rod *Absidia, Cunninghamella, Mucor, Rhizopus, Zygorhynchus, Acremonium, Aspergillus, Paecilomyces, Penicillium, Scapulariopsis, Trichorderma, Verticillium, Cladosporium, Curvularia, Stachybotrys* a *Chaetomium* a z kyslej metalosulfátovej vody *Paelomyces, Verticillium* a *Cladosporium*. V porovnaní s inými prvkami sa v hubách zistila pomerne vysoká koncentrácia Zn.

Babčan a Ševc (1994) študovali správanie Pb v systémoch s organickými látkami. Zistili, že niektoré organické látky silno ovplyvňujú rozpustnosť Pb a tým zrejme aj jeho pohyb v pôde. Na migráciu Pb najväčšmi vplývajú látky vyskytujúce sa v relatívne vysokej koncentrácii najmä v najvrchnejšom pôdnom horizonte. Sú to sacharidy (glukóza), polysacharidy (celulóza a škrob) a kyselina octová. Tieto látky produkujú aj pôdne mikroorganizmy vrátane mikroskopických húb (Šimonovičová et al., 1997) Vznik organokomplexov Pb v interakcii s nimi umožňuje vstup Pb do koreňov a nadzemných častí rastlín.

Šucha (1997) ako sekundárny minerál zo šobovského kremencového lomu opisuje jarosit, copiapit, coquimbit, melanterit, kieserit a barit. Na povrchu pôdy podmáčanej kyslou metalosulfátovou vodou zo šobovského lomu a z jeho haldy identifikoval jarosit a rozenit, v odparku z vody aj copiapit. Laboratórnym aj terénnym testovaním pasívnych aeróbnych i anaeróbnych systémov neutralizácie a dekontaminácie kyslej haldovej vody sa zaoberal Šotník a Šucha (2001). V aeróbnych systémoch vznikli hydroxidy Fe, Mn a uhličitany a na ne sa viazali aj ďalšie kovy V anaeróbnych systémoch bohatých na $CaCO_3$ a organický substrát za účasti baktérií *Desulfovibrio* a *Desulfostomaculum* sa kovová kontaminácia vyzrážala vo forme sulfidov CuS, ZnS, CdS, PbS, hydroxidov $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ a $Mn(CO)_3$ (cf obr 12) Jarosit, sadrovec a ako pravdepodobný aj schwertmannit identifikovala Lišková et al (1999) vo vzorkách sedimentu zo vzdušnej strany hrádze odkaliska Sedem žien cf. (obr. 13)

Störr et al (1983) pri štúdiu ílových polôh v podloží hnedouhoľných slojov a ložísk kaolínu zistili sekundárne minerály Vo frýdlandtskom íle identifikovali mirabilit, tenardit, jarosit, sadrovec, siderit, römerit a rozenit, v kaolínových ložiskách sadrovec, aluminit, alunit, copiatit, Al copiatit, jarosit, sideronatrit, parabutlerit, schmölnicit a vivianit.

Väčšina spomenutých minerálov je zastúpená aj v produktoch experimentálnej biooxidácie vybraných sulfidov zo slovenských rudných ložísk (Kušnierová et al., 1994, Kušnierová a Štyriaková, 1994, 1995, Štyriaková a Bálintová, 1995, Andráš a Križáni, 1997, Štyriaková, 2000).

Závery

Najmladšiu haldu z konca 20. stor. v celom profile tvorí banská hlušina, na ktorej sa pôda iba začína tvoriť. Na stredovekých haldách sú v pôdnom profile rozlíšiteľné dva (A a C) až tri (A, A/C a C) pôdne horizonty Horizont Bv sa nevytvoril, iba na halde Babčo sú viditeľné náznaky hnednutia v horizonte A/C. Na najstarších haldách sa vyvíja pôda od antrozeme typickej (ANm^b) po kambizem (KMm). Humusový horizont A je už hrubý od 6 do 15 cm a horizont Bv, v ktorom prebieha hnednutie, od 10 do 24 cm. Horizont C tvorí navetraná banská hlušina. Obsah ťažkých kovov v pôde na starých aj stredovekých haldách niekoľkonásobne prekračuje obsah, ktorý pri pôde udáva viac autorov (cf. Beneš, 1994)

Haldy a odkaliská po ťažbe a úprave drahokovovo-polymetalických rúd a hydrokvarcitu v Štiavnických vrchoch sú mnohozložkové, a preto v subaerickom prostredí vysokoreaktívne technogénne sedimenty Ich zrnitostne a minerálne pestré prostredie s obsahom sulfidov je ekologickou nikou priaznivou pre rozvoj spoločenstiev aeróbnych i anaeróbnych, litotrofných i heterotrofných mikroorganizmov (Yachontova a Nesterovič, 1982; Yachontova et al., 1983, Kušnierová a Štyriaková, 1995, Šimonovičová et al., 1996, Štyriaková et al., 1996) Dekompozícia sulfidov, ušľachtilých kovov aj horninotvorných minerálov s vyššou energiou kryštálovej mriežky (Neybergh et al., 1991, Smirnov, 1955, Forgáč et al., 1998) spôsobuje metamorfózu zrážkovej vody na kyslú metalosulfátovú (Franko et al., 1987; Lišková et al., 1994). Vyplavovanie uvoľnených kovov vo forme koloidov, iónových roztokov a organokomplexov (Babčan a Ševc, 1989), ako aj rekompozícia častí iónov do nových minerálnych väzieb s nižšou energiou kryštálovej mriežky (Tritíková et al., 1999; Líntnerová et al., 1999, Kušnierová et al., 1998, Šotník a Šucha, 2001; Križáni a Jeleň, 2002) sú synergické efekty reakcií medzi minerálmi, O, vodou,

kovmi, organickými látkami, zvyškami technogénnych chemikálií, metabolickou aktivitou mikroorganizmov a jej produktmi.

Z výsledkov výskumu vyplýva, že sanácia odkalísk haldovým materiálom, v ktorom už prebiehajú biooxidačné procesy, je vysoko riziková. S takýmto materiálom sa odkalisko „infikuje" tiobaktériami, to vedie k rýchlemu poklesu pH a aj k zrýchleniu zvetrávania sedimentov odkaliska. Tým sa menia aj inžinierskogeologické vlastnosti sedimentov, najmä vo fácii hrádze (substitúcia živca ílovými minerálmi). Vážnym rizikom, napríklad na odkalisku Lintich, je aj ťažba sedimentov, najmä preto, že pri prívalových zrážkach a zakolmatovaní lapačov zrážkovej vody sa môže prerezať hrádza a tým stekutieť piesčité fácie sedimentov

Poďakovanie. Za cenné odborné rady a pomoc ďakujeme doc. RNDr Márii Kušnierovej, CSc., Ing. Ivane Štyriakovej, CSc., Mgr Anne Danákovej, PhD., Ing. Mirke Vlčkovej, Mgr. Andrei Šlesárovej a za technické práce Mgr Nataši Halašiovej.

Literatúra

ANDRÁŠ, P., KRIŽÁNI, I. & KUŠNIEROVÁ, M., 1994. Možnosti využitia bakteriálneho lúhovania zlata z Fe-sulfidických rúd na ložiskách Západných Karpát. *Uhlí a Rudy, 12, 1, 465–470.*

ANDRÁŠ, P. & KRIŽÁNI, I., 1997: Účinok vitriolovej vody na vybrané rudné minerály. *Uhlí a Rudy, 1, 26–31.*

BABČAN, J. & ŠEVC, J., 1989: Štúdium migračných schopností niektorých prvkov na báze organických komplexov *In. Geochémia geologických procesov a životného prostredia. Bratislava, GÚDŠ, 203–208.*

BABČAN, J. & ŠEVC, J., 1994. Olovo v systémoch s organickými látkami. *Mineralia Slov., 26, 5, Geovestník, 13.*

DANÁKOVÁ, A. & VLČKOVÁ, M., 1995: Vzťah substrátu a vegetačného krytu banských hálд na lokalite Lúky pod Tanádom. *Bull. Slov. Bot. Spol., Bratislava, 18, 154–157.*

DOVIČIN, P., 1987: Odkalisko Rudných baní v Banskej Štiavnici – geotechnické vlastnosti kalov. *Manuskript – archív Výskumný ústav inžinierskych stavieb, Bratislava, 12.*

FORGÁČ, J., DVONČ, V. & GERTHOFFEROVÁ, H., 1968: Vybielovanie a rozpad andezitov v laboratórnych podmienkach. *Geol. Práce Zpr., 46, 109–118.*

FRANKO, O., GAZDA, S. & MICHALÍČEK, M., 1975: Tvorba a klasifikácia minerálnych vôd Západných Karpát. *Bratislava, GÚDŠ, 230.*

HOLUB, Z., BANÁSOVÁ, V. & KRIŽÁNI, I., 1991: Vplyv acidifikácie pôdy na rastlinstvo v oblasti ťažby hydrokvarcitov (Šobov). *In: Geológia a životné prostredie, Donovaly, 114–121.*

HRAŠKO, J., LINKEŠ, V., NĚMEČEK, J., NOVÁK, R. & ŠURINA, B., 1991: Morfologický klasifikačný systém pôd ČSFR, Bratislava, 101.

ILAVSKÝ, J., 1987: Nerastné suroviny Slovenska v prehistorických dobách a ich vzťahy ku dnešku. *In: Hornická Příbram ve vědě a technice. ČSVTS Příbram, 19–37.*

KLÍR, S., 1958: Hydrogeologie revíru Ferdinandovy dědičné štoly v Banské Štiavnici. *Geol. Práce Zpr., 13, 105–125.*

KOBESOVÁ, S., 1995: Mineralogicko-geochemické štúdium eolickej migrácie prachu na odkalisku Lintich. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Katedry geochémie PF UK, Bratislava, 44.*

KRIŽÁNI, I., 1991: Vzťahy medzi horninovým prostredím a ľudskými aktivitami na príklade komplexu neovulkanitov Slovenska. *Chránené územia Slovenska, 17, 34–37.*

KRIŽÁNI, I., ŠTEFEK, J. & ZIEGLEROVÁ, D., 1991: Ekologické problémy Štiavnických vrchov vo vzťahu k banskej činnosti. *In: Geológia a životné prostredie (Donovaly – Banská Bystrica), 122–127.*

KRIŽÁNI, I., JELEŇ, S., ANDRAŠ, P. & KUŠNIEROVÁ, M., 1994: Spontaneous biooxidation processes in dumps and their impacts on the landscape. *In. Mineral resources, environment and health. Dep. of Environmental Engineering VŠB, Technical University of Ostrava, 128–188.*

KRIŽÁNI, I. & JELEŇ, S., 2002: Sekundárne minerály banskoštiavnických hálд a odkalísk. *In: Geochémia 2002 Katedra geochémie PF UK, Bratislava, 124–127*

KUŠNIEROVÁ, M., ANDRÁŠ, P. & KRIŽÁNI, I., 1994: The influence of the chemical composition and the crystal structure of arsenopyrite and pyrite on the process of bacterial oxidation. *Mineralia Slov., 26, 4, 272–276.*

KUŠNIEROVÁ, M. & ŠTYRIAKOVÁ, I., 1994. Biotransformácia sulfidov. *In: Biohydrometalurgia III Ústav geotechniky SAV, Košice, 19–25.*

KUŠNIEROVÁ, M. & ŠTYRIAKOVÁ, I., 1995: Vplyv bakteriálnych kultúr rodu *Bacillus* na kvantitatívne premeny niektorých silikátov *In: Úpravnícke technológie – súčasnosť a perspektívy. Katedra úpravníctva a ochrany životného prostredia. Fakulta BERG TU Košice, 141–149.*

KUŠNIEROVÁ, M., ŠTYRIAKOVÁ, I., VAŠKOVA, H. & BÁLINTOVÁ, M., 1998: The utilization of environmental weathering processes in sulphide processing technologies. *In. IVth conference on environment and mineral processing – part 2 VŠB TU, Ostrava. 485–489.*

LABUDA, J., 1985: Vývoj osídlenia CHKO Štiavnické vrchy z hľadiska archeológie. *In. Sprievodca TOP Počúvadlo. ÚVTI Nitra, 13–19.*

LICHNER, M., KUŠNIEROVÁ, E., LICHNER, M., NOVÁK, J. & PODKONICKÝ, L., 1999: Banskoštiavnické tajchy. *Neografia, a. s., Martin, 126.*

LINTNEROVÁ, O., LÍŠKOVÁ, M. & KUŠNIEROVÁ, M., 1999: The environmental impact of acidification in the Banská Štiavnica mining area. *Geol. Carpath., 50, spec. Issue, 190–191.*

LÍŠKOVÁ, M., LINTNEROVÁ, O. & PAUDITŠ, P., 1998: Acidifikácia prostredia na odkalisku Sedem žien pri Banskej Štiavnici. *Mineralia Slov., 31, 2, 131–142.*

LUKAJ, M., 1974. Hydrogeologické faktory ovplyvňujúce možnosti ťažby v doteraz nerozfáraných priestoroch v oblasti Banskej Štiavnice. *In: Materiály z III. celoslovenskej geologickej konferencie, sekcia hydrogeológia. Bratislava, GÚDŠ, 119–123.*

LUKAJ, M., 1977: Prítoky podzemnej vody do ložiska Banská Štiavnica a možnosti jeho odvodňovania v závislosti od rýchlosti realizácie prieskumných prác. *Mineralia Slov., 9, 5, 327–332.*

MAZÚREK, J. 1987: Vplyv ťažby nerastných surovín na prírodné prostredie štiavnickej banskej oblasti. *Stredné Slovensko 6 – Prírodné vedy, 7–48.*

MEER, A., 1883: A selmeci bányavilág érchelér vonalai. Rukopisná mapa 1 : 34 500.

MIRAVKOVÁ-KAŠELOVÁ, J., 1990: Geologicko-hydrogeologická charakteristika širšieho okolia a vlastného ložiska dinasových kremencov na Šobove. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Fakulta BERG, TU Košice, 40.*

NEMBERGH, H., MOUREAU, Z., GERARD, P., VERRAES, G. & SULTEN, E., 1991: Utilizatione des concentration de Bacillus cereus dans les sols comme technique de prospection des gites aurifere. *Chrom. Rech. Min., 502, 37–46.*

SMIRNOV, S. S., 1955: Oxydačná pásma sulfidických ložisiek. *ČSAV, Praha, 304.*

SOMBATHY, L., 1993: Banícka obec Štiavnické Bane. *Spravodaj banského výskumu, 33, 2, 30–44.*

STÖRR, M., BECK, H., ULLRICH, B. & ZWAHR, H., 1983: Sekundärminerale in Kaolinen und Tonen. 2. *Geol. Wiss., Berlín, 11, 9, 1101–1124.*

ŠIMONOVIČOVÁ, A., FRANKOVÁ, E. & VÝBOHOVÁ, M., 1995: Mikrofungy of acidificated region of Banská Štiavnica – Šobov. *Mineralia Slov., 28, 5, 355–356.*

ŠIMONOVIČOVÁ, A., FORGÁČ, J., STREŠKO, V. & VÝBOHOVÁ, M., 1997: The change of soil microbiota under the influence of mining activities. *Mineralia Slov., 29, 6, 431–438.*

ŠOTNÍK, P. & ŠUCHA, V., 2001: Možnosti úpravy kyslého banského výtoku ložiska Banská Štiavnica – Šobov. *Mineralia Slov., 33, 1, 53–60.*

ŠTYRIAKOVA, I. & BALINTOVÁ, M., 1995: Vplyv pôdnych silikátových baktérií rodu *Bacillus* na stabilitu zloženia popolčekov. *In. Nové trendy v úpravníctví. VŠ Banská TU, Poruba, 216–223.*

ŠTYRIAKOVÁ, I., ŠTYRIAK, I. & KUŠNIEROVÁ, M., 1996: Preliminary characterization of *Bacilly* isolated from old mining dumps. *Mineralia Slov., 28, 5, 350–354.*

ŠTYRIAKOVÁ, I., 2000: Biotransformačné procesy primárnych a sekundárnych minerálnych štruktúr mikroorganizmami rodu *Bacillus.* [Dizertačná práca.] *Manuskript – archív Ústav geotechniky SAV. Košice, 76.*

ŠUCHA, V., KRAUS, I., ZLOCHA, M., STREŠKO, V., GAŠPAROVIČOVÁ, M., LINTNEROVÁ, O. & UHLÍK, P., 1997: Prejavy a príčiny acidifikácie oblasti Šobova (Štiavnické vrchy). *Mineralia Slov., 29, 6, 407–416.*

TALMAGE, S. S. & WALTON, B. T., 1991: Small mammals as monitors of environmental contaminants. *Rewiews of Env. Contamination and Toxicology. Vol. 119, Springer Verlag (New York Inc.), 48–99.*

TARÁBAK, N., 1979: Krajina štiavnických vrchov, jej štruktúra, potenciál a ochrana. *In: Problémy ochrany prírody a krajiny na príklade Štiavnických vrchov. Počúvadlo, 9–21.*

TRTÍKOVÁ, S., CHOVAN, M., MADEJOVÁ, J., KUŠNIEROVÁ, M. & ŠTYRIAKOVÁ, I., 1999: Sulphide oxidation products in the Malé Karpaty Mts., SW Slovakia. *Geol. Carpath., 50, 194–195.*

VALOVIČ, R., 1981: Návrh lesníckej rekultivácie banských háld a odkalísk Rudných baní, Banská Štiavnica. KDP, Zvolen, 32–41

VEVERKA, M., 2002: Odstraňovanie starých environmentálnych záťaží z hutníckeho priemyslu v Banskej Štiavnici. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Katedry environmentálneho inžinierstva, Fakulta ekológie a environmentalistiky, TU Zvolen – Banská Štiavnica, 41*

WARD, N. I., BROOKS, R. R. & ROBERTS, E., 1977: Heavy-metal pollution from automotive emissions and its effect on roadiside soils and pasture species in New Zealand. *Environment. Sci. Technol., 11, 917–920.*

YACHONTOVA, L. K. & NESTEROVIČ, L. G., 1982: Rol' bakterij v gipergennom procese na rudnych mestoroždenjach. *Mineralogičeskij žurnal, 4, 1, 3–8.*

YACHONTOVA, L. K., NESTEROVIČ, L. G., LYUBARSKAYA, G. A., ANDREYEVA, L. I., PYŽOV, V. Ch. & BLINOVA, G. K., 1983: Rozrušenije ilikatov s pomoščju bakterii. *Mineralogičeskij žurnal, 5, 2, 28–38.*

Rukopis doručený 12. 9. 2005
Rukopis akceptovaný 21. 2. 2006
Revidovaná verzia doručená 8. 3. 2006

Heavy metals from mining and recovery dump polymetallic waste ore material in surrounding of neovolcanites in the Štiavnické vrchy Mts. area (Central Slovakia): Processes and products of weathering

Archeological artefacts (Labuda, 1985) and the preserved working papers (Ilavský, 1987) document about 2500 years of iron, precious metals and base metals exploitation from the deposits of the Banská Štiavnica stratovolcano caldera. The rock massif is opened by mining works to the depth 900 meters. These mining works exhausted the static resources of underground water and regulated their circulation (Lukaj, 1974). Morfologically multiple relief was diversified by settlement and by line-elements of the infrastructure. The reduced-size picture of the relief is combined by line- point- and superficial, both bulge and convex elements dispersed within the area of 150 km^2 (Mazúrek, 1987), as well as the objects of water-economy system (Lichner, 1999). The timberity and species diversity of the wood vestures (Tarábek, 1979) and waterity of the water-network decreased (Klír, 1958).

Desertification of agriculturally exploited lands in valleys beneath the dump of hydroquartzite quarry on the southern slope of Šobov hill was the impulse for interdisciplinary investigation of the weathering process of the dump- and setting pits as well as of their influence on abiotical and biotical components of the surrounding lands-cape. On the base of chemical, mineralogical and microbiological study (Križáni et al., 1994) was the Šobov dump described as a "spontaneous geobioreactor", in which the rainfall water is transformed to an acid (pH 2 ± 0.3) metasulphate water. Choosed dumps and setting pits became objects of the study for specialists from several research fields from the Slovak Academy of Sciences and from the universities in Bratislava, Banská Bystrica, Košice and Banská Štiavnica.

Locality Štiavnické Bane – Lúky pod Tanádom (Figs. 1a, b) was choosen as a model area for the precious metal – base metal ore dump material weathering processes from the following reasons.

– Historic development of the mining activities is well documented (Meer, 1883; Sombathy, 1993),

– here on the limited area with extent about 1 km^2 is concentrated a group of little dumps from 14. to 17. century, greater dumps from 17. and 19. century as well as of the greatest dump of 900 m deep shaft Roveň from the 20. century,

– the elements of the water-economical system from 15. and 19. centuries are still well preserved in the country relief,

– material swashed from the area is accumulated in the depresion without any drain bellow the Wolf shaft,

– soil with grass vesture is exploited as a veldt--meadow

The soil developed on pyroxene andesite not influenced by mining activities (locality I) soil and soil-forming substrate of choosen groups of the oldest (locality III) and younger dumps (locality IV) were investigated by sonds (Fig. 1b). Also sediments from three various setting pits were investigated. The oldest setting pit is Suchý

Tajch (Fig. 1a), being formed by charging of the water suply Dolná Windšachta by waste after gravitation recovery in the first half of 19. century. The Lintich setting pit (Figs. 1a, 1c) contains waste from flotation dressing plant near František shaft from the period 1964–1974. It is situated in the place of crushed water suply In the Sedem žien setting pit the waste from flotation dressing plant Nová shaft was accumulated and was utilized from 1975 to 1994.

At the setting pit Suchý Tajch the sample material from the borehole located in the centre of the object was investigated. Sediments of the setting pit Lintich (locality V) were studied by hand made 1.5 m deep sonds (Fig. 10).

The Tab. 1 shows that the A0 horizon is in comparison both with soil forming substrate of the reference area and with soil from older dumps depleted in SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 and K_2O. The same A0 horizon is enriched in FeO. The average contents of selected elements from localities I–IV are documented at Tab. 2. The average Mn contents are higher in soil and in soil forming substrate of younger dumps where the propilitized rocks prevail. The carbon content in death bio-mass and in soil horizon A0 increase in direction from locality I. to locality III. In soil forming substrates its content is low and vary in a narrow range. Mediate high contents of selected elements in water leachings and in 3M HCl leachings of soil samples from localities I–V (Tab. 3) document their solubility and speciation.

Variation of macro-components in dump sediments is narrow (Tab. 4). Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd and Ag contents in the clay fraction of the upper 5 cm soil layer versus contents in dry flotation foam of the same samples (Tab. 5) are higher in two place values in comparison with fraction < 2 μm. Crystallization of secondary metastable phases at the end of the capillar system is documented in Figs. 9c and 11c, d. They were identified using X-ray difraction as Fe- and Mn-hexahydrates with gypsum admixtures (Šamajová in Kobesová, 1996).

Tab. 6 shows results of the identification of bacteria species These results are confronted with results from other localities of Banská Štiavnica ore field. The results of *ATT* bacteria containing meta-sulphate water from Šobov interaction with selected sulphides from heavy fraction of sediments from Sedem žien dump are presented at Figs. 13a–j.

Cumulation coefficients sensu Talmage and Walton (1991) show contents of the investigated element in compared components of soil profil using ration number (Tabs. 7, 8). These cumulation coefficients facilitate weigh the mobility of the elements. The differences reflect both the different composition of compared sediments and the reference area as well as the different weathering stage and the soil forming process at the older and younger dumps (Fig. 14).

The youngest dump from the end of the 20. century is built by mining waste. Its surface is without soil cover On the medieval dumps is possible distinguishing two (A, C) or three (A, A/C, C) soil horizons. Bv horison is not developed. Only on the Babčo dump are observable indications of brown colour in A/C horizon The oldest dumps manifest the soil development process from typical antro--soil (ANm^b) to kambi-soil (KMm) The mould A horizon has thickness from 6 to 24 cm. C horizon is formed by weathered mining waste. Contents of heavy metals in soils from old and medieval dumps several times exceed contents described in soils by numerous authors (cf. Beneš, 1994)

Sulphide oxidation (Fig. 7) and their transformation to sulphate, oxyhydroxide and oxide compounds (Figs. 9, 11c, d, 13) is the result of *Thiobacteria* metabolic activity. The accessory effect is the drainage waters oxidation (pH < 2; cf Franko et al., 1987) caused also by their contamination by heavy metals and Al. The field investigation of selected mining waste (Kušnierová and Štyriaková, 1995) and base metal metallurgy (Veverka, 2002) showed that the dump material is not stable and after some period there start biogenous processes (Andráš et al., 1994; Kušnierová et al., 1994, Kušnierová et al., 1997).

Dumps and setting pits composed of multicomponental material. These technogenous sediments constitute in subaeric a highly reactive material. Their grain size and variable mineral composition with sulphides represent a favourable conditions for development of aerobic as well as of anaerobic, litho- and heterotrophic bacteria (Yachontova and Nesterovič, 1982; Yachontova et al., 1983; Kušnierová and Štyriaková, 1995, Šimonovičová et al., 1996; Štyriaková et al., 1996) Sulphide decomposition (Neybergh et al., 1991, Smirnov, 1955, Forgáč et al., 1998) alternate rainfall water to acid metasulphate drainage water (Franko et al., 1987; Líšková et al., 1994), wash up metallic ions in coloidal form, ionic solutions and organic complexes (Babčan and Ševc, 1989) and form new minerals with lower energetic level of crystal lattice (Trtíková et al., 1999; Lintnerová et al., 1999, Kušnierová et al., 1998; Šotník and Šucha, 2001; Križáni and Jeleň, 2002). It is the result of synergetic reactions among minerals, oxygen, water, metals, organic matter, rests of technogenous chemicals, metabolic activity of microorganisms and of their products.

The results of the investigation show that the remediation of setting pits by dump material in which biological oxidation processes started is very substandard Such a material may influence sediments in setting pit by *Thiobacteria*, effect decrease of the pH and accelerate weathering of the sediments. The mentioned development cause changes of the engineering-geological characteristic of the sediments, mainly in the dam-facies (substitution of feldspars by clay minerals). The exploitation of the sediments from Lintich setting pit represent a serious hazard because of rainfall water traps destruction, which can cause the cutting of the dam and to fluiding of sand facies sediments.

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 303–312

Chemické zloženie sulfosolí na lokalite Chyžné-Herichová

TÍMEA BÁLINTOVÁ, DANIEL OZDÍN a MARTIN ŠTEVKO

Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; timea.balintova@post.sk

Chemical composition of sulphosalts from the occurrence Chyžné-Herichová

We studied hydrothermal stibnite-tungsten mineralization associated with granitoid rocks in the locality Chyžné-Herichová. Mineralization is connected with Cretaceous tectonic and magmatic processes. On the locality we identified rich assemblages of sulphosalts and sulphides. The zinkenite and jamesonite are the most common. Zinkenite frequently forms the idiomorphic needle crystals in coexistence with sphalerite, tetrahedrite and stibnite. Its chemical composition is characteristic by enriched Ag (up to 0.41 wt. %), Cu (up to 1.83 wt. %), Zn (up to 1.60 wt. %), Cd (up to 0.09 wt. %), Fe (up to 0.18 wt. %) and Bi (up to 0.13 wt. %). Trace of Cl and lower sum shows on the possibility of presence of oxygen. Calculated on stoichiometry value of oxygen is O = 0.135 *apfu* (if all Ag + Cu is monovalent) or O = 0.355 *apfu* (if all Ag + Cu is divalent). Ag sulphosalts are represented by lillianite homologous. Gustavite I is characteristic by richest content of Cd (up to 1.55 wt. %), gustavite II by richest content of Sb (0.37–16.73 wt. %) and heyrovskýite contains from 0.15 to 0.93 wt. % Cd. Characteristic sulphosalt of this locality is andorite that forms microscopic grains in stibnite. Andorite contains 0.21–0.22 *apfu* Cu (up to 1.62 wt. %) and 0.01–0.02 *apfu* Cd (up to 0.33 wt. %) and values of andorite molecule are from 97.76 to 101.38 % (andorite VI, senandorite, respectively). In the locality we described two types of tetrahedrite with different content of Ag and Cu. From other sulphosalts and sulphosalts-like sulphides there occur robinsonite, chalcostibite, jamesonite, berthierite, stibnite, galena, kermesite and from elements the native bismuth. Chemical composition of these minerals is not exceptional.

Key words: sulphosalts, stibnite and tungsten mineralization, lillianites, homologous, andorite, tetrahedrite, Chyžné, Veporicum Unit, Carpathians, Slovak Republic

Úvod

Lokalita Chyžné-Herichová leží asi 3 km na SSV od Chyžného v Stolických vrchoch v nadmorskej výške okolo 450 m n. m. a patrí medzi slabo preskúmané rudné výskyty tejto oblasti. Ešte pred rokom 1900 lokalitu dvoma štôlňami otvorila budapeštianska firma Božia pomoc, ktorá tam ťažila Sb rudu. V roku 1937 ju odkúpil K. Horal so spoločníkom R. Grohom a do roku 1939 zo spodnej štôlne vyťažili 10 t Sb rudy. V roku 1941 lokalitu predali Antimonitovej účastinnej spoločnosti so sídlom v Banskej Bystrici, no tá žiadne ďalšie práce nevykonávala (Horal, 1971). V rokoch 1952–1955 tam prebiehal geologický prieskum, z ktorého sa však žiadne podklady nezachovali.

Mineralógiou lokality sa zaoberal Bachňák (1961), a najmä Kantor (1955a), ktorý po prvý raz uviedol výskyt sulfosolí a mikroskopickým štúdiom z nich predbežne identifikoval iba jamesonit. Nám sa mineralogicky podarilo identifikovať široké spektrum sulfosolí a výsledky publikujeme v tomto príspevku.

Geologickoložisková charakteristika

Lokalita Chyžné-Herichová (obr. 1) leží vo veporskej časti blízko styku gemerika a veporika. Gemerikum je na veporikum nasunuté pozdĺž lubenícko-margecianskej línie, prebiehajúcej v smere SV–JZ približne medzi Revúckou Lehotou, Koprášom a Rochovcami (Kantor,1955a). V okolí sa nachádzajú horniny kryštalinika veporika, a najmä jeho paleozoicko-mezozoického obalu.

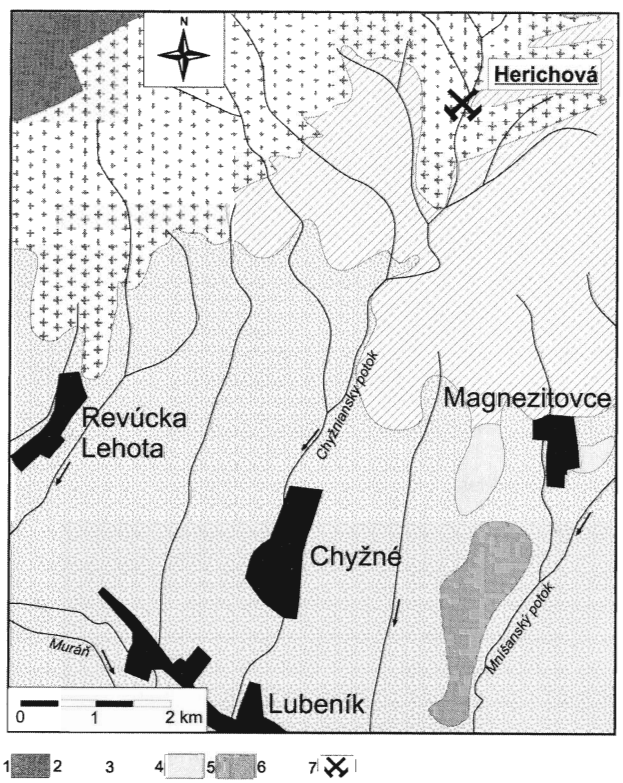
Obalovú sériu v južnej časti veporika tvorí mladopaleozoická revúcka skupina so zachovanými výskytmi mezozoickej föderatskej skupiny v nadloží. V revúckej skupine možno vyčleniť slatvinské (karbón) a rimavské (perm) súvrstvie (Vozárová a Vozár, 1982). Pre slatvinské súvrstvie je charakteristická cyklická stavba so striedajúcimi sa dobre vyvinutými pieskovcovými telesami s relatívne jemnejšími sedimentmi, pôvodne aleuropelitmi (Vozárová a Vozár, l. c.) Hrúbka súvrstvia sa odhaduje na 700–800 m a jeho vek bol na základe sporomorf doložený ako karbónsky (stefan C–D, Planderová a Vozárová, 1978) Významným litologickým členom súvrstvia je čierna (grafitická) bridlica, ktorej polohy sú hrubé 30–50 m (Vozárová a Vozár, 1988).

Rimavské súvrstvie vystupuje v nadloží slatvinského pozdĺž lubenícko-margecianskej línie v tektonickom styku s vyššou príkrovovou jednotkou – gemerikom, čo spôsobilo silnú kataklastickú deformáciu jeho litologických členov Obsahuje hrubé gradačne zvrstvené lavice pieskovca a piesčitého zlepenca (Vozárová a Vozár, 1988).

Hrúbka súvrstvia sa odhaduje na 400–500 m a jeho vrchnopermský vek bol doložený na základe litologického zloženia a ojedinelých nálezov sporomorf (Planderová a Vozárová, 1978).

Pre styk gemerika a veporika sú typické granitové intrúzie sprevádzané kontaktnou metamorfózou. Granitové telesá prenikali hlavne pozdĺž lubenícko-margecianskej línie, blízko ktorej vystupuje jazykovitá intrúzia rimavického granitu (Grecula, 1994). Tento granit sa vyznačuje leukokratnou povahou, drobným a rovnomerne zrnitým vývojom, ako aj masívnou textúrou. Miestami porfyrický charakter nadobúda pri obsahu porfyroblastov metasomatického mikroklínu (Kamenický, 1977). Vek granitu sa nedá určiť jednoznačne. Finger et al. (2003) na základe datovania monazitu elektrónovým mikroanalyzátorom stanovili vek žily leukokratného granitu typu S v rimavickom granite na 367 ± 34 miliónov rokov (karbón), ale najnovšie geologické pozorovania tímu ŠGÚDŠ v Bratislave (Hraško – ústna informácia, 2004) signalizujú, že časť rimavického granitu je alpínskeho veku (trias – jura)

Mineralizácia na lokalite sa viaže na rudnú žilu so smerom 45–50° a sklonom 60° na JV a vyznačuje sa premenlivou hrúbkou od niekoľkých cm do vyše m (Kantor, 1955b)



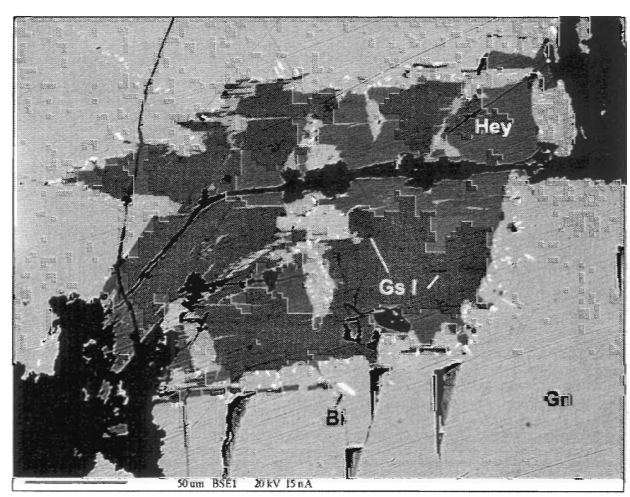
Obr. 1. Geologická mapa okolia Chyžného (podľa Bajaníka et al., 1984, upravené) *Veporikum*. 1 – hrubozrnné migmatity, ortoruly a granity kráľovohoľského komplexu. 2 – jemnozrnný až strednozrnný leukokratný granit (stredná kriedа). 3 – metamorfovaný jemnozrnný pieskovec cyklicky sa striedajúci s fylitickými bridlicami (karbón) slatvinského súvrstvia. 4 – metamorfovaný pieskovec s polohami fylitických bridlíc (perm) rimavského súvrstvia. *Gemerikum*. 5 – metamorfovaný pieskovec a fylity (karbón) ochtinského súvrstvia. *Kvartér* 6 – nečlenené kvartérne sedimenty 7 – lokalita Chyžné-Herichová

Fig. 1. Geological map of the vicinity of Chyžné village (after Bajaník et al., 1984; adapted). *Veporicum Unit:* 1 – coarse-grained migmatites, orthogneisses and granites of the Kráľova hoľa Complex, 2 – fine- to medium-grained leucocrate granites (Middle Cretaceous), 3 – metamorphosed fine-grained sandstones cyclically alternating with phyllite schists (Carboniferous) of Slatvina Formation, 4 – metamorphosed sandstones with layers of phyllite schists (Permian) of Rimava Formation, *Gemericum Unit:* 5 – metamorphosed sandstones and phyllites (Carboniferous) of Ochtiná Formation, *Quaternary:* 6 – undifferentiated Quaternary sediments, 7 – occurrence Chyžné-Herichová

Metodika

V rokoch 2001–2004 sme odobrali vzorky z haldy štôlne pri potoku, vybrali sme z nich materiál s možným výskytom sulfosolí, ktorý sme skúmali v odrazenom svetle na polarizačnom mikroskope Zeiss Jena Jenapol na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. Na štúdium vzájomných vzťahov minerálov pomocou spätne odrazených elektrónov (BSE), na zistenie ich chemického zloženia a identifikáciu sme použili elektrónový mikroanalyzátor CAMECA SX100 (ŠGÚDŠ v Bratislave) pri nasledujúcich podmienkach merania: urýchľovacie napätie 20 kV, vzorkový prúd 15 a 20 nA, priemer elektrónového lúča 1–10 μm. Pri meraní sa použili tieto štandardy a ich spektrálne čiary: $CuFeS_2$ (Cu Kα, Fe Kα, S Kα), PbS (Pb Mα), Ag (Ag Lα), Cd (Cd Lα), ZnS (Zn Kα), Mn (Mn Kα), Bi_2Se_3 (Bi Lα), Sb_2S_3 (Sb Lβ), HgS (Hg Lα), FeAsS (As Kβ) a NaCl (Cl Kα). Na dosiahnutie skutočného obsahu Cd v mineráloch obsahujúcich Ag sa použila korekcia.

Obrázky sa zhotovili pomocou spätne odrazených elektrónov pri urýchľovacom napätí 20 kV a vzorkovom prúde 15 nA na prístroji CAMECA SX100 (ŠGÚDŠ v Bratislave) pri maximálne zaostrenom lúči.



Obr. 2. Gustavit I (Gs I) s heyrovskýitom (Hey) a bizmutom (Bi) v galenite (Gn).

Fig. 2. Gustavite I (Gs I) with heyrovskýite (Hey) and bismuth (Bi) in galena (Gn).

Čísla lillianitových homológov (N) a mol. % boli vypočítané podľa týchto vzorcov $N = -1+(1/(Sb_i+(Pb_i/2)-0,5))$, kde $Pb + Sb + Ag = 1$, mol. % = $1-(2Sb_i-Pb_i-1)/6(Pb_i/2+Sb_i-5/6) \times 100$, kde Sb_i a Pb_i sú vypočítané z $Sb_i + Pb_i + Ag_i = 1$ (Makovicky a Karup-Møller, 1977, Moëlo et al., 1984). Iniciálny obsah prvkov, napr Sb_i, sa vyráta zo vzorca Sb = Sb/Σkat. ako pomer obsahu prvku (v atóm. %) a sumy atómových % všetkých katiónov.

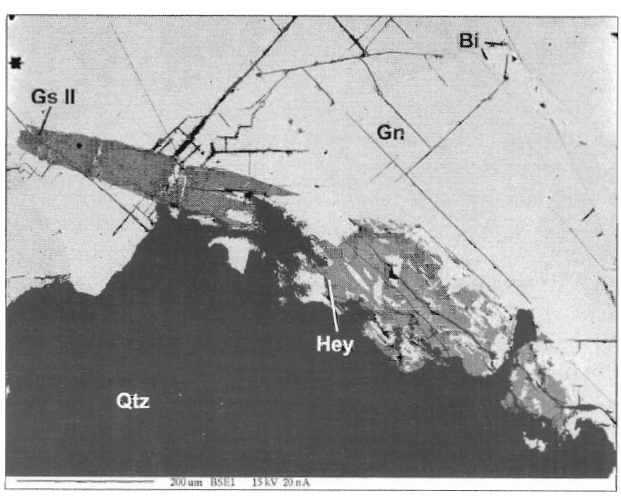
Názvy minerálov a kryštalochemické vzorce sú podľa Ozdína a Uhera (2001)

Výsledky

Na lokalite sme identifikovali nasledujúce sulfosoli: andorit $PbAgSb_3S_6$, berthierit $FeSb_2S_4$, gustavit $PbAgBi_3S_6$, heyrovskýit $(Pb,Ag)_5Bi_3S_8$, chalkostibit $CuSbS_2$, jamesonit $Pb_4FeSb_6S_{14}$, robinsonit $Pb_4Sb_6S_{13}$, tetraedrit $(Cu,Fe,Ag,Zn)_{12}Sb_4S_{13}$ a zinkenit $Pb_9Sb_{22}S_{42}$. Na doplnenie minerálnej paragenézy a pre blízku kryštalochemickú príbuznosť uvádzame aj sulfidy – antimonit Sb_2S_3, galenit PbS a kermezit Sb_2S_2O.

Sulfosoli homologického radu lillianitu

Gustavit. Na lokalite sú dva typy gustavitu (obr 2). Gustavit I sa vyskytuje v minerálnej asociácii spolu s heyrovskýitom a bizmutom, kde vytvára maximálne 400 µm veľké hypidiomorfné až alotriomorfné kryštály zarastajúce do hrubokryštalického galenitu Gustavit II tvorí veľmi zriedka maximálne 11 µm veľké idiomorfné exsolúcie (?) v gustavite I, ktorý sa nachádza v galenite v asociácii s bizmutom alebo vytvára v idiomorfných ihličkách sulfosolí prechody do gustavitu I Gustavit II je v spatne odrazených elektrónoch tmavší ako gustavit I (obr 3) Chemické zloženie gustavitu (tab 1) je charakteristické vyšším obsahom stopových prvkov – Sb, Fe a Cd Klasifikačný diagram lillianitových homológov s analýzami gustavitu z Chyžného



Obr. 3. Gustavit I (Gs I) v heyrovskýite (Hey) v asociácii s galenitom (Gn) a bizmutom (Bi).

Fig. 3. Gustavite I (Gs I) in the heyrovskýite (Hey) in association with galena (Gn) and bismuth (Bi).

Tab. 1
Vlnovodisperzné mikroanalýzy gustavitu I, II a heyrovskýitu (v hm. %)
Electron-microprobe analysis of gustavite and heyrovskýite (wt. %)

	gustavit I		gustavit II	heyrovskýit	
	rozmedzie	priemer (16)	1 analýza	rozmedzie	priemer (13)
Fe	0,00–0,32	0,05	0,03	0,00–0,03	0,01
Cu	0,01–0,07	0,02	0,05	0,00–0,05	0,01
Ag	5,06–7,32	5,97	8,77	6,72–9,81	8,49
Pb	25,70–32,04	29,76	22,29	31,26–40,35	35,44
Zn	0,00–0,07	0,01	0,02	0,01–0,06	0,03
Cd	1,19–1,55	1,38	0,83	0,42–0,93	0,71
Sb	0,07–0,42	0,25	0,57	0,07–0,26	0,17
Bi	44,49–48,85	47,20	51,46	37,07–42,80	40,05
Cl	0,01	0,01	0,00	0,00–0,04	0,01
S	16,46–16,94	16,66	16,68	15,77–16,30	16,10
Suma	100,46–101,86	101,30	100,71	100,66–101,78	101,02

je na obr. 4. Medzi analýzami gustavitu I a gustavitu II nie je pozvoľný substitučný prechod (obr. 4). Číslo homológu N, vypočítané na základe mikrosondových analýz, sa pohybuje od 3,93 do 4,69 (priemer 4,13) a je blízke teoretickej hodnote lillianitových homológov N = 4. Vypočítané % substitúcie je od 54,55 do 71,97 mol. % (priemer 61,10 mol. %) pri gustavite I a 79,57 do 93,86 mol % pri gustavite II Priemerný kryštalochemický vzorec gustavitu z Chyžného-Herichovej (prepočet na 11 atómov) je pri

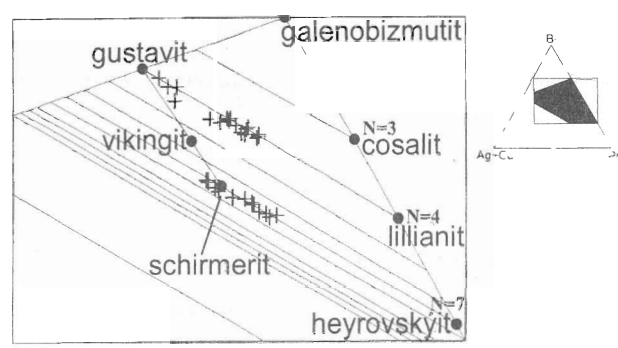
gustavite I

$(Pb_{1,65}Cd_{0,14}Fe_{0,01})_{1,80}Ag_{0,63}(Bi_{2,59}Sb_{0,02})_{3,01}S_{5,95}$ a pri

gustavite II (obr. 2 a 3)

$(Pb_{1,22}Cd_{0,08}Fe_{0,01})_{1,31}(Ag_{0,92}Cu_{0,01})_{0,93}(Bi_{2,80}Sb_{0,05})_{2,85}S_{5,90}$

Heyrovskýit sa vzácne vyskytuje v minerálnej asociácii s gustavitom a bizmutom, kde v hrubokryštalickom galenite vytvára najviac 0.6 mm veľké idiomorfné kryštály. Počítané číslo homológu N je od 6.55 do 7.17 (priemer 6.87), čo zodpovedá členu lillianitovej homologickej série N = 7 (obr 4) Vypočítané % substitúcie je od 46.58 do 64.21 % (priemer 56 58 %) Pre chemické zloženie heyrovskýitu (tab 1) je charakteristický najma vyšší obsah stopových prvkov – Sb 0.01–0.04 a Cd 0,06–0,14 *apfu* Priemerný kryštalochemický vzorec heyrovskýitu z Chyžného je (prepočet na 16 atómov) $(Pb_{2,88}Ag_{1,32}Zn_{0,01}Cd_{0,11})_{4,32}(Bi_{3,22}Sb_{0,02})_{3,24}(S_{8,44}Cl_{0,01})_{8,45}$

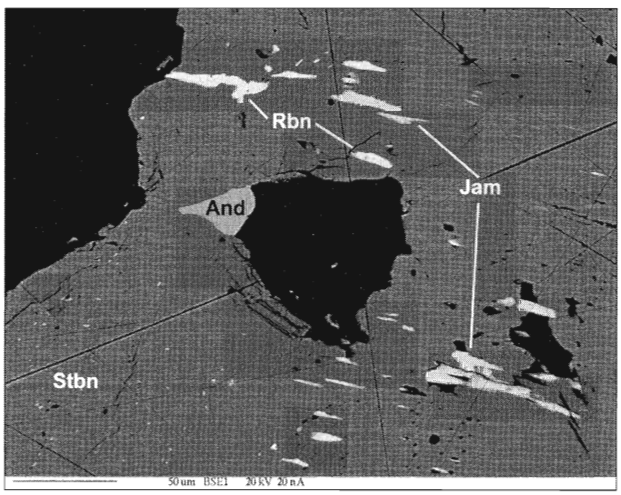


Obr. 4. Trojuholníkový diagram lillianitovej homologickej série.

Fig. 4. Triangular diagram of homologous series of lillianite.

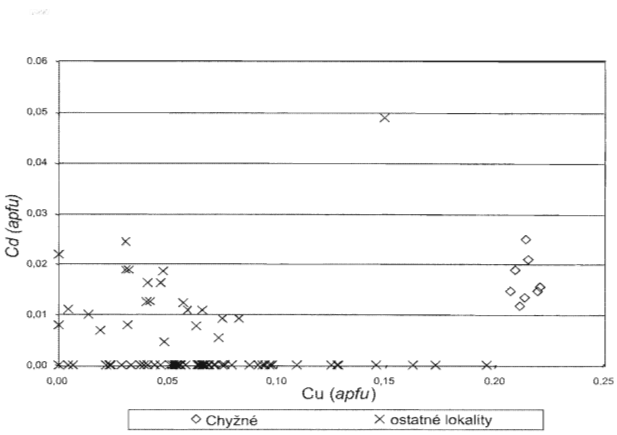
Tab. 2
Vlnovodisperzné mikroanalýzy andoritu, robinsonitu a zinkenitu (v hm. %)
Electron-microprobe analysis of andorite, robinsonite and zinkenite (wt. %)

	andorit		robinsonit		zinkenit	
	rozmedzie	priemer (8)	rozmedzie	priemer (5)	rozmedzie	priemer (24)
Fe	0,07–0,16	0,12	0,01–0,03	0,01	0,01–0,18	0,02
Cu	1,52–1,62	1,57	0,01–0,05	0,02	0,21–0,41	0,27
Ag	9,59–9,95	9,79	0,04	0,04	0,09–0,31	0,22
Pb	22,96–23,49	23,29	40,85–41,64	41,21	29,83–31,66	30,95
Zn	0,02–0,05	0,02	0,01–0,05	0,01	0,01–0,68	0,20
Cd	0,15–0,33	0,22	0,02–0,10	0,06	0,01–0,09	0,02
Sb	41,39–42,39	41,92	36,33–37,39	36,76	42,98–45,26	44,20
Bi	0,05–0,32	0,11	0,01–0,21	0,06	0,02–0,88	0,12
Cl	0,02–0,05	0,03	0,01–0,04	0,03	0,02–0,05	0,03
S	22,03–22,45	22,11	20,91–21,16	21,03	22,07–22,81	22,40
Suma	98,64–100,02	99,19	98,46–99,82	99,22	98,01–101,08	98,34



Obr. 5. Andorit (And) s ihličkami jamesonitu (Jam) a robinsonitu (Rbn) v antimonite (Stbn).

Fig. 5. Andorite (And) with jamesonite (Jam) and robinsonite (Rbn) needles in the stibnite (Stbn).



Obr. 6. Obsah Cd a Cu v andorite (len andorit bez zvýšeného obsahu Bi).

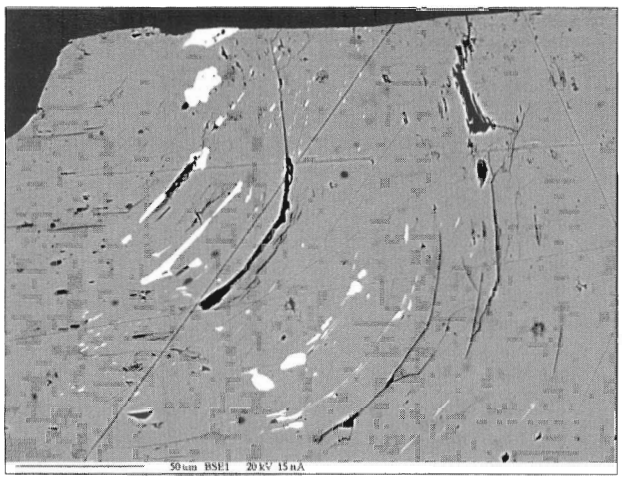
Fig. 6. Content of Cd and Cu in andorite (only Bi-poor andorite).

Andorit sa vyskytuje v asociácii s jamesonitom a robinsonitom v kremenno-kalcitovo-antimonitovej žilovine a tvorí alotriomorfné (obr 5) najviac 30 μm veľké inklúzie v chemicky homogénnom celistvom antimonite. Chemické zloženie andoritu (tab 2) je charakteristické najmä zvýšeným obsahom Cu (0,21–0,22 *apfu*) a Cd (0,01–0,02 *apfu*) (obr 6), ale aj Cl (0,01 *apfu*) Okrem prvkov v tab. 2 sa orientačne sledoval aj obsah As, Mn a Hg. Andorit z Chyžného obsahoval 0,12 hm % As a pri Mn a Hg sa namerala nulová koncentrácia. Vypočítané číslo homológu N je od 3,92–4.10 (priemer 4,03), čo dobre koreluje s teoretickou hodnotou lillianitového homológu N = 4 Analýzy andoritu nadobúdajú hodnotu 97,76–101,38 % (priemer 99,15 %) andoritovej molekuly a na tomto základe ho možno priradiť k andoritu VI, tzv. senandoritu. Priemerný kryštalochemický vzorec andoritu z lokality Chyžné-Herichová je (prepočet na 11 atómov) $(Pb_{0,98}Cd_{0,02}Fe_{0,02})_{1,02}(Ag_{0,79}Cu_{0,21})_{1,00}Sb_{2,99}(S_{5,98},Cl_{0,01})_{5,99}$.

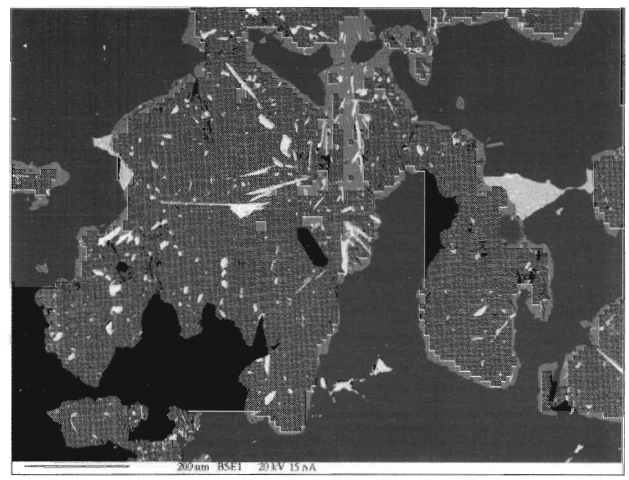
Pb-Sb ± (Cu, Fe) sulfosoli

Robinsonit sme identifikovali iba v jednej vzorke. Vystupuje v minerálnej asociácii s jamesonitom a andoritom na antimonitových žilkách v mliečnobielom kremeni a tvorí maximálne 60 μm veľké hypidiomorfné až alotriomorfné inklúzie v celistvom chemicky homogénnom antimonite (obr. 7). Má stabilné chemické zloženie bez výraznejšieho obsahu akejkoľvek prímesi (tab. 2). Okrem analyzovaných prvkov v tab. 2 sme namerali aj nulový obsah As a Hg Priemerný kryštalochemický vzorec robinsonitu je $Pb_{3,95}Cd_{0,01}Cu_{0,01})_{3,97}(Sb_{5,99}Bi_{0,01})_{6,00}(S_{13,01}Cl_{0,01})_{13,02}$.

Zinkenit patrí medzi najhojnejšie sulfosoli lokality Vystupuje vo viacerých minerálnych asociáciách (obr 8, 9 a 11) a najčastejšie vytvára maximálne 0,2 mm veľké idiomorfné až alotriomorfné ihlicovité kryštály prevažne vo sfalerite, antimonite, a tetraedrite. Vyskytuje sa v asociácii aj s chalkopyritom, hübneritom, pyritom a arzenopyritom v kremeni Chemické zloženie zinkenitu (tab. 2)



Obr. 7. Plasticky deformovaný antimonit (sivý) s robinsonitom (biely).
Fig. 7. Plastic deformation of stibnite (grey) with robinsonite (white).



Obr. 8. Ihlice zinkenitu (biely) vo sfalerite (tmavosivý) s antimonitom (svetlosivý) v kremeni (čierny).
Fig. 8. Needle of zinkenite (white) in sphalerite (dark grey) with stibnite (light grey) in the quartz (black).

je charakteristické zvýšenou koncentráciou najmä dvojmocných prvkov (Cu, Zn, Ag, Fe, Cd), zriedkavejšie aj Bi (maximálne 0,88 hm. %). Okrem meraných prvkov v tab. 2 sme zistili nulový obsah As, Mn a Hg. Priemerný kryštalochemický vzorec zinkenitu je (prepočet na 73 atómov) $(Pb_{8\,91}Zn_{0\,17}Fe_{0\,02}Cd_{0\,01})_{9\,11}(Cu_{0\,31}Ag_{0\,13})_{0\,44}(Sb_{21\,66}Bi_{0\,03})_{21\,69}(S_{41\,70}Cl_{0\,06})_{41\,76}$ a po dopočítaní kyslíka do stechiometrie $(Pb_{8\,91}Zn_{0\,17}Fe_{0\,02}Cd_{0\,01})_{9\,11}(Cu_{0\,31}Ag_{0\,13})_{0\,44}(Sb_{21\,66}Bi_{0\,03})_{21\,69}(S_{41\,70}O_{0\,14}Cl_{0\,06})_{41\,90}$.

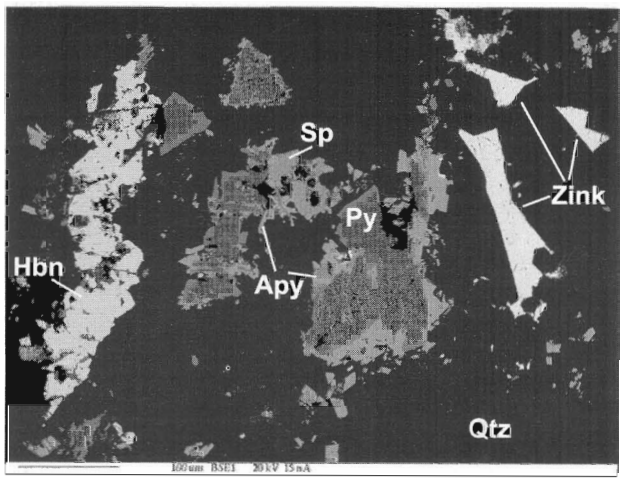
Kyslík sme do stechiometrie dopočítali na základe nízkych súm indikujúcich jeho prítomnosť. Kyslík sa dopočítal tak, aby bola molekula elektroneutrálna.

Chalkostibit je na lokalite pomerne hojný. Makroskopicky vytvára hrubosteblovité zhluky (obr. 1 – na zadnej strane obálky MS-2/2006) najviac 20 mm veľké v kremennej žile s antimonitom, sfaleritom a tetraedritom, ktoré niekedy bývajú potiahnuté tenkým povlakom sekundárnych minerálov. Dutiny kremennej žiloviny vypĺňa kalcit, v ktorom chalkostibit vystupuje v podobe olovenosivých tenkotabuľkovitých kryštálov a ich zrastov s intenzívnym pozdĺžnym ryhovaním (obr. 2 – na zadnej strane obálky MS-2/2006) maximálne veľkých až 10 mm, ktoré narastajú na kryštalický kremeň spolu s kryštálmi antimonitu, jamesonitu a sfaleritu. Chemickým zložením (tab. 3) je blízky teoretickému chalkostibitu, iba miestami je zvýšený obsah stopových prvkov, a to Bi 0,11–0,35 hm. %, Zn 0,12–0,28 hm. % (0,01 *apfu*), v menšej miere aj Ag (0,01–0,02 hm. %), Cl (najviac 0,02 hm. %) a Pb (0,05–0,10 hm. %). Priemerný kryštalochemický vzorec chalkostibitu z Chyžného-Herichovej (prepočet na 4 atómy) je $(Cu_{1\,00}Zn_{0\,01})_{1\,01}Sb_{1\,01}S_{1\,98}$.

Jamesonit je na lokalite najhojnejšou sulfosoľou a je často pozorovateľný aj makroskopicky. Najčastejšie vypĺňa dutiny v kremeni, tvorí v nich plstnaté agregáty

Tab. 3
Vlnovodisperzné mikroanalýzy chalkostibitu, jamesonitu a berthieritu (v hm. %)
Electron-microprobe analysis of chalcostibite, jamesonite and berthierite (wt. %)

	chalkostibit		jamesonit		berthierit	
	rozmedzie	priemer (4)	rozmedzie	priemer (5)	rozmedzie	priemer (4)
Mn	–	–	–	–	0,04	0,04
Fe	0	0	2,50–2.64	2,56	12,46–12,77	12,63
Cu	25,40–25,75	25,59	0,04–0,50	0,12	0,03–0,09	0,05
Zn	0,12–0,28	0,21	0,00–0,02	0,01	0,01	0,01
As	–	–	–	–	0,24–0.51	0.37
Ag	0,01–0,02	0,01	0,01–0,21	0,09	0	0
Cd	0,01–0,04	0,02	0,02–0,06	0,03	0,03–0,08	0.04
Hg	–	–	–	–	0,00–0,04	0.02
Pb	0,05–0,10	0,07	38,89–39,74	39,41	0,04–0,36	0,18
Sb	49,34–49,94	49,57	34,77–35,25	35,07	55,53–57.32	56.35
Bi	0.11–0,35	0,17	0,00–0,30	0,15	0,01–0.36	0,09
Cl	0,02	0,02	0,03–0,07	0,05	0,01–0.02	0,01
S	25,15–26,09	25,53	21.48–21,68	21,62	29.35–29,87	29,59
Suma	100,86–101,47	101,20	98,97–99,40	99,12	98,82–100,08	99,16



Obr. 9. Zinkenit (Zink) v asociácii s hübneritom (Hbn), arzenopyritom (Apy), pyritom (Py) a sfaleritom (Sp) v kremeni (Qtz).
Fig. 9. Zinkenite (Zink) in association with hübnerite (Hbn), arsenopyrite (Apy), pyrite (Py) and sphalerite (Sp) in quartz (Qtz).

z ihlicovitých kryštálov oceľovosivej farby dlhé najviac 5 mm, ktoré neskôr často vyplnil mladší kalcit. Jamesonit tvorí zhluky hypidiomorfných až alotriomorfných kryštálov v asociácii s tetraedritom, chalkopyritom (obr. 10), sfaleritom a zinkenitom alebo maximálne 90 μm veľké inklúzie v antimonite v asociácii s andoritom a robinsonitom (obr. 5). Priemerné chemické zloženie jamesonitu uvádza tab. 3. Všetky namerané koncentrácie Hg a As v jamesonite nadobúdali nulovú hodnotu. Priemerný kryštalochemický vzorec jamesonitu je (prepočet na 25 atómov) $(Pb_{3.92}Cd_{0.01})_{3.93}(Cu_{0.04}Ag_{0.02})_{0.06}Fe_{0.95}(Sb_{5.98}Bi_{0.02})_{6.00}(S_{14.00}Cl_{0.03})_{14.03}$

Berthierit tvorí prizmatické ihličkovité maximálne 12 mm dlhé a 1.5 mm hrubé kryštály oceľovosivej farby, miestami s modrými až hnedými nábehovými farbami.

Tab. 4
Vlnovodisperzné mikroanalýzy dvoch typov tetraedritu (wt. %)
Electron-microprobe analyses of two types of tetrahedrite (wt. %)

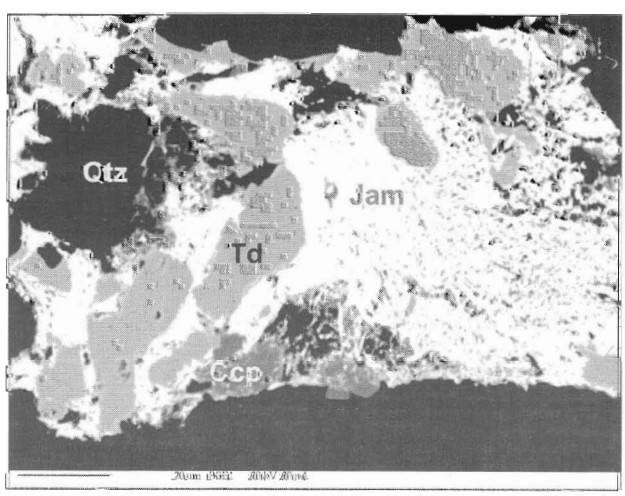
	tetraedrit I		tetraedrit II	
	rozmedzie	priemer (17)	rozmedzie	priemer (5)
Fe	4,44–5,72	5,27	2,50–5,17	4,50
Cu	26,45–29,40	28,34	31,61–37,02	33,09
Zn	0,80–3,26	1,64	1,51–4,63	2,38
As	0,06–0,35	0,14	0,01–1,48	0,61
Ag	11,68–14,58	12,81	0,48–8,59	6,17
Cd	0,02–0,20	0,09	0,01–0,11	0,04
Hg	0,01–0,20	0,03	0,08–0,33	0,15
Sb	27,26–28,27	27,76	25,53–28,26	27,31
Bi	0,00–0,45	0,10	0,07–0,21	0,06
S	23,26–23,79	23,58	24,07–25,19	24,51
Suma	98,53–101,20	99,78	98,56–99,39	98,81

Poznámka: tetraedrit I v asociácii s Pb-Sb sulfosoľami, sfaleritom a antimonitom
Note: tetrahedrite I is in assemblage with Pb-Sb sulphosalts, sphalerite and stibnite

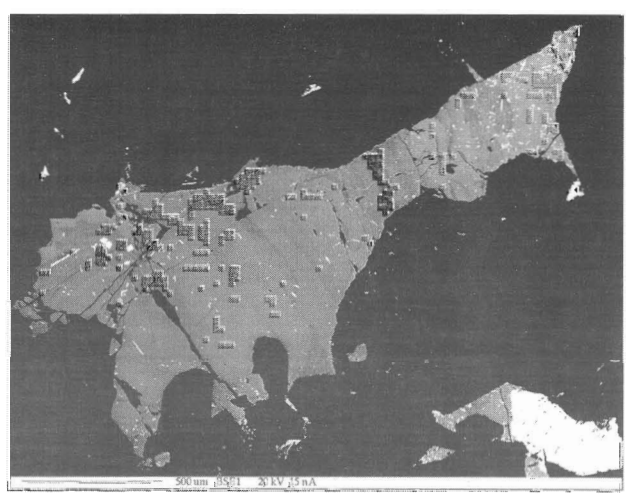
Poznámka: tetraedrit II v asociácii s pyritom a arzenopyritom
Note: tetrahedrite II is in assemblage with pyrite and arsenopyrite

Kryštály sa zoskupujú do agregátov s chaotickým zoskupením prizmatických jedincov. Berthierit sa vyskytuje na tenkých kremenných žilkách pretínajúcich granit spolu s antimonitom a sfaleritom. Chemické zloženie (tab. 3) je blízke teoretickému berthieritu a obsah mikroprvkov je väčšinou nízky. Miestami sa zistil zvýšený obsah As (do 0,51 hm. %), Pb (do 0,36 hm. %) a v jednom prípade aj Bi (do 0.36 hm. %). Priemerný kryštalochemický vzorec berthieritu zo študovanej lokality je (prepočet na 7 atómov) $Fe_{0.98}(Sb_{2.00}\cdot As_{0.01})_{2.01}S_{3.99}$

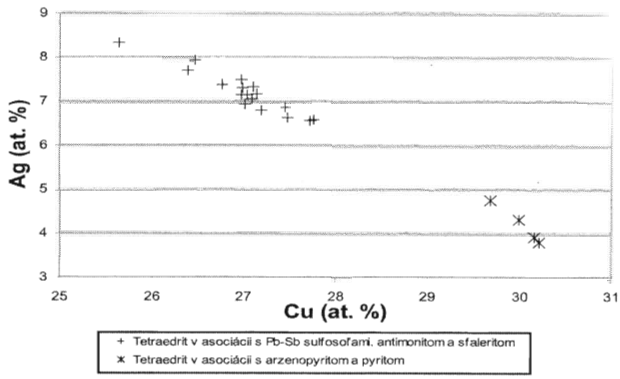
Tetraedrit sa vyskytuje v hojnej miere. Makroskopicky vystupuje najmä v dutinách kremeňa s antimonitom.



Obr. 10. Ihlice jamesonitu (Jam) uzatvárajúce tetraedrit (Td) a chalkopyrit (Ccp) v kremeni (Qtz).
Fig. 10. Needles of jamesonite (Jam) coated tetrahedrite (Td) and chalcopyrite (Ccp) in quartz (Qtz).



Obr. 11. Oscilačne zonálny tetraedrit (sivý) prerastaný zinkenitom (biely) v kremeni (čierny).
Fig. 11. Oscillatory zoned tetrahedrite (grey) overgrown by zinkenite (white) in quartz (black).



Obr. 12. Obsah Cu a Ag v dvoch typoch tetraedritu.
Fig. 12. Content of Cu and Ag in two types of tetrahedrite.

jamesonitom, kremeňom a sfaleritom, kde vytvára maximálne 6 mm veľké silne deformované a kostrovite vyvinuté kryštály tetraedrického habitu s rozličným stupňom naleptania plôch oceľovosivej farby. V kremennej žile mikroskopicky často tvorí hypidiomorfné až alotriomorfné zrná v asociácii s antimonitom, arzenopyritom, fluórapatitom, chalkopyritom, jamesonitom, monazitom-(Ce), pyritom, rutilom, sfaleritom a zinkenitom.

Elektrónovou mikrosondou sa identifikovali dva typy tetraedritu s odlišným chemickým zložením (tab. 4) meniacim sa v závislosti od minerálnej asociácie, v ktorej vystupuje. Tetraedrit 1 z asociácie so zinkenitom, jamesonitom, sfaleritom, chalkopyritom a antimonitom je niekedy homogénny (obr 10), inokedy oscilačne zonálny (obr. 11). Tetraedrit 2 tvorí veľmi drobné, najviac 40 μm veľké chemicky homogénne izolované zrná rozptýlené v kremeni a od tetraedritu 1 sa odlišuje najmä obsahom Cu a Ag (obr. 12), v menšej miere Fe, Zn a As. Priemerný kryštalochemický vzorec (prepočet na 29 atómov)

tetraedritu 1 je
$(Cu_{7.83}Ag_{2.09})_{9.92}(Fe_{1.66}Zn_{0.44}Cd_{0.01})_{2.11}(Sb_{4.01}Bi_{0.01}As_{0.03})_{4.05}S_{12.92}$ a tetraedritu 2 je
$(Cu_{8.92}Ag_{0.99})_{9.91}(Fe_{1.38}Zn_{0.62}Hg_{0.01}Cd_{0.01})_{2.02}(Sb_{3.84}As_{0.14})_{3.98}S_{13.09}$.

Sulfidy

Antimonit sa na lokalite vyskytuje v hojnej miere. Vytvára masívne agregáty alebo jemné vtrúseniny a žilky v kremeni v asociácii s arzenopyritom, pyritom, berthieritom, sfaleritom, tetraedritom a sulfosoľami. V dutinách kremenných žiliek tvorí najviac 15 mm veľké dlhoprizmatické kryštály v asociácii s chalkostibitom, jamesonitom, kalcitom, sfaleritom a tetraedritom. Priemerné chemické zloženie antimonitu je v tab. 5 a jeho priemerný kryštalochemický vzorec (prepočet na 5 atómov) $Sb_{2.02}Zn_{0.01}S_{2.97}$.

Galenit sa na lokalite vyskytuje vzácne, a to v podobe najviac 1,5 cm veľkých hrubokryštalických agregátov (obr. 2) v kremenných šošovkách. Obsahuje ihlice Ag-Pb-Bi sulfosolí (gustavitu a heyrovskýitu) a žilky bizmutu. Na okrajoch zŕn galenitu sa často vylučuje rýdzi bizmut.

Tab. 5
Vlnovodisperzné mikroanalýzy antimonitu a galenitu (v hm. %)
Electron-microprobe analysis of stibnite and galena (wt. %)

	antimonit		galenit	
	rozmedzie	priemer (11)	rozmedzie	priemer (8)
Fe	0,01–0,03	0,01	0,01–0,04	0,01
Cu	0,01–0,09	0,04	0,00–0,05	0,01
Zn	0,01–0,57	0,14	0,01–0,02	0,01
Ag	0,01–0,02	0,00	1,10–1,22	1,16
Cd	0,01–0,05	0,03	0,02–0,20	0,04
Pb	0,05–0,33	0,16	82,23–83,46	82,71
Sb	70,45–71,68	70,92	0,04–0,11	0,06
Bi	0,03–0,15	0,02	2,63–3,35	3,02
Cl	0,01–0,02	0,01	0,05–0,08	0,07
S	27,32–27,71	27,47	13,62–13,81	13,71
Suma	98,07–99,35	98,81	100,24–101,14	100,79

Galenit lokálne zatláčajú a korodujú sekundárne minerály – anglesit a ceruzit. Pre jeho chemické zloženie (tab. 5) je charakteristický hlavne zvýšený obsah Ag (1,10–1,22 hm. %), Bi (2,63–3,35 hm. %) a Sb (0,04–0,11 hm. %). Vyšší obsah Ag a Bi môže byť výsledkom ich inkorporácie zo sulfosolí lillianitovej homologickej série (gustavit a heyrovskýit) a rýdzeho bizmutu. Priemerný kryštalochemický vzorec galenitu zo skúmanej lokality je (prepočet na 2 atómy) $Pb_{0.93}(Ag_{0.03}Bi_{0.03})_{0.06}S_{1.00}$.

Kermezit je vzácny, vytvára červené až hnedočervené ihlicovité kryštály zoskupené do radiálne lúčovitých agregátov priemeru maximálne 6 mm. Vystupuje spolu s kryštálmi antimonitu v dutinách kremenných žiliek prerážajúcich kompaktnú arzenopyritovo-pyritovú rudu.

Diskusia a záver

V hydrotermálnej mineralizácii sa na lokalite Chyžné-Herichová zistili doteraz neopísané sulfosoli – andorit, berthierit, gustavit, heyrovskýit, chalkostibit, robinsonit, tetraedrit a zinkenit – a potvrdil sa aj hojný výskyt jamesonitu, ktorý ako jedinú sulfosoľ z tejto lokality orientačne identifikoval už Kantor (1955a)

Andorit z hydrotermálnych mineralizácií v kryštaliniku Západných Karpát nebol opísaný Jeho výskyt, ako aj freieslebenitu a ďalších Sb členov sulfosolí homologického radu lillianitu boli doteraz známe len z neogénnych hydrotermálnych mineralizácií v neovulkanitoch Slovenska (Kovalenker et al., 1988). Charakteristickou črtou chyžnianskeho andoritu je vysoký obsah Cu (1,52–1,62 hm. %), čo je doteraz pravdepodobne najvyšší nameraný obsah Cu v andorite (Ozdín a Bálintová, 2004). Obsahom Cu andoritu z Chyžného sú najbližšie andority z lokality Omineca v Kanade (obsah Cu 1,45 hm. %; Warren, 1947), Oruro v Bolívii (obsah Cu 1,35 hm. %; Stelzner, 1894) a zo Zlatej Bane (Cu 1,26 hm. %, Kovalenker et al., 1988) Pre chyžniansky andorit je charakteristický aj vyšší obsah Cd, a to 0,15–0,33 hm. %, čo je doteraz najvyšší známy obsah Cd v andorite. Obsah Cd 0,31–0,48, ktorý uvádza Ozdín a Bálintová (2004), nie je správny. Chyba

vyplynula z nezarátania korekčného faktora na obsah Cd spôsobeného koincidenciou píku Cd a Ag pri vlnovodisperznej mikroanalýze.

Zinkenit v Chyžnom patrí medzi najhojnejšie sulfosoli. Často koexistuje so sfaleritom, antimonitom alebo tetraedritom, čo dokazujú ihličky zinkenitu uzavreté v kryštáloch a zrnách týchto minerálov. Pre zinkenit je typické široké zastúpenie minoritných prvkov (tab. 6). Nameraný maximálny obsah Zn 0,68 hm. % je pravdepodobne najvyšší známy obsah tohto kovu v zinkenite. Príčinou je to, že sa Zn – podobne ako niektoré ďalšie prvky (Cd, Cl a Bi) – v zinkenite väčšinou neanalyzoval (pozri tab. 6). Prímesi Zn a Bi na skúmanej lokalite sú aj v ďalších mineráloch – v antimonite, chalkostibite a jamesonite.

Sulfosoli lillianitovej homologickej série (gustavit a heyrovskýit) sú zo Západných Karpát doteraz opísané z Jarabej a Vyšnej Boce v tatriku Nízkych Tatier (Ozdín a Pršek, 2004), vo veporiku z lokality Bacúch (Pršek a Chovan, 2001), Hnúšťa (Ragan a Caňo, 1991) a v gemeriku z Rožňavy (Kupčík et al., 1961) a z Gemerskej Polomy (Ďuďa, 1995). Gustavit a heyrovskýit nevystupujú v asociácii s Pb-Sb sulfosoľami a antimonitom, ale s galenitom a s rýdzim bizmutom, podobne ako na už spomenutých lokalitách. Pre všetky sulfosoli homologického radu lillianitu z lokality Chyžné-Herichová je charakteristický enormne zvýšený obsah Cd (pozri tab. 1), aký doteraz v literatúre nebol známy. Minimálny obsah Cd sa zistil v heyrovskýite (0,42 hm. %) a maximálny v gustavite I (1,55 hm. %). Vyšší obsah Cd v heyrovskýite (0,27 hm. %) sa uvádza z lokality La Roche-Baule vo Francúzsku (Moëlo et al., 1987) a Vulcano (0,30 hm. %) v Taliansku (Borodaev et al., 2003). Obsah Cd v matildite, gustavite a lillianite 0,04–0,50 hm. % z Nízkych Tatier (Ozdín a Pršek, 2004), nie je správny, lebo nezahŕňa korekciu na Cd a skutočný obsah Cd v nich neprekračuje 0,06 hm. %. V tuhom roztoku sa hranica lillianit/gustavit určuje ťažko. Analýzy z Chyžného tvoria dve polia s hodnotou AgBi koncového člena 54,55–71,97 % prvej a 79,57–93,86 druhej skupiny.

Tab. 6
Obsah minoritných prvkov v zinkenite z lokalít Západných Karpát (v hm. %)
Content of minor elements in zinkenite from Western Carpathians (in wt. %)

	Fe	Cu	Ag	Bi	Cd	Zn
Chyžné[1]	0,18	0,41	0,31	0,88	0,09	0,68
Dúbrava[2]	0,21	0,46	0,32	0,33	–	–
Magurka[3]	0,15	1,35	0,18	0,00	–	–
Malé Železné[4]	0,05	0,55	0,00	0,00	–	–
Dve vody[5]	0,27	0,80	–	–	–	–
Kľačianka[6]	0,00	0,30	0,15	0,33	–	–
Kľačianka[2]	0,03	0,58	0,11	0,05	–	–
Lom[7]	0,09	0,45	0,48	0,00	–	–
Medzibrod[8]	0,23	0,52	0,37	–	–	–
Nižná Boca[2]	0,18	0,45	0,23	0,24	–	–
Dobšiná[2]	0,05	0,43	0,25	0,02	–	–

1 – táto práca (this study), 2 – Pršek (2004), 3 – Chovan et al. (1995), 4 – Majzlan et al. (1998), 5 – Majzlan et al. (2002), 6 – Bakos et al. (2000), Lalinská et al. (2004), 8 – Lalinská a Chovan (2006)

Dve skupiny analýz uvádzajú aj iní autori (Moëlo et al., 1987, Marcoux et al., 1996; Karup-Møller, 1970) Prvá je so substitúciou do 80 mol. % a druhá približne s 50 mol. %. Hodnota substitúcie sa napr. na lokalite Baiut v Rumunsku pohybuje od 54 do 76 (Cook, 1998) a na lokalite Torioaga (Rumunsko) ~ 44–56 mol. % pri prvej a ~ 62–93 mol. % pri druhej skupine (Cook, 1998) Na lokalite Veľká Trojica pri Jarabej prvú skupinu gustavitov reprezentuje substitúcia od 50 do 58 mol. % (Ozdín a Pršek, 2004).

Antimonitová mineralizácia na lokalite Chyžné-Herichová sa vyznačuje pestrým zastúpením sulfosolí (najmä Pb-Sb a Ag). Paragenézu dopĺňajú sulfosoli a sulfosoliam príbuzné sulfidy – berthierit, antimonit, galenit, tetraedrit a kermezit. Pb-Sb sulfosoli sú typické sprievodné minerály antimonitovej mineralizácie kryštalinika Západných Karpát a sú opísané z viacerých lokalít v tatriku, napr. Dúbrava (Chovan et al., 1998), Magurka (Chovan et al., 1995), Lom (Lalinská et al., 2004) a i., a v gemeriku – Zlatá Idka, Betliar, Čučma (Koděra et al., 1986–1990). Výskyt Pb-Sb sulfosolí v asociácii s ďalšími sulfosoľami (najmä Ag) a sulfidmi (typické sú najmä teluridy) je charakteristický pre alpínske hydrotermálne mineralizácie viažuce sa prevažne na leukokratné granitoidy v okolí násunových plôch veporika. V okolí čertovickej línie je podobnou lokalitou s pestrou asociáciou sulfosolí Chopec pri Vyšnej Boci (Ozdín a Pršek, 2004; Ozdín, 2003) a v okolí lubenícko-margecianskej línie lokality Ozdín až Mládzovo (Maťo a Maťová, 1994) a Magnezitovce (Ferenc, ústna informácia). Všetky tieto lokality spája podobná geologická, tektonická, veková a mineralogickoparagenetická príbuznosť. Prítomnosť rýdzeho bizmutu v galenite a v lillianitových homológoch poukazuje na nízku fugacitu S. Vzhľadom na experimentálne údaje Changa et al. (1980) a analytické údaje Cooka (1997, 1998) teplota kryštalizácie lillianitových homológov nebola vyššia ako ~ 350 °C, lebo je to približne hraničná teplota vstupu väčšieho množstva Sb do štruktúry lillianitových sulfosolí (prirodzene, za predpokladu prítomnosti Sb v roztoku).

Poďakovanie. Práca bola financovaná z grantu MŠ SR VEGA 1/2028/05, 1/1027/04, 1/1023/04 a úlohy MŽP 0503 Zdroje fluíd v metalogenéze Západných Karpát.

Literatúra

Bachňák, A., 1961 Rudné ložiská v oblasti južnej časti masívu Kohúta a horného toku Štítnického potoka. *Manuskript – archív Kat. lož. geol. Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave.*

Bajaník, Š., Ivanička, J., Mello, J., Reichwalder, P. Pristaš, J., Snopko, L., Vozár, J. & Vozárová, A., 1984. Geologická mapa Slovenského rudohoria – východná časť 1 50 000. *ŠGÚDŠ Bratislava.*

Bakoš, F , Chovan, M. & Michálek, J., 2000: Minerálne zloženie hydrotermálnej Sb, Cu, Pb, Zn, As mineralizácie na SV od Magurky v Nízkych Tatrách. *Mineralia Slov., 32, 5, 497–506.*

Borodaev, J. S., Garavelli, A., Garbarino, C., Grillo, S. M., Mozgova, N N., Paar, W H., Topa, D & Vurro, F., 2003: Rare sulfosalts from Vulcano, Aeolian islands, Italy. V selenian heyrovskýite. *Canad. Mineralogist, 41, 429–440.*

Cook, N. J., 1997: Bismuth and bismuth-antimony sulphosalts from Neogene vein mineralization, Baia Borsa area, Maramures, Romania. *Mineral. Mag., 61, 387–409.*

Cook, N. J., 1998: Bismuth sulphosalts from hydrothermal vein deposits of Neogene age, N. W. Romania. *Mitt. Österr. mineral. Gesell., 143, 19–39.*

Ďuďa, R., 1995: Slovenské minerály. Nové poznatky z rokov 1980–1995. *Bull. Min.-petr. odd. NM v Praze, 3, 141–164.*

Grecula, P., 1994: Litofaciálny vývoj mladšieho paleozoika hraničnej oblasti gemerika a veporika – problémy a námety *Mineralia Slov., 26, 6, 411–426.*

Finger, F., Broska, I., Haunschmid, B., Hraško, Ľ., Kohút, M., Krenn, E., Petrík, I., Riegler, G. & Uher, P., 2003: Electron-microprobe dating of monazite from Western Carpathian basement granitoids: Plutonic evidence for an important Permian rifting event subsequent to Variscan crustal anatexis. *Int. J. Earth Sci., 92, 86–98.*

Horal, K. A., 1971: Pamäti. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava.*

Chang, L. L. Y., Walia, D. S. & Knowles, Ch. R., 1980: Phase relations in the systems PbS-Sb_2S_3-Bi_2S_3 and PbS-FeS-Sb_2S_3-Bi_2S_3. *Econ. Geol., 75, 317–328.*

Chovan, M., Póč, I., Jancsy, P., Majzlan, J. & Krištín, J., 1995: Rudná mineralizácia Sb-Au (As-Pb) na ložisku Magurka, Nízke Tatry. *Mineralia Slov., 27, 6, 397–406.*

Chovan, M., Majzlan, J., Ragan, M., Siman, P & Krištín, J., 1998: Pb-Sb and Pb-Sb-Bi sulfosalts and associated sulphides from Dúbrava antimony deposit, Nízke Tatry Mts. *Acta geol. Univ. Comen., 53, 37–49.*

Kamenický, J., 1977: Contact metamorphism in the aureole of the Rimavica granite. *Mineralia Slov., 9, 3, 161–184.*

Kantor, J., 1955a: Nález hübneritu pri Chyžnom v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Geol. Práce, Spr., 3, 58–71.*

Kantor, J., 1955b: Metalogenéza južnej časti kohútskeho masívu (severne od Jelšavy) *Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 25.*

Karup-Møller, S., 1970: Gustavite, a new sulphosalt from Greenland. *Canad. Mineralogist, 10, 173–190.*

Koděra, M., Andrusovová-Vlčeková, G., Belešová, O., Briatková, D., Dávidová, Š., Fejdiová, V., Hurai, V., Chovan, M., Nelišerová, E. & Ženiš, P., 1986–1990: Topografická mineralógia Slovenska. *Bratislava, Veda, 1–3, 1592.*

Kovalenker, V. A., Jeleň, S., Genkin, A. D., Ďuďa, R., Sandomirskaja, S. M., Malov, V. S. & Kotulak, P., 1988. Metallic minerals of productive assemblages of the Zlatá Baňa deposit (Eastern Slovakia): Specialities of chemical composition. *Mineralia Slov., 20, 6, 481–498.*

Kupčík, V., Matherny, M. & Varček, C., 1961 Príspevok k problému štruktúry minerálu „lillianit" *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 12, 1, 103–111.*

Lalinská, B., Kyselica, M. & Chovan, M., 2004: Hydrotermálna mineralizácia ložiska Lom, Nízke Tatry *Mineralia Slov., 36, 3–4, 265–274.*

Makovicky, E. & Karup-Møller, S., 1977: Chemistry and crystallography of the lillianite homologous series. Part I. General properties and definitions. *Neu. Jb. Mineral., Abh.; Mh., 130, 264–287.*

Marcoux, E., Moëlo, Y & Leistel, J. M., 1996: Bismuth and cobalt minerals as indicator of stringer zones to massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt. *Mineralium Depos., 31, 26.*

Majzlan, J., Chovan, M. & Michálek, J., 1998. Rudné výskyty na Rišianke a Malom Železnom – minerálne zloženie a paragenéza. *Mineralia Slov., 30, 1, 52–59.*

Majzlan, J., Chovan, M. & Michálek, J., 2002: Mineral and chemical composition of the ores at the Dve Vody Sb-Au deposit, Western Carpathians. *Slov. geol. mag., 8, 1, 21–36.*

Maťo, Ľ. & Maťová, V., 1994: Mineralization of the south-western part of the Veporic crystalline complex. *In. Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt Abstracts. Int conf., Sept. 25–Oct. 2, Stará Lesná, 133–138.*

Moëlo, Y., Makovicky, E. & Karup-Møller, S., 1984. New data on the minerals of the andorite series. *Neu. Jb. Mineral., Abh.; Mh., 4, 175–182.*

Moëlo, Y., Marcoux, E., Makovicky, E., Karup-Møller, S. & Legendre, O., 1987: Homologues de la lillianite (gustavite, vikingite, heyrovskyite riche en Ag et Bi.) de l'indice a W-As-(Pb, Bi, Ag) de La Roche-Balue (Loire Atlantique, France). *Bull. Mineral., 110, 43–64.*

Ozdín, D., 2003. Mineralógia a genéza sideritovej mineralizácie Ďumbierskych Tatier *Manuskript – archív Kat. min. a petr. Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave, 194.*

Ozdín, D. & Bálintová, T., 2004. Nový nález andoritu ($PbAgSb_3S_6$) na lokalite Chyžné (Slovensko) *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár Muz., 12, 147–152.*

Ozdín, D. & Pršek, J., 2004. Sulfosoli homologického radu lillianitu z hydrotermálnych mineralizácií Nízkych Tatier *Mineralia Slov., 36, 3–4, 279–285.*

Ozdín, D. & Uher, P., 2002: Slovenské názvy minerálov. Minerály schválené Medzinárodnou mineralogickou asociáciou do konca roku 2001 *Bratislava, ŠGÚDŠ, 203.*

Planderová, E. & Vozárová, A., 1978: Vrchný karbón v južnej časti veporid. *Geol. Práce, Spr., 70, 129–141.*

Pršek, J. & Chovan, M., 2001 Hydrothermal carbonate and sulphide mineralization in the Late Paleozoic phyllytes (Bacúch, Nízke Tatry Mts.). *Geolines, 13, 27–34.*

Ragan, M. & Caňo, F., 1991 Prvé údaje o dvoch nových sulfosoliach (CuPbSbBi a AgPbBiSb) so selénom z mastencových ložísk pri Hnúšti. *Mineralia Slov., 23, 4, 368.*

Stelzner, A. W., 1894. Bemerkungen über Zinckenite von Oruro in Bolivia. *Z. Kristallogr. Mineral. Petrogr., Abt. A; B, 24, 1, 125–127*

Václav, J., 1981. Archívna štúdia ložísk a výskytov oblasti Rochovce – Slavošovce – Chyžné. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava.*

Vozárová, A. & Vozár, J., 1982: Nové litostratigrafické jednotky v južnej časti veporika. *Geol. Práce, Spr., 78, 169–194.*

Vozárová, A. & Vozár, J., 1988: Mladšie paleozoikum v Západných Karpatoch. *Bratislava, ŠGÚDŠ, 314.*

Warren, H. V., 1947: New occurrence of antimony and tellurium minerals in Western. *Univ. Toronto studies. Geol. ser., 51, 1, 71–78.*

Rukopis doručený 6. 3. 2006
Rukopis akceptovaný 24. 10. 2006
Revidovaná verzia doručená 31. 5. 2006

Chemical composition of sulphosalts from the occurrence Chyžné-Herichová

We studied hydrothermal stibnite-tungsten mineralization associated with granitoid rocks in the locality Chyžné-Herichová located about 3 km to NNE from the village Chyžné (Revúca county) in the central part of Slovakia. Locality is situated in the western part of Spišsko-gemerské rudohorie Mts. near the contact zone of two significant tectonic units in the Western Carpathians – Gemericum and Veporicum. Host rocks (granitoids) are Carboniferous in age, but in nearly surroundings are granites of Cretaceous age. Hydrothermal mineralization

is developed in one ore vein with 45–50° direction and with 60° south-eastern dip (Kantor, 1955b) as well as much smaller veinlets in the vicinity of granite. In the locality we identified rich assemblages of sulphosalts and sulphides.

The chemical analyses were obtained by microprobe CAMECA SX100 in the Geological Institute of Dionýz Štúr in Bratislava at following conditions: accelerating voltage 20 kV, beam current 15–20 nA and beam size 1–10 μm.

We described following sulphosalts: andorite $PbAgSb_3S_6$, berthierite $FeSb_2S_4$, gustavite $PbAgBi_3S_6$, heyrovskýite $(Pb,Ag)_5Bi_3S_8$, chalcostibite $CuSbS_2$, jamesonite $Pb_4FeSb_6S_{14}$, robinsonite $Pb_4Sb_6S1_3$, tetrahedrite $(Cu,Fe,Ag,Zn)_{12}Sb_4S_{13}$ and zinkenite $Pb_9Sb_{22}S_{42}$. Mineral assemblages consist of stibnite Sb_2S_3, bismuth Bi, galena PbS and kermesite Sb_2S_2O.

Andorite is characteristic sulphosalt of this locality forming microscopic grains in stibnite. Andorite contains 0.21–0.22 apfu Cu (up to 1.62 wt. %) and 0.01–0.02 apfu Cd (up to 0.33 wt. %) and values of andorite molecule are from 97.76 to 101.38 % (andorite VI, senandorite, respectively). Content of copper in andorite is probably highest known in present. Similar contents of copper were detected in Omineka occurrence in Canada (content of Cu 1.45 wt. %; Warren 1947), Oruro in the Bolivia (content of Cu 1.35 wt. %; Stelzner, 1894) and from Zlatá Baňa occurrence in Slovakia (Cu 1.26 wt. %; Kovalenker et al., 1988). Zinkenite and jamesonite are the most common sulphosalts. Zinkenite frequently forms idiomorphic needle crystals in coexistence with sphalerite, tetrahedrite and stibnite. Its chemical composition is characteristic by enriched Ag (up to 0.41 wt. %), Cu (up to 1.83 wt. %), Zn (up to 1.60 wt. %), Cd (up to 0.09 wt. %), Fe (up to 0.18 wt. %) and Bi (up to 0.13 wt. %). The content of Zn in zinkenite from Chyžné-Herichová occurrence is very interesting, because such content of Zn in zinkenite was not yet known. Contents of Ag and Cu are typical for all zinkenites (Chovan et al., 1998). Zinkenite from Chyžné-Herichová occurrence containing Ag-sulphosalts is represented by lillianite homologous. In the locality we described two different types of gustavite and tetrahedrite. Gustavite I is characteristic with richest content of Cd (up to 1.55 wt. %), gustavite II is enriched by Sb (0.37–16.73 wt. %) and heyrovskýite contains from 0.15 to 0.93 wt. % Cd. Analyses of gustavite from Chyžné-Herichová occurrence could be separated into two fields. Both fields occur in surrounding line between theoretical members – lillianite and gustavite. The first field is represented by analyses with low substitution values from 54.84 to 71.97 mol. % of AgBi member and the second field is represented by analyses with the higher substitution values from 79.57 to 93.99 mol. % of AgBi member. Two types of tetrahedrite are differing in contents of Ag and Cu.

Stibnite mineralization in the Chyžné-Herichová occurrence is specific with a great abundance of sulphosalts, especially Pb-Sb and Ag sulphosalts. Mineral assemblages fill up following sulphosalts and sulphides: berthierite, stibnite, galena, tetrahedrite and kermesite. Pb-Sb sulphosalts are typical accessory minerals of stibnite mineralization in the Western Carpathians. Presence of native bismuth in galena and lillianite homologous suggest the lower fugacity of sulphur in hydrothermal fluid. According to Chang et al. (1980) and analytical data by Cook (1997, 1998) crystallization temperature members of lillianite homologous would not be higher than ~ 350 °C. This value is the limiting value of temperature of inputing more Sb into crystal structures of these sulphosalts.

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 313–320

Microbiostratigraphy of the Upper Senonian to Paleogene flysch on the basis of agglutinated foraminifers in the Middle Váh valley, Slovakia

JOZEF SALAJ

Geological Institute of the Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava 45, Slovakia

Abstract

An analysis of foraminifers in the time section of the Upper Senonian and Paleogene in the Middle Váh valley (the Súľov, Biele Karpaty and Javorníky Mts. areas) was carried out. Paleobiofacies analysis and paleobathymetric development of marine lagoonal to marshy sediments, relalion and representation of benthonic and planktonic foraminifers in various types of assemblages in space and time represent a ground for this study. Attention is paid to development of paleoenvironment and its influence on preservation of foraminifers.

Key words: agglutinated, planktonic foraminifers, paleoenvironment, Upper Senonian, Paleogene, Fe-oxidation, anoxic events, Western Carpathians, Slovakia

Introduction

The study of agglutinated Cretaceous and Paleogene foraminifers of the Western Carpathians represent a continuation mainly of the works of Grzybowski (1894a, b, 1896, 1898, 1901), Geroch and Nowak (1984) as well Czech and Slovak authors working in the Western Carpathians of the Czech Republic and Slovak Republic (see the quoted references). The results of their study in associations of calcareous benthonic and planktonic foraminifers is useful for the interpretation of paleoecological conditions. The important is their dependence on clean paleoenvironment without the presence of Fe-oxides. Reduction paleoenvironment was infavourable for all types of benthonic foraminifers.

Attention is paid to various types of Upper Senonian foraminifer associations of the Kvašov development and its overlying Paleogene sediments occurring in the Czorsztyn area of sedimentation and adjacent Paleogene of the Biele Karpaty Unit (Púchov area). Further on, attention is paid to Paleogene foraminifer assemblage of the Klape area of sedimentation including the Myjava area. Attention is devoted also to the Eocene foraminifer taphocoenose of the Súľov area as well as in the Paleogene flysch sediments of the Bystrica Unit (Bytča – Žilina belt).

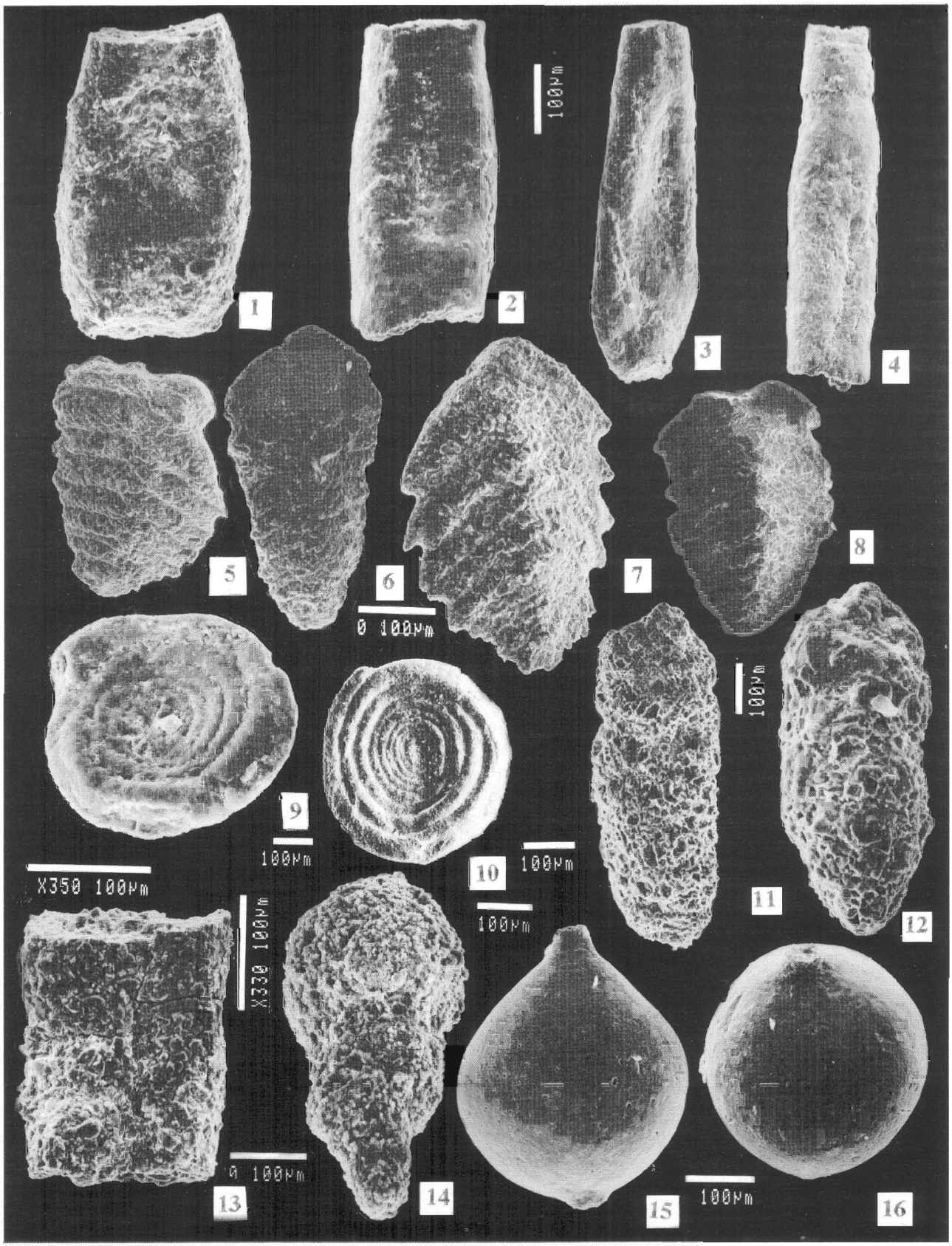
The Kvašov Upper Campanian–Paleogene development (Biele Karpaty Mts.)

The Upper Campanian–Maastrichtian Jarmuta Fm. in the Kvašov development (Kvašov – H. and D. Breznica – Púchov area) of the Czorsztyn and Biele Karpaty units is characterized by the thick flysch sediments, limited at the base by the variegated Púchov marls of the Lower Campanian Globotruncana arca Zone and by the Paleocene Beloveža red marls and clays on the top.

The marls (samples no. 129–138) of the Flysch Jarmuta Formation have a very rich association of the agglutinated foraminifers represented by the species: *Nothia excelsa* (Grzybowski), *Nothia robusta* (Grzybowski), *Kalamopsis grzybowski* (Dylazanka), *Reophax nodulum* Brady, *Reophax pilulifer* Brady, *Ammodiscus glabratus* Cushman and Jarvis, *Ammodiscus cretaceus* (Reuss), *Ammodiscus tenuissimus* Grzybowski, *Spiroplectammina costata* Huss, *Spiroplectammina dentata* (Alth), *Spiroplectammina spectabilis* (Grzybowski), *Spiroplectammina subhaeringensis* (Grzybowski), *Bathysiphon* sp., *Reophax nodulosum* Brady, *Haplophragmoides walteri* (Grzybowski), *Gaudryina* sp., *Caudammina ovulum gigantea* (Geroch), *Trochammina contorta* Grzybowski, *Trochamminoides grzybowskii* Kaminski and Geroch, *Recurvoides walteri* (Grzybowski), *Paratrochamminoides deformis* Grzybowski, *Gerochammina conversa* (Grzybowski) and *Gerochammina obesa* Neagu.

These assemblages of agglutinated associations contain the reworked Lower Campanian planktonic foraminifers: *Globotruncana arca* (Cushman), *Falsomarginotruncana pseudolinneiana* (Pessagno) together with the prisms of the inoceramus shells.

The Upper Maastrichtian is represented by the association of the agglutinated species *Rzehakina epigona* (Rzehak). The Upper Campanian and Lower Maastrichtian orbitoid foraminifers are redeposited from the orbitoid limestone.


1
2
100µm
3
4
5
6
0 100µm
7
8
100µm
9
100µm
10
100µm
100µm
11
12
X350 100µm
X330 100µm
0 100µm
13
14
15
100µm
16

Overlying the flysch type Jarmuta Fm after a short stratigraphic hiatus (probably all Danian sediments are missing, in this time existed the archipelago zone of the Klippen Belt) the transgressive Paleocene variegated marls and clays (samples no. 139–146) of the Beloveža Formation occur. At the base still with intercalations of redeposited pebbles from Maastrichtian conglomerates the variegated clays are very rich only in agglutinated foraminifers with prevalence of the species *Caudammina ovulum ovulum* (Grzybowski) and *Uvigerinammina jankoi* (Majzon) (Salaj, 1961) together with *Saccammina placenta* (Grzybowski), *Reophax nodulosum* Brady, *Bathysiphon* sp., *Ammodiscus cretaceus* (Reuss), *Ammodiscus tenuissimus* Grzybowski, *Glomospira gordialis* (Parker and Jones), *Glomospira charoides* (Parker and Jones), *Thalmannammina subturbinata* (Grzybowski), *Haplophragmoides herbichi* Neagu, *Haplophragmoides walteri* (Grzybowski), *Trochamminoides grzybowski* Kaminski and Geroch, *Paratrochamminoides deformis* (Grzybowski), *Paratrochamminoides gorayskii* (Grzybowski), *Paratrochamminoides heteromorphus* (Grzybowski), *Paratrochamminoides olszewski* (Grzybowski), *Recurvoides imperfectus* (Hanzlíkova), *Recurvoides nucleolus* (Grzybowski), *Recurvoides pentacamerata* Kraschennikov, *Recurvoides recurvoidiformis* (Neagu and Tocorjescu), *Recurvoides variabilis* Hanzlíková, *Recurvoides walteri* (Grzybowski) and *Gerochammina conversa* (Grzybowski).

The reworked Maastrichtian foraminifers are present too. We found following species: *Globotruncanita stuarti* (de Lapparent), *Globotruncana falsostuarti* Sigal and *Globotruncana stephensoni* Pessagno. We note that the calcareous benthonic as well as planktonic foraminifers and nannoplankton are not present.

Sporadical plankton and/or nannoplankton is found in uppermost layers of variegated clays, inmediatelly below the Middle Eocene flysch sediments with scarce Nummulites div sp. The organic detritus of inoceramus shells and abundant remnants of plants which are present in the Maastrichtian and Upper Paleocene sediments, support the idea on the lagoonal condition of sedimentation not so far and to the N from the archipelago zone of the Klippen Belt.

In the transitional passage where variegated clays form intercalations in the Early Eocene flysch with layers of conglomerates (Vršatec area) is a rich association of agglutinated foraminifers with prevalence of forms of the genera *Ammodiscus* and *Glomospira*.

Unfavourable conditions for the foraminifers were at the Paleocene-Eocene boundary connected with distinct shallowing and presence of the hiatus in some areas (the absence of the species *Glomalveolina levis* (Reichel) f. ex in the area of the facies of the Gosau sediments).

The Paleogene of the Klape Belt

Conditions favourable for development of planktonic foraminifers of Paleocene-Lower Eocene age were in the Klape zone of sedimentation including the Gosau Paleogene of the Myjava area.

In the Klape zone it is the area of Žilina, studied by Salaj et al. (1978) and the area of Udiča near Považská Bystrica, which was investigated by Samuel and Salaj (1968) and Salaj (1995) in the last time.

In the Žilina area together with planktonic foraminifers also agglutinated foraminifers are abundant in the Turborotalia (Acarinina) inconstans Zone (Upper Danian s. l.). They belong to the species.

Nodellum velascoensis Cushman
Rhabdammina cylindrica Glaessner
Hyperammina nodata Grzybowski
Nothia robusta (Grzybowski)
Saccammina placenta (Grzybowski)
Ammodiscus glabratus Cushman and Jarvis
Glomospira charoides (Jones and Parker)
Glomospira gordialis (Jones and Parker)
Caudammina ovulum ovulum (Grzybowski)
Reophax pilulifer Brady
Haplophragmoides walteri (Grzybowski)
Trochamminoides coronatus (Brady)
Trochamminoides elegans (Grzybowski)

In the Lower Montian Globoconusa kozlowskii Zone the agglutinated foraminifers are represented by the following species:

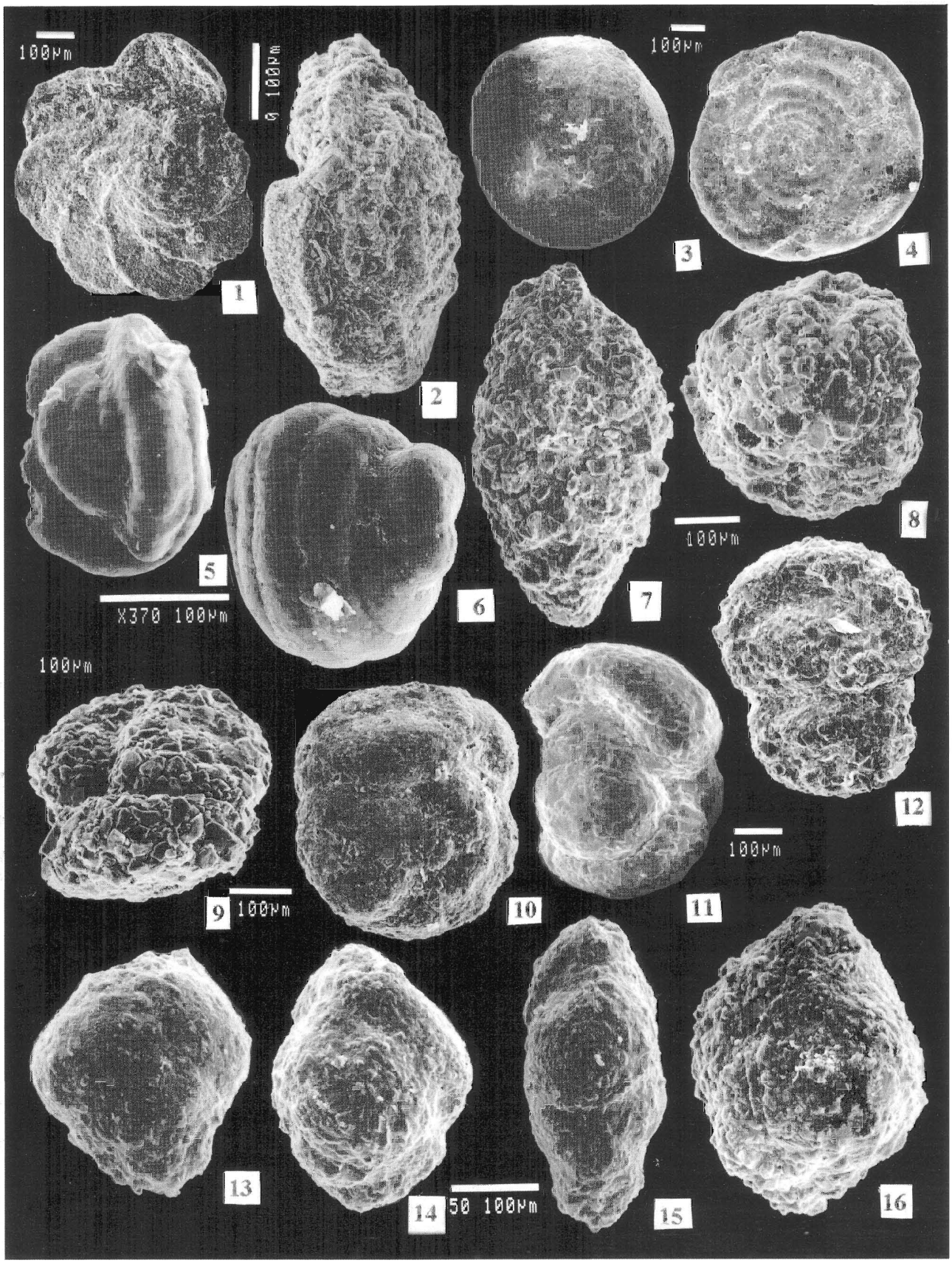
Spiroplectammina spectabilis (Grzybowski) – megalosphaeric
Tritaxia pyramidata tricarinata (Reuss)
Dorothia oxycona (Reuss)
Dorothia retusa (Cushman)
Textularia agglutinas d'Orbigny and
Clavulinoides algeriana Ten Dam and Sigal

Calcareous benthonic foraminifers are present too being represented by the species

Nuttalites truempyi (Nuttall)
Gyroidinoides pontoni Brotzen
Gyroidinoides subangulata (Plummer)
Anomalina danica (Brotzen)
Neoeponides aff. *schreiberi* (d'Orbigny) and
Lenticulina (L.) aff. *rosetta* (Guembel)

In the Upper Montian represented by the Turborotalia

Pl. 1. 1–4 *Kalamopsis grzybowski* (Dylazanka). x110, x100, x85, x95; 5 – *Spiroplectammina dentata* (Alth), x65; 6 – *Spiroplectammina costata* Huss, x65; 7 – *Spiroplectammina costata* Huss, x85; 8 – *Spiroplectammina subhaeringensis* (Grzybowski), x65; 9 – *Ammodiscus cretaceus* (Reuss), x175; 10 – *Ammodiscus glabratus* Cushman and Jarvis, x90; 11 – *Gerochammina conversa* (Grzybowski), x75; 12 – *Gerochammina conversa* (Grzybowski), x85; 13 – *Nothia robusta* (Grzybowski), x110; 14 – *Reophax pilulifer* Brady, x165; 15 – *Caudammina ovulum gigantea* (Grzybowski), x40, 16 – *Caudammina ovulum gigantea* (Grzybowski), x50. Loc. Kvašov (Figs. 1–16); the marly intercalations of the Jarmuta Formation (600 m) of the Upper Campanian–Maastrichtian (area of the elev. point 380.2).


100µm
100µm
100µm
1
2
3
4
5
X370 100µm
6
7
8
100µm
100µm
9
100µm
10
11
12
100µm
13
14
50 100µm
15
16

(Acarinina) praecursoria uncinata and Morozovella angulata Zones the benthonic agglutinated and calcareous foraminifers attain up to 50 % share in the assemblages. Present are mainly the species:

Gaudryina inflata Israelski
Aragonia velascoensis (Cushman)
Stensioeina caucasica (Subbotina)
Ammodiscus glabrata Cushman and Jarvis
Trochammina globigeriniformis (Parker and Jones)
Cibicidoides alleni (Plummer)
Spiroplectammina spectabilis (Grzybowski)
Angulogenerina cuneata Brotzen
Gavelinella danica Brotzen.

The Upper Paleocene (Landenian or Thanetian) flysch sediments with intercalations of the red marls are proved by foraminifer Planorotalites pseudomenardii and Morozovella velascoensis Zones. Benthonic, mainly agglutinated foraminifers are very scarce or missing completely. In the uppermost layers of this formation the redeposited and relatively considerably broken Upper Senonian foraminifers are scarcely present. The Early Eocene (Ilerdian) and/or Paleocene-Early Eocene boundary, as already mentioned, is indicated by distinct shallowing. When also planktonic foraminifers are present, although in limited number, the sandstone layers are characterized by abundant larger foraminifers of the Nummulites exilis Zone. On the contrary, sandy marls contain planktonic foraminifers of the Morozovella rex – Morozovella subbotinae Zone. This zone is understood in the sense of the definition by Salaj (1980). Considerably represented are also benthonic--agglutinated and calcareous foraminifers:

Rhabdammina discreta Brady
Nothia robusta (Grzybowski)
Reophax elongata Grzybowski
Ammodiscus hoernessi (Karrer)
Glomospira charoides (Jones and Parker)
Glomospira gordiales (Jones and Parker)
Haplophragmoides walteri (Grzybowski)
Trochamminoides subcoronatus (Grzybowski)
Uvigerina aff. *jacksonensis* Cushman
Gyroidina div. sp.
Nodosaria div. sp.

In this zone, in places redeposited mainly Paleocene microfauna is largely represented (more rarely also Campanian-Maastrichtian globotruncanes).

Thus, distinct shallowing was connected with emersion of certain areas and consequently eroded, as for instance the whole area, which then became the basement of the Paleogene in the area of Súľov.

It is clear that two distinct regression phases connected with considerable shallowing in the Paleocene of the Klape sedimentation zone of the Middle Váh river valley, mainly in the area of Hradisko and Hričovské Podhradie, are proved in the Upper Montian, in the Morozovella angulata Zone i. e., it is the presence of algal-coral limestones rich in algae, corals and from foraminifers mainly the representatives of the genus *Miscellanea* Pfender (Köhler, 1995). It is the locality in Hričovské Podhradie and near Hradisko (gorge along the road leading to the new cemetery of Žilina). During Early Thanetian the reef algal-coral limestones in Hričovské Podhradie with *Glomalveolina primaeva* (Reichel) are formed on the one hand and the neritic Operculina sandstones with *Operculina heberti* (Munier-Chalmas) on the other hand, which form several horizons near Hradisko in variegated marls of the Žilina Formation (Samuel, 1972), which correspond to the Igorina pusilla Zone.

Rich occurrences of tropical flora and fauna of these horizons were distinctly bound to warmed up shallow-water marine environment of the Klape sedimentation area. Such warmed up marine shallow-water environment with formation of tropical reef algal-coral limestones existed from the base of the Montian to the uppermost Lower Eocene, mainly in the area of the Myjavská pahorkatina Upland (Salaj, 1960) A problem open in the Western Carpathians remains not proving of the Glomalveolina levis Zone in the uppermost Paleocene as it was mentioned. There is either a stratigraphic hiatus (Köhler and Salaj, 1997) connected with distinct shallowing (sandstones) at the Paleocene-Eocene boundary, or cooling was so distinct that the absence of the species *Glomalveolina levis* (Reichel) at many places as a consequence of bad paleoecological conditions was primary

Paleogene flysch sediments of the Javorníky Mts.

The shallowing during the sedimentation of the flysch sediments, especially in the Lower Eocene strata of the Javorníky Mts (Bystrica unit) with formation of coal marshes (formation of bony coals and coal partings) connected with the rain period. In coal salty marhes to shallow lagoon with normal salinity the primitive tubular types of agglutinated foraminifers were living (*Nothia* div sp., *Bathysiphon* sp., *Rhizammina* div. sp. and *Rhabdammina* div. sp.) in the structure (cement) of which scattered coal substance and pyrite took part. In the lagoonal environment species of the genera *Ammodiscus* div sp. and *Glomospira* div. sp. are mainly represented. In the uppermost Lower Eocene (Ypresian) associations.

Pl 2. 1 – *Globotruncana arca* (Cushman) – reworked, x55; 2 – *Rosita fornicata* (Plummer) – reworked, x110; 3 – *Saccammina placenta* (Grzybowski), x600; 4 – *Ammodiscus glabratus* Cushman and Jarvis, x50; 5 – *Glomospira gordialis* (Parker and Jones), x185, 6 – *Glomospira charoides* (Parker and Jones), x185; 7 – *Gerochammina obesa* Neagu, x115; 8 – *Recurvoides variabilis* Hanzlíková, x110; 9 – *Thalmannammina subturbinata* Grzybowski, x100; 10 – *Recurvoides pentacameratus* Kraschennikov, x90; 11 – *Haplophragmoides herbichi* Neagu, x95; 12 – *Haplophragmoides herbichi* Neagu, x100; 13 – *Uvigerinammina jankoi* Majzon, x125; 14 – *Uvigerinammina jankoi* Majzon, x125; 15 – *Uvigerinammina jankoi* Majzon, x125; 16 – *Uvigerinammina jankoi* Majzon, x125. Loc. Kvašov (Figs. 1–16); the lower part of the Paleocene variegated clays of the Beloveža Formation (250 m thick). 250 m NW of the elev. point 380.2 m.

besides the above mentioned types of agglutinated foraminifers, specimens *Saccamminoides carpathicus* Geroch occur relatively scarcely Besides the light-coloured types of agglutinated species of normal lagoonal environment also dark types bound to a shallow reductional environment are present. These obviously could have been redeposited from coal lagoons and marshes in connection with short-term rise of the sea level and transgression.

This transgression is proved mainly in the Paleogene in the Súľov area (Lower Cuisian zone with *Alveolina oblonga* d'Orbigny and *Alveolina ruettimeyeri* Hottinger; Samuel and Salaj, 1963). A rapid regression is connected with formation of a large intermontane lake, in which the inundation cycles of the Súľov Conglomerates (Svinské chlievy Formation) were deposited, the lower part with 3 horizons barren of microfossils and with layers of 13 horizons of the banded lacustrine Malenica Onyxites (Salaj, 1993).

In the middle and upper parts of the formation of the Súľov Conglomerates in the shallow neritic zone with 3–4 horizons of the nummulite sandy limestones uppermost Ypresian in age were deposited.

Paleoenvironment and paleoecology of foraminifers in the Eocene-Oligocene sediments

The Middle-Upper Eocene flysch sediments of the Súľov type as well as Magura type Paleogene (Javorníky and Biele Karpaty Mts.) are very poor in benthonic calcareous and agglutinated foraminifers and many horizons are completely without fossils. The main reason was that in the rains period there were outwashes as well as transport of detrital (including pebbles) material at short distance into the large intermontane Súľov lake, in its connection also into a sea lagoon with normal salinity or into the open sea.

At the floor of seas in that time distinctly Fe-oxidation paleoenvironment with ferric concretion, often of microscopic dimension, mostly preserved as ooids was taking rise. These originally formed as secondary envelope of dead planktonic foraminifers fallen to the sea floor. The planctic foraminifers were completely destructed in many horizons, except scarce finds. Obviously the Fe-oxidation environment was completely unfavourable for development of benthonic foraminifers.

In the Upper Lutetian, in which Fe-oxidation horizons are not present and/or occurring only scarcely, a rich microfauna of agglutinated foraminifers of the Reticulophragmium amplectens Zone is abundant and differentiated in species. Agglutinated foraminifers are represented by the follows species:

Dorothia latissima Grzybowski
Rhabdammina discreta Brady
Reophax pilulifera Brady
Glomospira charoides (Pones and Parker)
Ammodiscus hoernessi (Karrer)
Paratrochamminoides gorayskii (Grzybowski)
Glomospira gordialis (Jones and Parker)
Cystammina pauciloculata Brady
Trochamminoides subcoronatus (Grzybowski)
Lituotuba lituiformis (Brady)
Recurvoides turbinatus (Brady)
Thalmanammina subturbinata (Grzybowski)
Haplophragmoides walteri (Grzybowski)
Haplophragmoides suborbicularis Grzybowski
Hyperammina nodata Grzybowski

From the benthonic calcareous foraminifers the species are present:

Cassidulina subglobosa Brady
Eponides subumbonatus Mjatiuk
Eponides truempyi Nuttall
Reussella terquemi Cushman
Gyroidina soldanii d'Orbigny
Gyroidina octocamerata Cushman and Hanna

In the marls with foraminifers of the Reticulophragmium reticulatum Zone are the intercalation of calcareous sandstones with following larger foraminifers

Nummulites millecaput Boubée
Operculina parva Douvillé and O'Gorman
Discocyclina pratti (Michelin)
Discocyclina scalaris (Schlumberger)
Discocyclina archiaci (Schlumberger)
Asterocyclina stellaris (Brunner)
Nummulites striatus minor D'Archiac and Haime
Discocyclina roberti Douville and
Nummulites heimi Rozlozsnik

The paleoenvironment in this time section, similarly as in the Priabonian in the area of Súľov, was relatively of shallow-water type, corresponding to the external platform, on which abundant layers of organodetrital nummulite limestones with rich microfauna of larger foraminifers were deposited, accompanied by a rich paleobiotope of lithothamnia, documented in detail in borehole RK-22 (near Rajec), studied by Šalaga et al. (1976)

Of relatively deeper sediments were deposited in the Lutetian to Oligocene of the Žilinská kotlina depression where mainly planktonic foraminifers predominate. Their stratigraphy was worked out in detail by Bystrická (1961), Samuel and Salaj (1968) and Salaj (1993, 2001). It should be mentioned that several horizons with agglutinated foraminifers of the Reticulophragmium amplectens Zone are present in the Upper Lutetian.

A detail documentation of the studied profiles with samples taken from the Žilinská kotlina depression with elaborated biostratigraphy is mainly in the works by Salaj et al. (1978) and Began, Haško, Kysela, Salaj and Samuel (1983)

The anoxic (reduction) events were in the time of the Globigerinatheka semiinvoluta Zone and of sedimentation of the Lower Oligocene Menilite Shales. The paleoenvironment on the sea floor was reductional with abundance of pyrite and manganese without condition for development of benthonic foraminifers. Planktonic foraminifers were pyritized after death and deposition. It is necessary to mention that tropical specimens of planktonic foraminifers as *Hantkenina* div sp. and *Cribrohankenina* div

sp. in the Upper Eocene and Oligocene are lacking In this time, although there was a significant deepening of the sedimentary environment, there was also evidently cooling, chiefly in the Middle Oligocene. The present planktonic as well as calcareous benthonic foraminifers are of very small (= nannic) dimensions Agglutinated foraminifers, besides sporadical finds of very small representives of the genera *Rhizammina, Hyperammina* and *Rhabdammina*, are more or less absent.

It is thus confirmed that agglutinated foraminifers were living in the Western Carpathians also in the lagoonal to marshy environment, but these are always without the benthonic calcareous and planktonic foraminifer associations so as it is already mentioned (Bieda, 1969; Salaj, 1998) and in many cases nannoplankton is also missing.

A significant event due which in many passages of Upper Senonian and Paleogene flysch sediments benthonic foraminifers are not present is, besides the anoxic event, also the Fe-oxidation event.

Acknowledgements. This research task was supported financially by the VEGA grant project No. 3178.

Consulted bibliography

ALVE, E. & MURRAY, J. W., 1995: Experiments to determine the origin and paleoenvironmental significance of agglutinated foraminiferal assemblages. *In. M. A. Kaminski, S. Georch & M. A. Gasinski (eds.). Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Kraków, 1993. Grzybowski Foundation Spec. Publ., 3, 1–11.*

BAK, K., BAK, M., GASIŃSKI, A. & JAMIŃSKI, J., 1995: Biostratigraphy of Albian to Turonian deep-water agglutinated foraminifera calibrated by planktonic foraminifera, radiolarians, and Dinoflagellate cysts in the Pieniny Klippen Belt, Polish Carpathians. *In: M. A. Kaminski, S. Geroch & M. A. Gasiński (eds.): Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Kraków Poland, Sept. 1993. Grzybowski Foundation Spec. Publ., 3, 13–27.*

BAK, K., BAK. M., GEROCH, S. & MANECKI, M., 1997: Biostratigraphy and paleoenvinmental analysis of benthic foraminifera and radiolarians in Paleogene variegated shales in the Skole Unit, Polish Flysch Carpathians. *Ann. Soc. géol. Polon., 67, 135–154.*

BEGAN, A., HAŠKO, J., KYSELA, J., SALAJ, J. & SAMUEL, O., 1983: Basical features of structure of the Klippen Belt. *In: O. Samuel & V. Gašpariková (eds.): Excursion guide of the 18th Europ. Coll. Mipropal. Bratislava, GÚDŠ, 5–215.*

BYSTRICKÁ, H., 1961 Mikrofauna pestrých vrstviev Žilinskej kotliny. *Acta geol. geogr Univ. Comen., 109–176.*

BYSTRICKÁ, H., GAŠPARIKOVÁ, V., KOHLER, E., KYSELA, J. & SALAJ, J., 1983: Maastrichtian to Eocene sediments of the Manín Unit in Northwestern Slovakia. Loc. 9 Hradisko. 18th European coll. Micropal. Bratislava-Praha, Sept. 1983, 29.

BIEDA, F., 1969: Flysch formation in the Tertiary of the Polish Carpathians. *Ann. Soc. géol. Polon., 39, 1–3, 487–514.*

GEROCH, S. & NOWAK, W., 1984: Proposal of zonation for the Late Tithonian – Late Eocene, based upon arenaceous foraminifera from the Outer Carpathians, Poland. *Benthos '83, 2nd Int. Symp. Benthic Foram. (Pau, April 1983), 225–239.*

GRZYBOWSKI, J., 1894a: Mikrofauna karpackiego piaskowca spod Dukli. *Ak. Um. Rozpr Wydz. Mat.-przyr., Kraków, 29, 181–214.*

GRZYBOWSKI, J., 1894b: Foraminiferen aus dem Eocän der Karpathen: Mikrofauna des Karpathensandststeins bei Dukla. *Abh. Sitzber. Akad. Wiss., 1894, 54–57.*

GRZYBOWSKI, J., 1896: Otwornice czerwonych ilow z Wadowic. *Ak Um. Rozpr Wydz. Mat.-przyr., Kraków, 30, 261–308.*

GRZYBOWSKI J., 1898 Otwornice pokladow naftonosnych okolicy Krosna. *Ak Um. Rozpr Wydz Mat.-przyr., Kraków, 33, 257–305.*

GRZYBOWSKI, J., 1901 Otwornice warstw inoceramowych okolicy Gorlic. *Ak. Um Rozpr Wydz Mat.-przyr., Kraków, 41, 219–288.*

HANZLÍKOVÁ, E.,1953: Mikropaleontologicko-stratigrafické zhodnocení vrtby Žukov NP-15. *Sbor Ústř Úst. geol., Odd. paleont., 20, 85–167.*

HANZLÍKOVÁ, E., 1955: Příspěvky k mikropaleontologii bělokarpatského paleogénu v záp. části Bílých Karpát. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1954. Praha.*

HANZLÍKOVÁ, E., 1972: Carpathian Upper Cretaceous foraminifera of Moravia (Turonian-Maastrichtian). *Rozpr Ústř Úst. geol., 39, 160.*

KOHLER, E., 1995: Paleocénny rifový komplex v Západných Karpatoch. [Dokt. diz. práca]. *Bratislava, GÚ SAV, 234.*

KÖHLER, E. & SALAJ, J., 1997: Paleocene–Eocene boundary – its present day conception. *Zem. Plyn Nafta, 41, 3, 161–206.*

KUHNT, W., 1990: Agglutinated Foraminifera of western Mediterranean Upper Cretaceous pelagic limestones (Umbrian Apennines, Italy and Betic Cordillera, Southern Spain). *Micropaleontology, 36, 4, 297–330.*

NEAGU, T., 1968: Biostratigraphy of Upper Cretaceous deposits in the southern Eastern Carpathians near Brasov. *Micropaleontology, 14, 2, 225–241.*

OLSZEWSKA, B., 1984: A paleontological interpretation of the Cretaceous and Paleogene foraminifers of the Polish Outer Carpathians. *Geol. research in the Carpathians, XXIV Biul. Inst. Geol., 346, 8–56.*

ROGL, F., 1995: A Late Cretaceous flysch-type agglutinated foraminiferal fauna from the Trochamminoides proteus type locality (Wien–Hütteldorf, Austria). *In. M A Kaminski, S. Geroch & M. A. Gasiński (eds.). Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Kraków Poland, Sept. 1993. Grzybowski Foundation Spec. Publ., 3, 249–263.*

SALAJ, J., 1960: Bericht zur Mikrobiostratigraphie der gossauer Kreide im Gebirge Brezovské pohorie und des Paläogene des Hügellandes Myjavská pahorkatina. *Geol. Práce, Spr., 18, 119–130.*

SALAJ, J., 1961 Einige neuen stratigraphischen Kenntnisse aus der Kreide der inneren Klippenzone der Westkarpaten. *Geol. Práce, Spr., 22, 83–98.*

SALAJ, J., 1980: Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléogene de la Tunisie septentionale et orientale (Hypostratotypes tunisiens). *Bratislava, Vyd. GÚDŠ, 238.*

SALAJ, J., 1991 Lacustrine limestone horizons in Súľov conglomerates of the Pružina area and their significance for paleogeographical--tectonical evolution of the area. *Mineralia Slov., 23, 3, 215–222.*

SALAJ, J., 1993: The Súľov Paleogene of the Domaniža Basin in the light of new findings. *Geol. Zbor Geol. carpath., 44, 2, 95–104.*

SALAJ, J., 1995: Klippen and Peri-Klippen belt, Súľov Paleogene and Mesozoic of the northern part of Strážovské vrchy hills. *Zem. Plyn Nafta, 40, 1, 3–51*

SALAJ, J., 1997: Ročná správa z geologického mapovania stredného Považia v úseku medzi Kotešovou, Svederníkom, Veľkým Rovným a Dlhým Poľom. *Archív ŠGÚDŠ, Bratislava.*

SALAJ, J., 1998: Reflection of Paleoclimate in Paleogene sediments of the Middle Váh river valley. *Zem. Plyn Nafta, 42, 3, 171–187*

SALAJ, J., 2001a: New knowledge of stratigraphy and paleogeographic--tectonic development of the Súľov type Paleogene. *Mineralia Slov., 33, 2, 81–90.*

SALAJ, J., 2001b: Agglutinated foraminifers from the Upper Senonian to Paleogene Flysch of the Middle Váh valley (Súľov, Javorníky, Biele Karpaty Mts.). Slovakia. *In. 6th International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Prague 2001, Abstracts 2001 Czech Geological Survey*

SALAJ, J., KYSELA, J., GAŠPARIKOVÁ, V & BEGAN, A., 1978: Le Danien de la série de Manín de l'Ouest de Žilina et la question de plissement laramique. *Geol. Práce, Spr., 70, 57–81.*

SAMUEL, O., 1972: Niekoľko poznámok k litologicko-faciálnemu a stratigrafickému členeniu paleogénu bradlového pásma. *Geol. Práce, Spr., 70, 83–90.*

SAMUEL, O., 1977: Agglutinated foraminifera from Paleogene flysch formations in West Carpathians of Slovakia. *Západ. Karpaty, Sér Paleont., 2–3, 7–70.*

SAMUEL, O. & SALAJ, J., 1963: Contribution to Paleogene of Myjavská pahorkatina vicinity of Považská Bystrica, Žilina and Eastern Slovakia. *Geol. Zbor. Slov. Akad. Vied, 149–163.*

SAMUEL, O. & SALAJ, J., 1968: Microbiostratigraphy and foraminifera of the Slovak-Carpathian Paleogene. *Bratislava, Vyd. GÚDŠ, 232.*

ŠALAGA, I., BORZA, K., KOHLER, E., SAMUEL, O. & SNOPKOVÁ, P., 1976: Hydrogeologické vrty v rajeckej a súľovskej oblasti. *Region. Geol. Západ. Karpát, 7–85.*

Rukopis doručený 13. 12. 2005
Rukopis akceptovaný 21. 2. 2006
Revidovaná verzia doručená 13. 2. 2006

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 321–326

Paleoekológia sarmatskej rybej fauny z Podunajskej panvy (Slovensko)

BARBARA CHALUPOVÁ

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava

Paleoecology of the Sarmatian fish fauna in the Danube Basin (Slovakia)

Gobiidarum triangularis (Weiler, 1943), *Gobius* sp., *Alosa* sp., *Atherina* sp., Clupeidae gen. et sp. indet., Engraulidae gen. et sp. indet., Gadidae gen. et sp. indet., Triglidae gen. et sp. indet., Gobiidae gen. et sp. indet., Soleidae gen. et sp. indet. and Gadiformes sp. juv. were identified in ŠVM-1 Tajná structural borehole, JVM-2 and TPM-23 B boreholes. Fragments of bones and otoliths were found in the Sarmatian clay sediments. The spectrum of fish species corresponds to a typical shallow subtropical to temperate marine associations.

Key words: fossil fish assemblages, paleoecology, paleoenvironment

Úvod

Sarmatské horniny Podunajskej panvy poskytujú bohaté spoločenstvá rýb, ktoré umožňujú paleoekologicky interpretovať a charakterizovať študované lokality (obr. 1) – štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná, vrt JVM-2 a TPM-23 B.

Začiatkom sarmatu centrálna Paratetyda stratila spojenie s mediterránnou oblasťou, nastala degradácia mora a vysladzovanie sedimentačného priestoru, ktorý sa zmenil na vnútrozemský brakický bazén.

Geologické pomery lokalít

Štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná

Štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná bol vyhĺbený na JZ od Tajnej na prieskum podložia Podunajskej panvy do hĺbky 211 m. Rybia fauna sa našla v sivozelenom laminovanom ílovci (v hĺbke od 115,4–5 m do 163,5–6 m) vrábeľského súvrstvia sarmatského veku.

Vrt JVM-2

Vrt JVM-2 bol vyhĺbený na SZ od Mochoviec do hĺbky 50 m a dali sa v ňom pozorovať neogénne sedimenty sarmatského a panónskeho veku. Sarmatské (20,0–48,8 m) patria do vrábeľského súvrstvia. Spracovaný materiál sa nachádzal v sivom výrazne laminovanom ílovci vo vrstve 45,5 m.

Vrt TPM-23 B

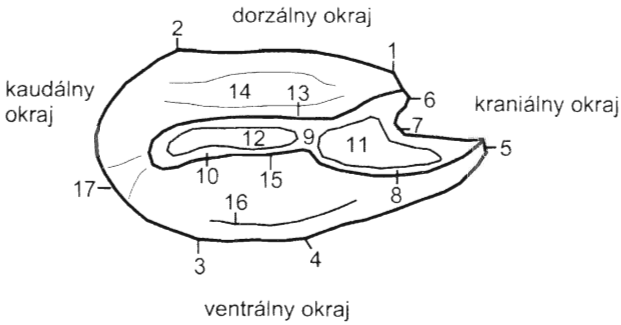
Plytký mapovací vrt TPM-23 B bol vyhĺbený približne 1 km na J od Smoleníc. Otolity pochádzali z vápnitého ílu sarmatského veku (od 2,7 do 4,3 m).

Materiál a metodika

Fosílnym materiálom opísaným v tomto príspevku sú kostry rýb a 971 otolitov. Študovaný materiál (kostry aj otolity) je uložený na Geologickom ústave SAV v Bratislave. Kolekcia nájdených fosílnych rýb z lokality ŠVM-1 Tajná je označená skratkou TA. Fotografie kostier boli



Obr 1. Geografická pozícia študovaných lokalít.
Fig. 1. Location of the studied localities.



Obr. 2. Schematický nákres vnútornej strany ľavej sagity.

Fig. 2. Schematic sketch of the inner face of the left sagitta. 1 – cornu praedorsalis, 2 – cornu postdorsalis, 3 – cornu postventralis, 4 – cornu praeventralis, 5 – rostrum, 6 – antirostrum, 7 – excisura, 8 – ostium, 9 – collum, 10 – cauda, 11 – colliculum anterium, 12 – colliculum posterium, 13 – crista superior, 14 – area, 15 – crista inferior, 16 – fissura ventralis, 17 – area postcaudalis.

zhotovené digitálnym fotoaparátom a otolitov rastrovacím elektrónovým mikroskopom. Schematický nákres ľavej sagity je na obr 2. Termíny sú použité pri opise otolitov Vzorky sa merali pod binokulárnym mikroskopom s presnosťou na 0,5 mm, dĺžkové hodnoty na vertikálnej línii. Metrické hodnoty sa zapísali do tabuliek a podľa možností sa percentuálne zhodnotili v relácii k štandardnej dĺžke

Použité skratky. A – análna plutva, C – chvostová plutva, D – chrbtová plutva, P – pektorálna plutva, V – ventrálna plutva, Vert. – počet stavcov, AC – maximálna výška tela *(altitudo corporis)*, AP – výška chvostového stebla *(altitudo pedunculi caudae)*, DO – priemer očnice *(diameter orbita)*, LA – dĺžka bázy análnej plutvy *(longitudo pinnae analis)*, LCa – dĺžka hlavy *(longitudo capitis)*, LD – dĺžka bázy dorzálnej plutvy *(longitudo pinnae dorsalis)*, LM – dĺžka čeľustia *(longitudo maxillae)*, PA – preanálna vzdialenosť *(distantia praeanalis)*, PD – predorzálna vzdialenosť *(distantia antedorsalis n. praedorsalis)*, PP – prepektorálna vzdialenosť *(distantia praepectoralis)*, PV – preventrálna vzdialenosť *(distantia praeventralis)*, PO – preorbitálna vzdialenosť *(distantia praeorbitalis)*, SL – štandardná dĺžka tela *(longitudo corporis)*.

Tab. 1
Dĺžkové parametre (mm) vzorky číslo 7 TA. *Alosa* sp.
(% zastúpenie v SL)
Principal metrical parameters (mm) of the specimens
n. 7 TA: *Alosa* sp. (% in SL)

Číslo vzorky	SL	AP	LCa	PD
7 TA	36,0	2,0 (5,56)	10,5 (29,2)	13,0 (36,1)

Systematická časť

Systematika je podľa Nolfa (1985)

Rad Clupeiformes Bleeker, 1859
Podrad: Clupeoidei Bleeker, 1859
Čeľaď: Clupeidae Cuvier, 1817
Clupeidae gen. et sp. indet.

Materiál: vzorka 3 TA – jedna nekompletná kostra (bez hlavy, chvostová časť je porušená, telo s cykloidnými šupinami), 2 otolity

Znaky: Pretiahnuté, na priečnom priereze oválne telo s brušným kýlom. Spodná čeľusť je o máličko dlhšia ako vrchná. *Clupeidae* majú veľké oči. Chrbtová plutva je krátka (17–20 lúčov) a pomerne dosť vysoká, chvostová hlboko vykrojená do tvaru V Brušné plutvy sa začínajú za chrbtovými. *Clupeidae* majú nápadne oddelené veľké cykloidné šupiny Telo je veľké do 36 cm

Opis: Sagita je kvapkovitého tvaru na dorzálnom okraji s hladkým a na ventrálnom so zubkovaným obrysom. Rostrum je dominantnejšie (špicaté a mohutné) ako antirostrum a oddeľuje ich hlboká excisúra. Na vnútornej ploche je nápadná, hlboko zarezaná sluchová brázda *(sulcus acusticus)*. Je široká a zaberá asi tretinu výšky otolitu

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú v malej hĺbke v kŕdľoch v oblastiach epikontinentálnych morí od subtropického do polárneho pásma.

Rozšírenie čeľade v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od eocénu po recent (Romer, 1967). Niektoré rody žijú aj dnes.

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 123,0 m (vzorka 3 TA), v hĺbke 115,4–5 m jeden otolit, vrt JVM-2 v hĺbke 45,5 m jeden otolit.

Rod. *Alosa* Linck, 1790

***Alosa* sp.**

Materiál: vzorka 7 TA – kompletná kostra, 4 TA – nekompletná kostra s chrbticou a s jej chvostovou časťou

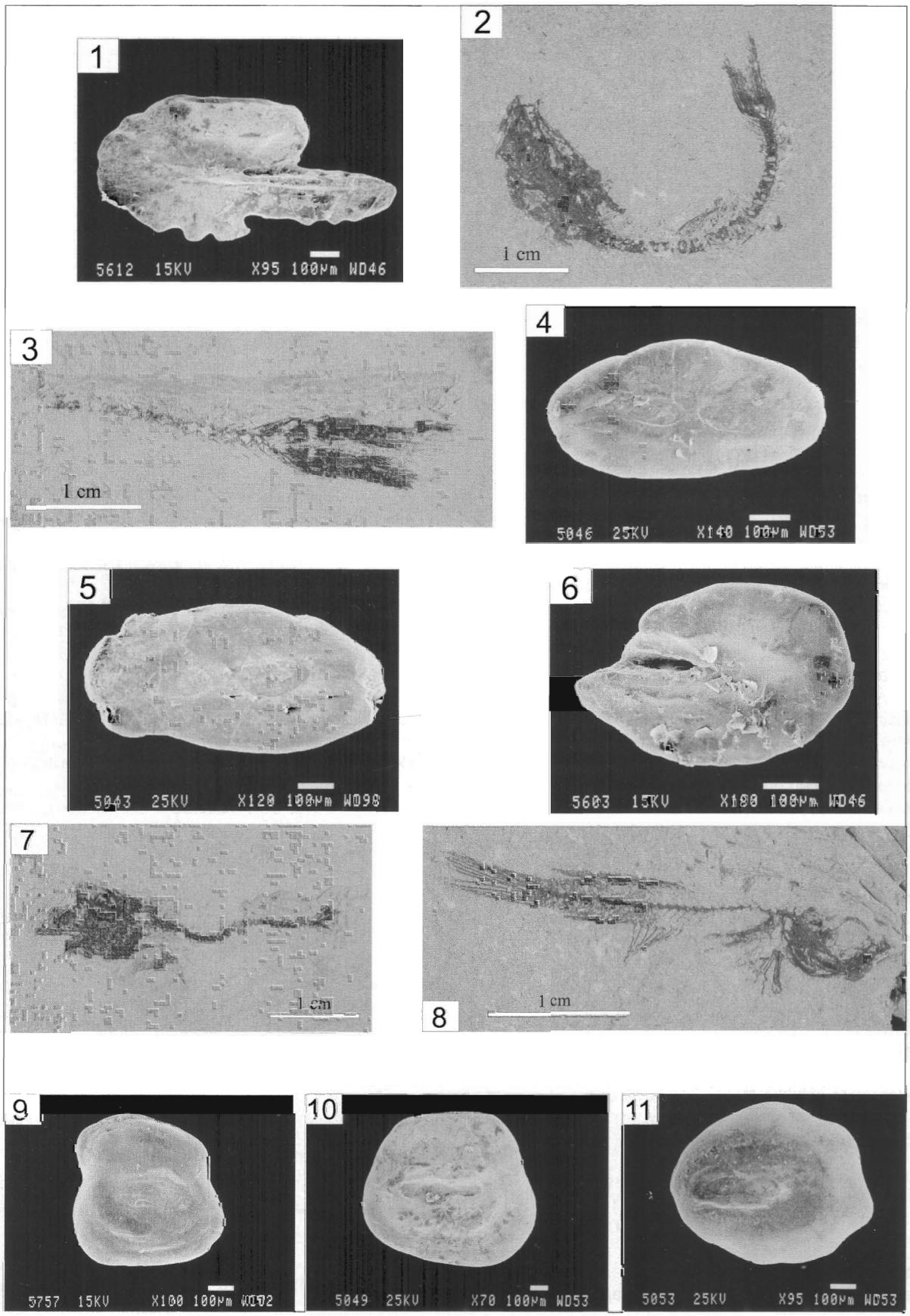
Rozmery: tab. 1

Vert. 40, SL 36,0 mm, AP 2,0 mm, LCa 10,5 mm, PD 13,0 mm.

Znaky: Pretiahnuté telo s veľkou hlavovou časťou

TAB. 1. 1 – Clupeidae gen. et sp. indet., ľavá sagita, ŠVM-1 Tajná, vzorka 5058, 2 – *Alosa* sp., ŠVM-1 Tajná, vzorka číslo 7 TA, 3 – Engraulidae gen. et sp. indet., ŠVM-1 Tajná, vzorka 2 TA, 4 – Gadiformes sp. juv., pravá sagita, JVM-2, vzorka 5046, 5 – Gadidae gen. et sp. indet., ľavá sagita, JVM-2, vzorka 5043, 6 – *Atherina* sp., pravá sagita, ŠVM-1 Tajná, vzorka 5603, 7 – Triglidae gen. et sp. indet., ŠVM-1 Tajná, vzorka 1 TA, 8 – Gobiidae gen. et sp. indet., ŠVM-1 Tajná, vzorka 6 TA, 9 – *Gobius* sp., ľavá sagita, TPM-23 B, vzorka 5757 10 – *Gobiiidarum triangularis* (Weiler, 1943), pravá sagita, JVM-2, vzorka 5049, 11 – Soleidae gen. et sp. indet., pravá sagita, JVM-2, vzorka 5053.

Pl. 1. 1 – Clupeidae gen. et sp. indet., left sagitta, ŠVM-1 Tajná, n. 5058, 2 – *Alosa* sp., ŠVM-1 Tajná, n. 7 TA, 3 – Engraulidae gen. et sp. indet., ŠVM-1 Tajná, n. 2 TA, 4 – Gadiformes sp. juv., right sagitta, JVM-2, n. 5046, 5 – Gadidae gen. et sp. indet., left sagitta, JVM-2, n. 5043, 6 – *Atherina* sp., right sagitta, ŠVM-1 Tajná, n. 5603, 7 – Triglidae gen. et sp. indet., ŠVM-1 Tajná, n. 1 TA, 8 – Gobiidae gen. et sp. indet., ŠVM-1 Tajná, n. 6 TA, 9 – *Gobius* sp., left sagitta, TPM-23 B, n. 5757, 10 – *Gobiiidarum triangularis* (Weiler, 1943), right sagitta, JVM-2, n. 5049, 11 – Soleidae gen. et sp. indet., right sagitta, JVM-2, n. 5053


1
5612 15KV X95 100µm WD46
2
1 cm
3
1 cm
4
5046 25KV X140 100µm WD53
5
5043 25KV X120 100µm WD98
6
5603 15KV X100 100µm WD46
7
1 cm
8
1 cm
9
5757 15KV X100 100µm WD92
10
5049 25KV X70 100µm WD53
11
5053 25KV X95 100µm WD53

a s výrazným brušným kýlom. *Alosa* sp. má veľké oči a široké ústa. Spodná čeľusť je dlhšia ako vrchná. Chrbtová plutva je vysoká a krátka, začína sa pred brušnou a skladá sa z 15–17 lúčov, brušná je krátka (6–7 lúčov) a chvostová hlboko vykrojená do tvaru *V*. Šupiny sú cykloidné a ľahko sa strácajú. Dĺžka tela je rozdielna, najčastejšie dorastá do 75 cm.

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia sú spoločenské ryby žijúce v litorálnej oblasti, ako aj v oblastiach mezopelagiálu subtropického až mierneho pásma. Ryby druhu *Alosa* sp. žijú v mori ale rozmnožujú sa v sladkej vode riek.

Rozšírenie rodu v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od oligocénu po pliocén (Romer, 1967). Niektoré druhy žijú aj dnes.

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 138,0 m (vzorka 4 TA) a 137,5 m (vzorka 7 TA).

Čeľaď: Engraulidae Gill, 1861
Engraulidae gen. et sp. indet.

Materiál: vzorka 2 TA – neúplná kostra (chrbtica s 15 stavcami a s kostrou chvosta), vzorka ± 5 TA – neúplný chvost.

Znaky: Veľmi štíhle bočne sploštené telo. Spodné ústa sú veľmi široké (až po zadný okraj očí). Vrchná čeľusť je dlhá, končitá. Chrbtová plutva sa začína v strede tela a má 15–18 mäkkých lúčov, análna v dvoch tretinách dĺžky tela a má 2–26 mäkkých lúčov. Brušné plutvy sa začínajú tesne pred stredom tela, pred základňou chrbtovej plutvy. Na základni chvostovej plutvy sú dve šupiny. *Engraulidae* dorastá do dĺžky maximálne 20 cm.

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú v kŕdľoch v otvorených vodách, migrujú do blízkosti pobrežia, ale vnikajú aj do brakických vôd.

Rozšírenie čeľade v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od eocénu po miocén (Romer, 1967). Niektoré rody žijú aj dnes.

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 142,3 m (vzorka 2 TA) a v hĺbke 139,4 m (vzorka ± 5 TA).

Nadrad: Paracanthopterygii Greenwood et al., 1966
Rad: Gadiformes Goodrich, 1909
Gadiformes sp. juv.

Materiál: 69 otolitov

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 159,5–6 m jeden otolit, v hĺbke 124,2–3 tri, v hĺbke 123,4–5 šesť a v hĺbke 115,4–5 m štyri otolity, vrt JVM-2 v hĺbke 45,5 m 55 otolitov.

Podrad: Gadoidei Goodrich, 1909
Čeľaď: Gadidae Rafinesque, 1810
Gadidae gen. et sp. indet.

Materiál: dva otolity.

Opis: Sagita je variabilne eliptická, okraje hladké alebo mierne zvlnené, vnútorná plocha rovná alebo mierne konvexná, sluchová brázda (sulcus acusticus) priama s obidvoma takmer rovnakými ostrovčekmi (colliculus anterium a colliculus posterium). Pod krčkom (collum) je krátka ostrá hrana, ktorá môže zasahovať až pod obidva ostrovčeky.

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú blízko pobrežia (do 20 m), a to pri dne, ale aj v otvorených vodách. Mladé rybky sa zdržiavajú vo veľmi plytkej vode.

Rozšírenie čeľade v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od paleocénu po recent (Romer, 1967). Niektoré rody žijú aj dnes.

Výskyt: vrt JVM-2 v hĺbke 45,5 m dva otolity

Rad: Atheriniformes Rosen, 1964
Podrad: Atherinoidei Rosen, 1964
Čeľaď: Atherinidae Risso, 1826
Rod: *Atherina* Linnaeus, 1758
***Atherina* sp.**

Materiál: 9 otolitov

Opis: Sagita má premenlivý kruhovitý až oválny tvar. Dorzálny okraj je menej vypuklý ako ventrálny, rostrum výraznejšie ako antirostrum a excisúra plytká. Ostium aj sluchová brázda (sulcus acusticus) sú nápadné. Sluchová brázda je široká a zaberá asi tretinu výšky otolitu.

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú blízko pobrežia (do 100–150 m) nad pieskovým podkladom, v ústiach riek a v lagúnach brakickej vody subtropického až mierneho pásma.

Rozšírenie rodu v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od eocéna po recent (Romer, 1967). Niektoré druhy žijú aj dnes.

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 125,0–2 m a 124,2–3 m po jednom otolite, vrt JVM-2 v hĺbke 45,5 m tri otolity, vrt TPM-23 B v hĺbke 3,0–3,1 m jeden a v hĺbke 2,7–3,0 m tri otolity.

Rad: Scorpaeniformes Garman, 1899
Podrad: Scorpaenoidei Garman, 1899
Čeľaď: Triglidae Riso, 1826
Triglidae gen. et sp. indet.

Materiál: vzorka 1 TA – nekompletná kostra s neporušenou hlavou a chrbticou, ale s rozrušenou kostrou chvosta.

Rozmery: tab. 2

Tab. 2
Dĺžkové parametre (mm) vzorky 1 TA: Triglidae gen. et sp. indet. (% zastúpenie v SL)
Principal metrical parameters (mm) of the specimens n. 1 TA. Triglidae gen. et sp. indet. (% in SL)

Číslo vzorky	SL	AP	DO	LCa	LM	PO
1 TA	32,0	1,0 (3,1)	3,0 (9,4)	12,0 (37,5)	5,0 (15,6)	5,0 (15,6)

Vert. 29, SL 32,0 mm, AP 1,0 mm, DO 3,0 mm, LCa 12,0 mm, LM 5,0 mm, PO 5,0 mm.

Znaky: Pretiahnuté kuželovité telo s veľkou hlavovou časťou obrnenou pevnými kostenými doskami a pomerne veľké oči a široké ústa. Má dve chrbtové plutvy, na prvej je 8–10 tvrdých, na druhej 15–18 mäkkých lúčov Pozdĺž základne chrbtovej plutvy sú malé kostené ostne. Prsné plutvy sú veľké, tri spodné lúče bez plutvovej kože a prstovito pohyblivé. Prsné plutvy siahajú až po 3. až 4. lúč análnej plutvy Análna plutva má 14–17 mäkkých lúčov Dĺžka tela je rozdielna, najčastejšie do 25–50 cm.

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú v tropickom až miernom pásme nad bahnitým, pieskovým a štrkovým podkladom v hĺbke 5–300 m. Mladé rybky sa zdržiavajú blízko pobrežia, najmä v ústiach riek alebo v ich blízkosti (aj v sladkej vode). Sú to zdatní plavci.

Rozšírenie čeľade v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od eocénu po miocén (Romer, 1967). Niektoré rody žijú aj dnes.

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 128,2 m (vzorka 1 TA).

Rad: Perciformes Bleeker, 1859
Podrad: Gobioidei Jordan & Evermann, 1896
Čeľaď: Gobiidae Bonaparte, 1832
Gobiidae gen. et sp. indet.

Materiál: vzorka 6 TA – kompletná kostra.

Rozmery: Vert. 29, V 9, A 13, C 14, SL 23,0 mm, AC 2,5 mm, AP 2,0 mm, DO 2,8 mm, LA 5,0 mm, LCa 7,0 mm, LD 6,0 mm, PA 14,0 mm, PO 1,0 mm, PP 8,0 mm, PV 7,0 mm (tab. 3).

Znaky: Pretiahnuté bočne trocha sploštené telo s dlhým chvostovým steblom. Oči sú ďaleko od seba a ležia na bokoch hlavy. Má dve oddelené chrbtové plutvy. Prvá má zväčša 7, zriedkavejšie 8 tvrdých lúčov, druhá jeden tvrdý a 9–10 mäkkých lúčov. Prsné plutvy sú veľké a bez voľných lúčov, brušné sú zrastené. Zadný okraj chvostovej plutvy je rovný. Dĺžka tela je najviac 10 cm.

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú blízko pobrežia aj v odlivových močiaroch s bohatým rastlinným porastom a na morskom dne medzi riasami tropického až mierneho pásma.

Rozšírenie čeľade v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od stredného miocénu po recent (Romer, 1967). Niektoré rody žijú aj dnes.

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 121,45 m (vzorka 6 TA).

Rod: *Gobius* Linnaeus, 1758
***Gobius* sp.**

Materiál: 357 otolitov

Opis: Sagita má nepravidelne okrúhly tvar s hladkým obrysom. Ventrálny okraj je menej klenutý, vzadu kolmo stúpa a malým výkrojkom a pretiahnutou časťou prechádza do dorzálneho okraja. Rohy sú viac-menej zaoblené Na vnútornej ploche je slabo viditeľná sluchová brázda (sulcus acusticus) Ostium a kauda sú uzavreté, area pomerne veľká a vonkajšia plocha sagity je konvexná.

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú v neritickej oblasti (litorál a sublitorál) tropického až mierneho pásma maximálne do hĺbky 200 m.

Rozšírenie rodu v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od ?eocénu, oligocénu po recent (Romer, 1967). Niektoré druhy žijú aj dnes.

Výskyt: vrt JVM-2 v hĺbke 45,5 m 219 otolitov, vrt TPM-23 B v hĺbke 4,0–4,3 m 12, v hĺbke 3,0–3,1 m 33 a v hĺbke 2,7–3,0 m 93 otolitov

***Gobiidarum triangularis* (Weiler, 1943)**

Materiál: 527 otolitov

Opis: Sagita má nepravidelný tvar Dorzálny aj ventrálny okraj sú vyklenuté a rohy zaoblené. Vnútorná plocha je rovná až mierne klenutá, sluchová brázda slabo viditeľná, vodorovná (ostium a kauda sú uzavreté).

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú blízko pobrežia na štrkovom a pieskovom podklade od dolnej časti zóny prílivu a odlivu, niekedy aj v pobrežných močiaroch do hĺbky 50 m.

Rozšírenie druhu v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od oligocénu po pliocén (Romer, 1967).

Výskyt: štruktúrny vrt ŠVM-1 Tajná v hĺbke 163,5–6 m tri otolity, v hĺbke 155,4–5 m jeden, v hĺbke 125,0–2 m dva otolity a v hĺbke 115,4–5 m jeden otolit, vrt JVM-2 v hĺbke 45,5 m 520 otolitov

Rad: Pleuronectiformes Bleeker, 1859
Podrad: Soleoidei Norman, 1931
Čeľaď: Soleidae Bonaparte, 1832
Soleidae gen. et sp. indet.

Materiál: 5 otolitov.

Opis: Sagita je oválna. Dorzálny aj ventrálny okraj sú mierne vypuklé, rostrum aj antirostrum nevýrazné. Sluchová brázda je zaklesnutá a obklopujú ju dorzálne a ventrálne arey.

Tab. 3
Dĺžkové parametre (mm) vzorky číslo 6 TA. *Goblidae* gen. et sp. indet. (% zastúpenie v SL)
Principal metrical parameters (mm) of the specimens n. 6 TA: *Goblidae* gen. et sp. indet. (% in SL)

Číslo vzorky	SL	AC	AP	DO	LA	LCa	LD	PA	PO	PP	PV
6 TA	23,0	2,5 (10,9)	2,0 (8,7)	2,8 (12,2)	5,0 (21,7)	7,0 (30,4)	6,0 (26,1)	14,0 (60,9)	1,0 (4,3)	8,0 (34,8)	7,0 (30,4)

Paleoekológia: Dnešní zástupcovia žijú v neritickej oblasti blízko pobrežia nad pieskovým a bahnitým podkladom do hĺbky 200 m, prenikajú do ústí riek v tropickom až polárnom pásme.

Rozšírenie čeľade v Európe: Fosílni zástupcovia sú známi od paleocénu po miocén (Romer, 1967). Niektoré rody žijú aj dnes.

Výskyt: vrt JVM-2 v hĺbke 45,5 m 520 otolitov.

Diskusia a záver

Analýza fosílnej rybej fauny z lokalít Podunajskej panvy poskytla cenné informácie zužitkovateľné pri paleogeografickej charakteristike prostredia Vrchnosarmatský vek sedimentov, v ktorých sa našla rybia fauna z vrtu ŠVM-1 Tajná a JVM-2, sa určil na základe výskytu ostrakód *Aurila hispidula* (Reuss) a *Callistocythere naca* (Mehes) (Grigorovič et al., 2001).

Nájdené rybie zvyšky zo štruktúrneho vrtu ŠVM-1 Tajná dokumentujú plytkovodnejšie podmienky – sublitorálnu oblasť blízko pevniny v spodných vrstvách brakického charakteru počas sedimentácie ílovcových vrstiev, čo potvrdila aj analýza ostatnej nájdenej fauny – vápnitý nanoplanktón, foraminifery a ostrakóda. Tie poukázali aj na sedimentáciu v brakickom bazéne hlbokom 30–40 m, ktorý mohol byť porastený riasami. Svedčí o tom aj výskyt čeľade Gobiidae (Bonaparte, 1831).

Otolity z vrtu JVM-2 dokumentujú plytkovodnejšie podmienky – litorálnu oblasť (najviac do hĺbky 100 m) blízko pevniny v spodných vrstvách brakického charakteru počas sedimentácie. V tom období sa polozavretý sarmatský bazén periodicky spájal s ostatnými morskými bazénmi.

Otolity z vrtu TPM-23 B potvrdzujú plytkovodnejšie prostredie Išlo o litorálnu oblasť do hĺbky 150 m blízko pevniny v spodných vrstvách brakického charakteru

Vo vrchnom sarmate bola v celej oblasti subtropická až mierna klíma.

Poďakovanie. Ďakujem Dr K. Fordinálovi za poskytnutie vzoriek otolitov z vrtu JVM-2 a TPM-23 B, Dr N. Hudáčkovej z vrtu ŠVM-1 Tajná a prof. P Holecovi za konzultácie.

Prácu podporila VEGA (projekt 1/2035/05 a 2/6026/26).

Literatúra

GRIGOROVIČ, A. A., FORDINÁL, K., HALÁSOVÁ, E. HUDÁČKOVÁ, N., SLAMKOVÁ, M. & SLIVA, Ľ. 2001 Litologické, sedimentologické a biostratigrafické vyhodnotenie jadra vrtu ŠVM-1 (Tajná). *Bratislava, Prírodovedecká fakulta UK, 65.*

NOLF, D., 1985: Otolithi Piscium. *In: H. P. Schultze (ed.): Handbook of paleoichthyology, 10. Stuttgart et New York, Fischer, 145.*

ROMER, A. S., 1967: Vertebrate paleontology. *Chicago and London, The University of Chicago press. 468.*

Rukopis doručený 26. 6. 2006
Rukopis akceptovaný 24. 10. 2006
Revidovaná verzia doručená 24. 7 2006

Paleoecology of the Sarmatian fish fauna in the Danube Basin (Slovakia)

The Sarmatian sediments from the Danube Basin yield the rich assemblages of fossil fish, which enable interpretation of paleoecological conditions of localities studied – ŠVM-1 Tajná structural borehole, JVM-2 and TPM-23 B boreholes.

Area of the Central Paratethys lost contact with the Mediterranean region during beginning of the Sarmatian The sedimentation area changed into brackish basin.

The analysis of fish fauna from the Danube Basin offers paleoecological information on its paleoenvironment. The age of sediments with fish fauna from ŠVM-1 Tajná and JVM-2 boreholes was designated as Upper Sarmatian basing on the occurrence of ostracods (Grigorovič et al., 2001).

The fish remains found from ŠVM-1 Tajná structural borehole document comparatively shallow-water conditions (30–40 m), open shelf zone or shallow, protected bays, with stratified water column.

The otoliths found from JVM-2 borehole indicate shallow water character – the littoral down to 100 m depth near the cost and with brackish character of the bottom layers.

The otoliths found from TPM-23 B borehole document shallow water character of the littoral zone down to 150 m depth near the cost.

The character of climate was subtropical to temperate in the study areas during the Late Sarmatian.

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 327–335

Amónne illity v Západných Karpatoch

VLADIMÍR ŠUCHA[1], JANA MADEJOVÁ[2], PETER UHLÍK[1], ADRIAN BIROŇ[3] a ANNA VOZÁROVÁ[1]

[1]Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
[2]Ústav anorganickej chémie SAV, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava
[3]Geologický ústav SAV, Severná ul., 974 01 Banská Bystrica

Ammonium illite in the Western Carpathians

The paper sumarizes data on ammonium illites from different geological environments of the Western Carpathians published in the last 10 years and brings new data on sites with new occurrences. Ammonium bearing illite was found in the hydrothermal environment of the Vihorlat Mts. and Štiavnica stratovolcano, in buried sediments of the anchimetamorphic burial history in Zemplinicum, Hronicum, and Gemericum units, respectively. Ammonium bearing illite was identified in diagenetic sediments of Dukla Formation as the consequence of interaction between clays and oil fluids at elevated temperature. One site with the presence of ammonium in the illite structure was described from hypergene environment of weathering profile developed on the illite-smectite deposit Dolná Ves.

Key words: ammonium bearing illite, burial sediments, hydrothermal alterations, weathering profile, Western Carpathians

Úvod

Draselný aj amónny katión majú veľmi podobné vlastnosti, a preto je ich kryštalochemické správanie takmer totožné. Hlavným dôvodom, prečo sa v prírode nevyskytuje rovnaké množstvo minerálov, v ktorých by bol rovnako zastúpený amónny aj draselný katión, je, že amónny katión je podstatne zriedkavejší. Skupinou minerálov s typickým vysokým obsahom K v štruktúre sú sľudy. K v sľude plní dôležitú kryštalochemickú funkciu – kompenzuje permanentný vrstvový náboj, ktorý vzniká pri substitúciách v oktaédrických a tetraédrických sieťach. Ak je pri vzniku sľudy prítomné amónium, je do jej štruktúry zabudované presne v rovnakom pomere, v akom sa v danom systéme vyskytuje. Takéto správanie sľúd experimentálne potvrdila práca Šuchu a Širáňovej (1991) a Šuchu et al. (1998). V obidvoch prácach sa sledovala fixácia amónia a K v rovnakých podmienkach. V prvej práci (Šucha a Širáňová, op. cit.) to bolo v podmienkach simulujúcich hypergénne prostredie – fixácia K a NH_4 cyklickým sušením a vlhčením pri relatívne nízkej teplote (50–60 °C), v druhej (Šucha et al., op. cit.) sa syntetizovali illity z gélu pri vysokej teplote (300 °C). V obidvoch prípadoch vznikli illitické štruktúry, v ktorých sa fixovali obidva katióny v rovnakom molárnom pomere, v akom sa vyskytovali vo východiskovom materiáli. Na tomto základe možno predpokladať, že pomer NH_4 vs K zistený v sľudách verne kopíruje dostupnosť obidvoch katiónov pri vzniku sľúd.

Isté (najčastejšie stopové) množstvo amónia sa prakticky dá identifikovať v každom mineráli obsahujúcom K (Papineau et al., 2005). Ale v tomto príspevku sa nezameriavame na stopový výskyt amónia, ale na minerálne výskyty sľúd, v ktorých amónium tvorí jasne identifikovateľnú tobelitovú zložku v sľude v koncentrácii aspoň niekoľko percent. V práci prinášame prehľad výskytu amónnych sľúd zo Západných Karpát, ako ich identifikovali v už publikovaných prácach autori tohto príspevku, ako aj viac nových výsledkov týkajúcich sa amónnych sľúd. Informácie rozdeľujeme do dvoch hlavných častí venujúcich sa výskytu amónnych sľúd v postsedimentárnom a hydrotermálnom prostredí. Jeden prípad výskytu amónnej sľudy je opísaný aj z hypergénneho prostredia.

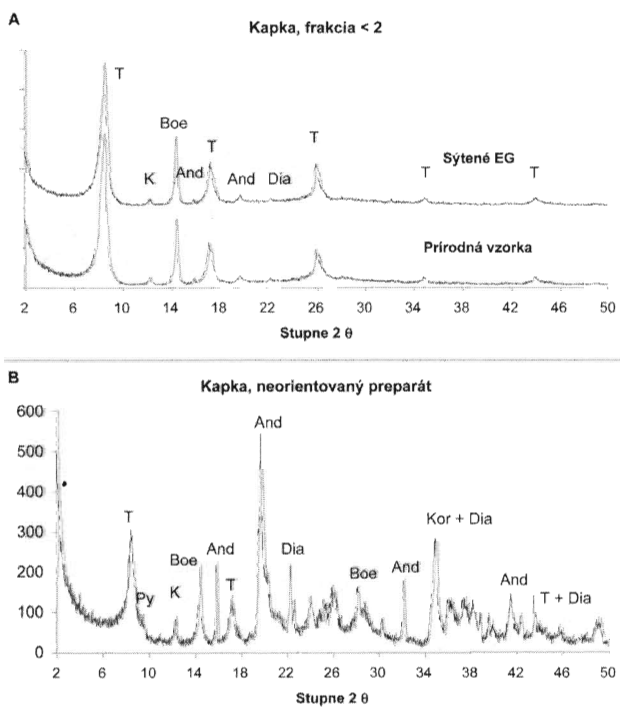
Amónna sľuda

Amónna sľuda s obsahom medzivrství s fixovaným NH_4 viac ako 50 % sa mineralogicky volá tobelit (Higashi, 1978, 1982). Takýchto minerálov sa doteraz neobjavilo veľa, ale sľuda s nižším obsahom amónia (do 20–30 %) tobelitovej zložky je v prírode relatívne častá.

Prvým relatívne podrobne opísaným nálezom amónneho illitu je tobelit z lokality Kapka vo Vihorlate. Ako prví ho určili Kozáč et al. (1977) v celosvetovo významnej práci, lebo najmenej o rok predbehli práce Higashiho (1978) venované amónnej hydrosľude. Škoda, že nález nebol publikovaný aj v medzinárodnom kontexte, aby sa

mu dostalo väčšieho citačného uznania. Práce Kozáča et al. (1977), Higashiho (1978, 1982), ako aj Wilsona et al. (1992) opisujú amónnu sľudu vznikajúcu v hydrotermálnom prostredí. Doteraz najzaujímavejším nálezom hydrotermálnej amónnej sľudy je séria tobelitov a zmiešanovrstvových minerálov tobelit – smektit z vysokosulfidačného epitermálneho ložiska Hargita z Rumunska (Bobos et al., 1995; Bobos a Gerghari, 1999). Hydrotermálne ložisko, ktoré sa v minulosti hlbinne ťažilo ako kaolinitová surovina, je rozsiahlou argilitizovanou zónou s výskytom dickitu, nakritu, pyrofylitu, Al chloritu, smektitu a illitu (Šucha, nepublikované údaje). Na viacerých miestach argilitizovanej zóny možno nájsť čisté tobelity a celú sériu zmiešanovrstvových minerálov, kde sa tobelit v rozličnom pomere strieda so smektitom. Ide o doteraz najkompletnejšiu sériu amónnych illitov nájdenú vo svete.

Práce publikované koncom 80. a začiatkom 90. rokov 20. stor. priniesli rad poznatkov o amónnych illitoch spätých s premenou organických látok (Juster et al., 1987; Daniels a Altaner, 1990; Cooper a Abedin, 1991; Williams a Ferrell, 1991, Compton et al., 1992; Šucha et al., 1994, Nieto, 2002; Papineau et al., 2005). N sa pri postsedimentárnej premene uvoľňuje z organickej hmoty v dvoch fázach. Najskôr v ranom diagenetickom štádiu, keď sa môže stať súčasťou zmiešanovrstvových illitov-smektitov a potom neskôr pri teplote okolo 200 °C, keď sa vo forme amónia môže dostať do štruktúry vznikajúceho alebo rekryštalizovaného illitu. Na vznik amónneho illitu spätého s organickou hmotou je však potrebná relatívne vysoká koncentrácia organickej hmoty (napr. uhoľné preplástky), lebo v opačnom prípade sa uvoľní také malé množstvo N, že je amónium v štruktúre iba v stopovom množstve (Williams a Ferrel, 1991, Papineau et al., 2005).



Obr. 1. Rtg. difrakčné záznamy tobelitu z lokality Kapka. A – orientovaný preparát jemnej ílovej frakcie snímaný v prírodnom stave a sýtený EG, B – neorientovaný práškový preparát, T – tobelit, K – kaolinit, Boe – böhmit, And – andalusit, Dia – diaspor, Py – pyrofylit, Kor – korund.

Fig. 1. Tobelite XRD patterns from locality Kapka. A – oriented pattern of clay fraction in air-dry form and after EG saturation, B – randomly oriented pattern, T – tobelite, K – kaolinite, Boe – boehmite, And – andalusite, Dia – diaspore, Py – pyrophillite, Kor – corundum.

Metodika

Všetky použité vzorky sa podrobili laboratórnej úprave, ktorú požadujú aplikované analýzy. Z každej vzorky sa vyseparovala ílová frakcia sedimentačnou metódou. Pred sedimentačnou separáciou sa vzorky upravovali octanom sodným, peroxidom vodíka a ditioničitanom sodným (Jackson, 1975; Šucha et al., 1991)

Rtg. difrakčná analýza

Rtg. prášková difrakčná analýza sa urobila na prístroji Philips PW 1710 (Cu-Kα žiarenie s grafitovým monochromátorom) vo forme orientovaných a neorientovaných preparátov. Orientované boli sýtené etylénglykolom na odlíšenie napučiavajúcich vrstiev od nenapučiavajúcich. Orientované preparáty sú výhodné na zvýraznenie bazálnych reflexov (reflexy 001), ktoré sú na obsah amónia veľmi citlivé (Reynolds, 1985; Šucha et al., 1994). Pri rastúcom obsahu amónia v štruktúre sľudy sa d-parametre bazálnych reflexov postupne zvyšujú vzhľadom na čiastočne väčší iónový polomer NH_4^+ v porovnaní s K^+ (d-parameter illitu je 0,99–1,00 nm, kým tobelitu od 1,034 do 1,036). Rozdiel v d-parametri illitu a tobelitu rastie so zvyšujúcim sa rádom bazálneho reflexu, preto je na potvrdenie prítomnosti amónia výhodnejšie využiť reflex 005. Obsah tobelitovej zložky, prirodzene, musí byť dostatočne významný (aspoň 10–20 %), aby sa dala identifikovať. Aj napriek jasnému posunu reflexov sľudy vyššie rtg. difrakčnú identifikáciu možno pokladať len za indikáciu, ktorú vždy treba potvrdiť nezávislou metódou špecifickou pre NH_4. Najbežnejšou metódou schopnou odlíšiť amónium v štruktúre illitu je infračervená spektroskopia.

Infračervená spektroskopia

Infračervené spektrá boli namerané prístrojom Nicolet Magna 750 dvomi technikami, a to transmisnou spektroskopiou využívajúcou priesvitné tabletky, ktoré sa pripravujú zlisovaním 1 mg vzorky a 200 mg KBr, a reflexnou spektroskopiou (DRIFT), pri ktorej sa meria priamo spektrum z práškovej vzorky zmiešanej s KBr v pomere 1 : 1. Prítomnosť amónia sa dá celkom jednoznačne potvrdiť na základe vibračných a deformačných spektier OH a Si-O skupín. Najjednoznačnejšou je vibrácia pri 1430 cm^{-1} (Chourabi a Fripiat, 1981, Petit et al., 1999, Pironon et al., 2003), ktorej prítomnosť možno považovať za dôkaz výskytu amónia v silikátovej štruktúre.

Geologické štruktúry s výskytom amónneho illitu v Západných Karpatoch

Hydrotermálne prostredie

Kapka-Vihorlat

Hydrotermálna oblasť je vo Vihorlate neďaleko Morského oka. Hydrotermálna aktivita sa zistila pri geologickom prieskume a prvý ju opísal Bacsó (1971). Mineralogickým zložením zaujímavej hydrotermálnej mineralizácie sa zaoberal Derco et al. (1977) a amónny illit v už spomenutej práci opísal Kozáč et al. (1977).

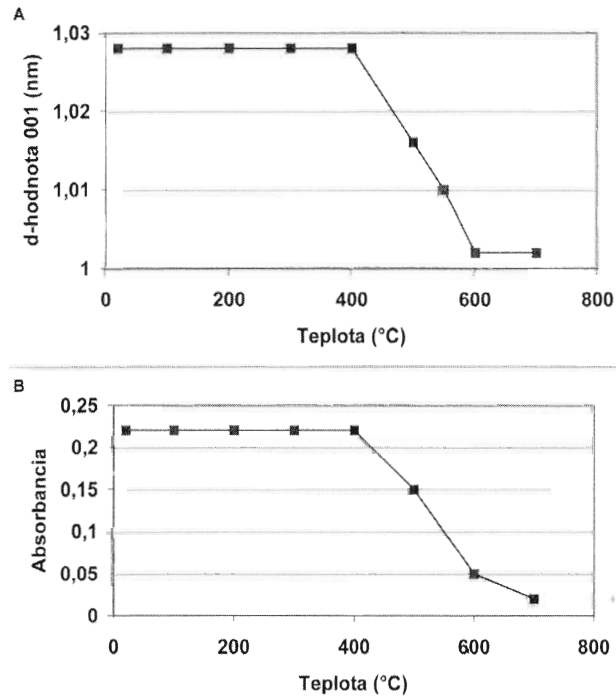
Podľa uvedených autorov možno hydrotermálne produkty rozdeliť do troch horninových celkov s rozdielnym minerálnym zložením, ale pre všetky je charakteristický výskyt minerálov s vysokým obsahom Al (topás, andalusit, böhmit, illit atď.). Vzorky použité v tejto práci sú z prvého typu hornín vyskytujúcich sa na lokalite Kapka. Horniny sú zelenkasté, relatívne mäkké, s tvrdými časťami najčastejšie tvorenými topásom.

Minerálna charakteristika

Tobelit sme charakterizovali hlavne pomocou rtg. difrakcie a FTIR analýzy, teda metódami umožňujúcimi zamerať sa osobitne na tobelitovú fázu, lebo ani v jemnej ílovej frakcii vzorka nie je monominerálna, pretože okrem tobelitu je v nej aj kaolinit, böhmit, andalusit a malé množstvo pyrofylitu, diasporu (obr. 1A, B). Preto sa nerobila chemická analýza, lebo jej interpretácia vo forme výpočtu kryštalochemického vzorca by nebola možná. Podľa polôh rtg. difrakčných reflexov (Šucha et al., 1994) sme však obsah tobelitovej molekuly v amónnom illite nepriamo určili na 80–90 %. Vzhľadom na takéto výrazné zastúpenie NH_4 sme sa pokúsili overiť silu väzby amónia v štruktúre silikátu. Podľa vlastností amónia by sa dalo predpokladať, že má tendenciu uvoľňovať sa zo štruktúry už pri relatívne nízkej teplote, ale opak je pravda. Vzorky jemnej frakcie sme postupne zahrievali na teplotu 100 až 700 °C a sledovali sme zmeny obsahu NH_4 v štruktúre. Až do 400 °C sa nijaké zmeny neprejavili. Pri tejto teplote sa časť amónia začína postupne uvoľňovať, čo možno sledovať pomocou znižovania absorbancie N-H vibrácie na infračervenom spektre a zároveň na zmene d-parametra reflexu 001 illitu, ktorého hodnota klesá a približuje sa k 1,00 nm. Uvoľňovanie amónia sa končí pri 600 °C, keď štruktúru opustí prakticky všetko NH_4 (obr. 2)

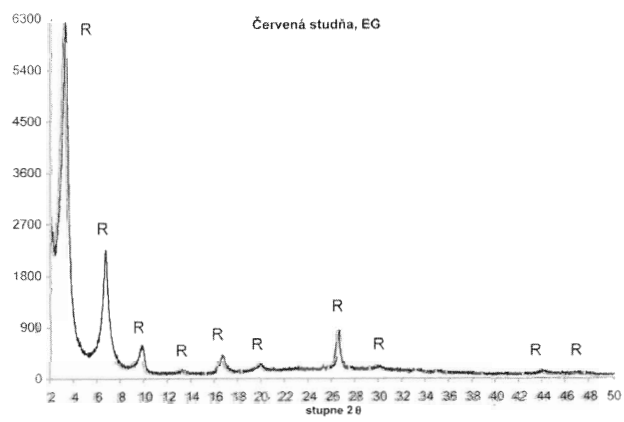
Štiavnické vrchy

Íl s obsahom amónia sa identifikoval na troch lokalitách patriacich do spodnej až strednej kalderovej výplne Štiavnických vrchov (Konečný et al., 1983, 1998). Patrí k nim aj sedlo Červená studňa neďaleko jazera patriaceho do systému štiavnických tajchov, lokalita Banky a argilitizovaná časť ložiska hydrotermálnych kvarcitov na Šobove. Lokalita Červená studňa a Banky majú totožné minerálne zloženie aj makroskopický opis. Ide o rozloženú vulkanickú horninu s vysokým stupňom argilitizácie Hornina je sivej farby, čo spôsobuje pyrit. Ak je vystavená hypergénnemu vplyvu, jej farba sa pre zvetrávanie pyritu mení na hnedočervenú Treťou lokalitou je ložisko Šobov Amónny íl je tam v odlišnom prostredí, v ktorom dominuje kremeň a pyrofylit (Uhlík a Šucha, 1997)



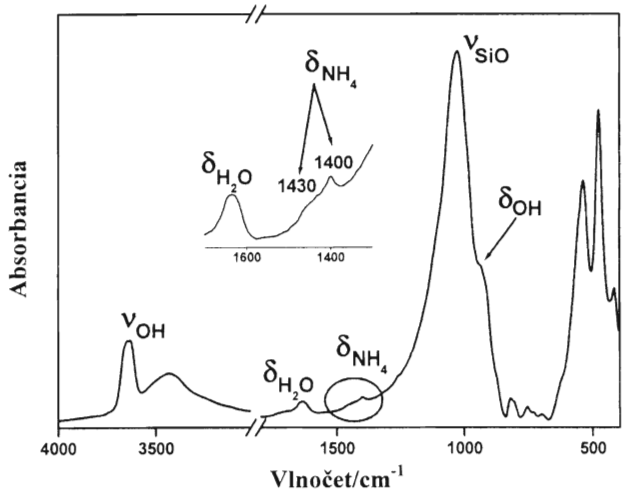
Obr. 2. Postupné uvoľňovanie amónia zo štruktúry tobelitu zaznamenané rtg. difrakčnou analýzou a FTIR.

Fig. 2. Gradual releasing of ammonium from tobelite structure recorded by XRD and FTIR.



Obr. 3. Rtg. difrakčný záznam jemnej ílovej frakcie z lokality Červená studňa po sýtení EG. R – rektoritu podobný illit – smektit s obsahom amónia.

Fig. 3. XRD pattern of clay fraction from locality Červená studňa after EG saturation. R – I-S (with ammonium) similar to rectorite.



Obr. 4. FTIR spektrum jemnej ílovej frakcie rektoritu s obsahom amónia z lokality Červená studňa.

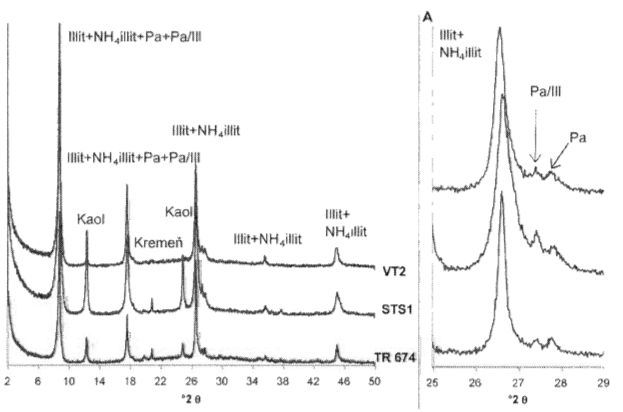
Fig. 4. FTIR spectrum of clay fraction from locality Červená studňa with ammonium bearing rectorite.

Tab. 1
Chemické zloženie dvoch vzoriek hydrotermálneho zmiešanovrstvového illitu – smektitu z lokality Červená studňa (údaje prevzaté z práce Šuchu et al., 2007)
Chemical composition of two hydrothermal mixed-layered illite-smectite from locality Červená studňa (Šucha et al., 2007)

Vzorka	4487 < 0 2	4489 < 0 2
SiO_2	55,45	56.46
Al_2O_3	36.26	35.09
Fe_2O_3	0,25	0,40
MgO	0,95	1,57
CaO	0,04	0,05
Na_2O	1,33	1,35
K_2O	2,97	2,05
NH_4	0,13	0,16
Kryštalochemický vzorec		
Si	6,79	6.91
Al	1,21	1,09
Al	3,84	3,75
Fe	0,02	0,03
Mg	0,17	0,28
Na	0,32	0,32
K	0,47	0,32
NH_4	0,05	0,06
Percentuálne obsadenie illitového medzivrstvia		
Na	38	46
K	56	46
NH_4	6	8

Minerálna charakteristika

V celkovom minerálnom zložení hornín obsahujúcich amónne minerály na všetkých spomenutých lokalitách dominuje kremeň. Najviditeľnejšie je to v Šobove, kde sa okrem kremeňa vo významnejšom množstve vyskytuje len pyrofylit. Na lokalite Červená studňa a Banky nie je pyrofylit, ale významnejšie je zastúpený živec a výraznejší je aj celkový obsah ílovej frakcie. Minerálne zloženie týchto dvoch lokalít je takmer identické aj v ílovej frakcii. Dominuje zmiešanovrstvový minerál illit – smektit s obsahom obidvoch zložiek blízkym 50 % (minerál sa podobá rektoritu, pri ktorom musí byť presne splnená podmienka koexistencie obidvoch zložiek – 50 %; obsah smektitu sa identifikoval podľa Środoňa, 1980, a programom Newmoda a Reynoldsa, 1985) Na viacerých miestach lokality Červená studňa a Banky je illit – smektit jediným minerálom ílovej frakcie a len zriedka ho sprevádza malé množstvo Al chloritu (obr. 3). Infračervenou spektroskopiou sa amónium identifikovalo v illitovom medzivrství vzoriek (obr. 4) a potom sa chemickou analýzou potvrdilo, že ho v medzivrství sprevádza nielen K, ktorý býva bežným minerálom kompenzujúcim záporný náboj v medzivrství sľúd, ale aj Na, ktorý je oveľa zriedkavejší (tab. 1). To znamená, že rektoritu podobný zmiešanovrstvový minerál obsahuje v illitovom medzivrství zastúpené všetky 3 katióny – K, Na a NH_4^+.



Obr. 5. Rtg. difrakčné záznamy jemnej ílovej frakcie illitu s obsahom amónia z lokality Veľká Tŕňa. Pa – paragonit, Pa/III – zmiešanovrstvový paragonit – illit, A – detail oblasti 25–29° 2θ.

Fig. 5. XRD pattern of clay fraction with ammonium bearing illite from locality Veľká Tŕňa. Pa – paragonite, Pa/III – mixed-layered paragonite-illite, A – detail of the area 25–29° 2θ.

Postsedimentárne prostredie

Zemplinikum

V postsedimentárnom prostredí sa amónne illity viažu predovšetkým na vyššie teplotné štádiá premeny, ktoré možno zaradiť do anchimetamorfného štádia. Významné výskyty amónnych illitov (prvý raz opísané v práci Šuchu et al., 1994) sa viažu na karbónske tmavé bridlice tŕňanského súvrstvia sprevádzajúce metaantracitové výskyty v oblasti zemplinika, konkrétne z okolia Veľkej Tŕne. Vzorky sú z prieskumného vrtu TR-67 a priamo z ťažobnej štôlne.

Minerálna charakteristika

Ílová frakcia bridlíc s amónnym illitom obsahuje relatívne komplikovanú zmes minerálov, ktorú možno identifikovať iba detailnejšou analýzou rtg. záznamov. Pri identifikácii reflexov sa len pri nízkych uhloch 2 theta môže zdať, že vo vzorkách je len bežný illit alebo muskovit, no pri štúdiu reflexov pri vyšších hodnotách 2 theta je zrejmé, že sú vzorky zložené z viacerých druhov sľudy – paragonitu, zmiešanovrstvového paragonitu – illitu obsahujúceho amónium (obr. 5) Sľudu často sprevádza kaolinit a kremeň Obsah tobelitovej zložky sa vo vzorkách pohybuje od 14 do 18 % (Šucha et al., 1994), a preto NH_4 možno dobre identifikovať FTIR analýzou (obr. 6). Šucha et al. (l c.) na základe detailnejšieho štúdia preukázali, že amónny illit vznikol illitizáciou kaolinitu pri vyššej anchimetamorfnej teplote. Zdrojom amónia bola organická hmota uhoľných metaantracitových slojov.

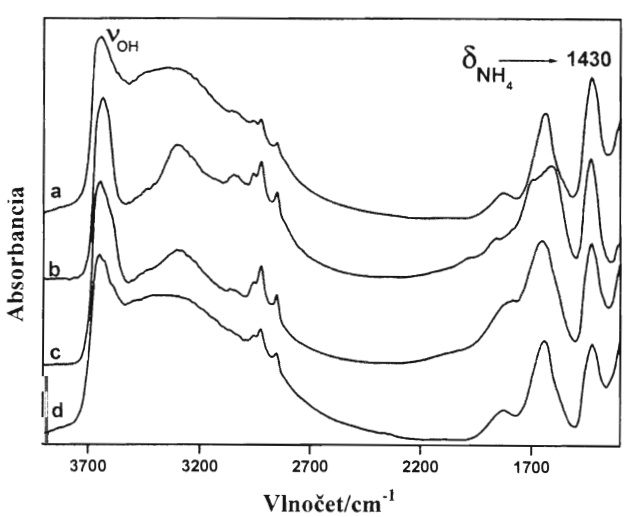
Hronikum

V sedimentoch hronika sa amónne illity identifikovali v tmavých bridliciach nižnobocianskeho súvrstvia asociovanými so sivým, zelenosivým a tmavosivým litickým pieskovcom. Deltovo-jazerné sedimenty nižnobocianskeho súvrstvia sú miestami bohaté na zuhoľnatenú rastlinnú sečku. Tento súbor sedimentov stefanského veku vystupuje na báze príkrovov hronika v rôznych západokarpatských pohoriach, v tektonickom nadloží horninových komplexov severného veporika a fatrika. Amónne illity sa celkovo zistili v desiatich vzorkách z výskytov na severných svahoch Nízkych Tatier (dolina Chorupnianskeho potoka, Dikuľa, Holičná, lokalita Hranovnica-Hranovnické pleso, oblasť kóty Človečia hlava) a ďalej v jednej vzorke v príkrovovej troske hronika v Bystrickom podolí (Poniky). Pozitívny obsah amónneho illitu sa zistil i v štyroch vzorkách sedimentov permu hronika, v malužinskom súvrství, a to na výskytoch v oblasti Hranovnického plesa na J od Hranovnice. V tejto časti sú mladopaleozoické sedimenty hronika silne tektonicky redukované a ležia v tektonickej pozícii priamo na obalovej sekvencii severného veporika. Sedimenty malužinského súvrstvia v tejto časti reprezentuje I. megacyklus (v zmysle členenia Vozárovej a Vozára, 1988). Tvoria ich strednozrnné až hrubozrnné arkózy a arkózová droba striedajúce sa s medzivrstvami červených a červenofialových bridlíc s občasnými polohami drobných pelokarbonátových konkrécií a nepravidelných šošovkovitých zhlukov pelokarbonátu (kalkrety, kaliče). V bridliciach sa zistili odtlačky po redeponovanej rastlinnej sečke. Nízky obsah amónneho illitu (2–4 hmot. %, Šucha, 1997, nepublikované údaje) sa v tomto horizonte zistil v dvoch vzorkách a jeho stopy v ďalších dvoch.

Stupeň postsedimentárnej premeny karbónu, ako aj spodného permu hronika, pokým boli súbory týchto sedimentov blízko bázy násunovej plochy príkrovov hronika, zodpovedá teplotným podmienkam veľmi nízkeho stupňa (pumpellyitovo-prehnitová fácia, ktorú doložil Vrána a Vozár, 1969, v žilných telesách doleritov; kryštalinita illitu – Plašienka et al., 1989).

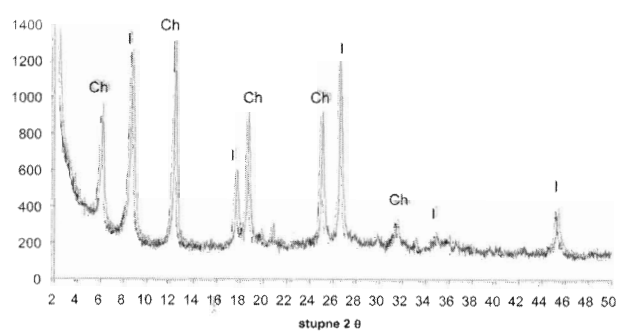
Minerálne zloženie

Tmavé bridlice nižnobocianskeho súvrstvia obsahujú prímes detritických zŕn prachovej a jemnopiesčitej zrnitosti (do 30 %). Najhojnejší je kremeň a klastická sľuda (muskovit, rozložený biotit) asociované iba s nízkym obsahom zŕn alkalických živcov a plagioklasov. Z analýzy rtg. difrakčných záznamov vyplynulo dominantné zastúpenie illitu a chloritu v pelitovej frakcii, pričom illit vo väčšine vzoriek prevláda (obr. 7) S nimi je asociované iba malé množstvo kremeňa a albitu. Podľa distribúcie bazálnych reflexov chlorit reprezentujú bežné Fe-Mg chlority. V niektorých vzorkách je s illitom asociovaný paragonit (odhadované maximum 7–8 %). Vzácne sa zistili zmiešanovrstvové NH_4/K illity Ich prítomnosť sa zistila aj infračervenou spektroskopiou, ktorá potvrdila existenciu vibrácie N-H pri 1430 cm^{-1}



Obr. 6. FTIR spektrum jemnej ílovej frakcie illitu s obsahom amónia z lokality Veľká Tŕňa.

Fig. 6. FTIR spectrum of clay fraction from locality Veľká Tŕňa with ammonium bearing illite.



Obr. 7. Rtg. difrakčný záznam jemnej ílovej frakcie illitu s obsahom amónia z oblasti hronika. I – illit, Ch – chlorit.

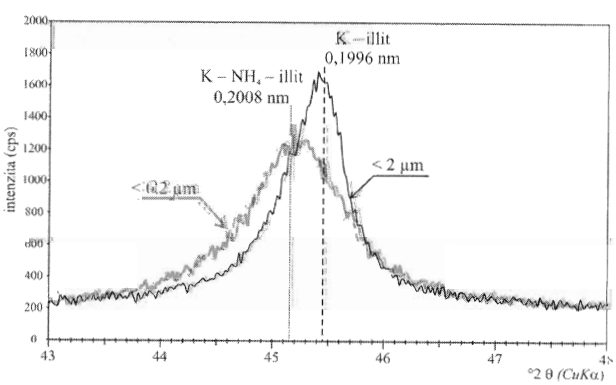
Fig. 7. XRD pattern of clay fraction with ammonium bearing illite from Hronicum unit. I – illite, Ch – chlorite.

V pelitovej frakcii permských červenofialových bridlíc malužinského súvrstvia je dominantným minerálom illit asociovaný v pomere približne 3 : 1 s chloritom. Zdanlivo fengitický charakter illitu najskôr spôsobila fixácia Fe^{3+} do jeho štruktúry pri metamorfných podmienkach za vysokej fugacity O, pretože pôvodne ílovitý sediment bol bohatý na Fe pigment. V týchto vzorkách chýba paragonit aj chlorit/smektit.

Vznik amónneho illitu možno v obidvoch súboroch bridlíc jednoznačne vysvetliť fixáciou amóniového katiónu pri nízkostupňových metamorfných premenách, ktoré dosiahli teplotu nad 200 °C. Zdroj NH_4 možno odvodiť z horizontov obohatených o organický materiál, ktorý sa evidentne nachádza v tmavých bridliciach nižnobocianskeho súvrstvia. Keďže červenofialové bridlice spodného permu malužinského súvrstvia vystupujú v tesnom stratigrafickom nadloží tohto horizontu, migrácia amónnych katiónov pri metamorfných premenách a kryštalizácii amónneho illitu je veľmi pravdepodobná. Celý proces pravdepodobne ovplyvnilo zložité tektonické prepracovanie blízko prešmykovo-príkrovových plôch a hlbokých zlomov

Severné gemerikum

Metapelity s nízkym obsahom NH_4/K illitu sa zistili v spodnokarbónskych metasedimentoch ochtinskej skupiny v jednotke severného gemerika. Ochtinská skupina (v zmysle redefinície Vozárovej, 1996) sa pri západnom obmedzení gemerika skladá z hrádockého a lubenického súvrstvia. Spodné, hrádocké súvrstvie reprezentuje turbiditová sekvencia zložená na báze parazlepencovými a pieskovcovými horizontmi vystriedanými hrubým horizontom jemnozrnných turbiditov s prevahou čiernych metapelitov Súčasťou hrádockého súvrstvia sú metabazalty a ich vulkanoklastiká, dolerity a olistolity ultrabázik (telesá antigoritových serpentinitov veľké desiatky až stovky metrov). Lubenícke súvrstvie tvoria hlavne čierne metapelity a organogénne karbonáty, ktoré sa z veľkej časti metasomaticky zmenili na magnezit. Stupeň regionálnej metamorfnej premeny sedimentov ochtinskej skupiny



Obr. 8. Porovnanie rtg. difrakčných záznamov dvoch ílových frakcií s obsahom amónia jednej vzorky z duklianskej jednotky.

Fig. 8. Comparison of two clay fractions XRD patterns of one ammonium bearing sample from Dukla Formation.

dosiahol teplotno-tlakové podmienky fácie zelených bridlíc (b_0 hodnoty muskovitov; Sassi a Vozárová, 1987, kryštalinita illitu – Vozárová a Šucha, nepublikované údaje) Dokladá to i asociácia aktinolit + chlorit + epidot/zoisit + albit zistená v asociovaných metamorfovaných bázických horninách

Minerálne zloženie

Okrem nízkeho obsahu reliktov klastických zŕn kremeňa a klastickej sľudy podstatnú časť štruktúry metapelitov ochtinskej skupiny tvorí illit – muskovit a chlorit v sprievode iba malého množstva novotvoreného kremeňa, albitu a paragonitu. Amónne illity sa našli v jednej vzorke z hrádockého súvrstvia (4 hmot. % vo vz. H-6) a rovnako i v jednej vzorke z lubenického súvrstvia (2 hmot. % vo vz. Ploské-1). Amónny illit vznikal ako výsledok nízkostupňovej metamorfnej premeny sedimentov ochtinskej skupiny, ktorej teplotný rozsah na základe minerálnych asociácií a parametrov svetlej metamorfnej sľudy možno odhadovať na 350–370 °C. Styková zóna severného gemerika a južného veporika, v ktorej horninové komplexy ochtinskej skupiny v súčasnej geologickej stavbe vystupujú, je však veľmi komplikovaná. Okrem alpínskej regionálnej metamorfózy súvisiacej s kompresnou tektonikou a s hrubnutím západokarpatského orogénneho klina bola táto zóna charakteristická extenziou a intrúziou alpínskych granitoidov. Prínos amónia z hlbinných zdrojov nie je v tomto prípade vylúčený.

Duklianska jednotka

Prvá, diagenetická etapa tvorby amónnych illitov resp. illitov – smektitov súvisí s tvorbou uhľovodíkov Výsledky viacerých autorov poukazujú na to, že sa maximálna fixácia amónia v autigénnych illitoch uplatňuje počas tzv. ropného okna (napr. Williams a Ferrell, 1991; Compton et al., 1992, Williams et al., 1995, Drits et al., 2002) V takýchto prípadoch genetická súvislosť medzi produkciou amónia a teplotným rozkladom organickej hmoty nemusí byť na prvý pohľad taká zrejmá ako v uvedených príkladoch. Platí to najmä o hlbokomorskom sedimentačnom prostredí, v ktorom organická hmota tvorí bohaté akumulácie len zriedka a je skôr disperzne rozptýlená v sedimente. Inými slovami, aj illity v sedimentoch s nízkym obsahom organického C sú často nositeľmi zvýšeného obsahu tobelitovej zložky Svedčí to o prítomnosti alebo migrácii ropy daným prostredím (Williams et al., 1995). Predpokladáme, že príkladom takéhoto genetického typu sú aj amónne illity ílovcov flyšových sekvencií z vrtu Zboj-1

Vrt Zboj-1 bol situovaný v duklianskom príkrove blízko Uličského Krivého. Jeho cieľom bolo dosiahnuť podložie duklianskej jednotky a to sa mu aj podarilo Prevŕtal strednoeocénne až vrchnokriedové flyšové sekvencie podmenilitových, cisnianskych a lupkovských vrstiev a v hĺbke 3800 m dosiahol zbojské vrstvy Ich stratigrafický vek sa stanovil na vrchný eocén až spodný oligocén a priradili sa k obidowsko-slopnickej jednotke (Ďurkovič

et al., 1982). Práve na tektonický kontakt týchto dvoch jednotiek sa viaže prítomnosť illitov s výraznou substitúciou amónia v medzivrstvových pozíciách, kým v ílovcových povrchových odkryvoch sa identifikovali len zriedka.

Minerálna charakteristika

Minerálne zloženie ílovca lupkovských a zbojských vrstiev je podobné a zodpovedá postsedimentárnej premene štádia neskorej diagenézy. Sú z vrstvových silikátov typu 2 1 (sľuda, illit, illit – smektit), kremeňa, albitu, karbonátov (hlavne dolomitu, menej kalcitu) a pyritu. Chlorit sa vyskytuje len sporadicky a jeho množstvo sa výrazne znižuje s poklesom veľkosti analyzovanej zrnitostnej frakcie, čo naznačuje jeho prevažne detritický pôvod Minerály zo skupiny kaolinitu v ílovcoch nie sú Autigénny zmiešanovrstvový illit – smektit reprezentuje usporiadaná forma (R > 1) a obsah jeho smektitovej zložky je od 16 do 5 %. Illity – smektity s amóniom sa vo vrte Zboj-1 objavujú už od hĺbky 1105 m (t. j v lupkovských vrstvách) Koncentrujú sa vo frakciách < 0,2 μm, sú teda produktom diagenézy (obr 8) Podľa polohy reflexu 005 obsah tobelitovej zložky väčšinou nedosahuje ani 10 mol. % (stanovené s pomocou obr 4. Šucha et al.. 1994) Blízko tektonického kontaktu medzi duklianskou a obidowsko--slopnickou jednotkou však obsah amónia v illitoch – smektitoch lupkovských vrstiev náhle rastie až na ~ 30 mol. % Obdobný rast možno pozorovať aj v distribúcii obsahu organického C v ílovci (obr 9). Možným vysvetlením obidvoch pozitívnych anomálií je prítomnosť kvapalných uhľovodíkov v tektonicky porušenej styčnej zóne počas diagenézy, ktorá sa prejavila jednak tobelitizáciou smektitu a jednak obohatením o organickú hmotu. Fakt, že sa v sedimentoch duklianskej jednotky ropa skutočne tvorila, dokumentujú aj jej uzavreniny v kryštáloch puklinového kremeňa z viacerých povrchových lokalít (Hurai et al., 2002). Keďže súčasný stav teplotnej premeny sedimentov vo vrte Zboj-1 vysoko prekračuje podmienky tzv. ropného okna (predpokladaná paleoteplota pochovania ≥ 160 °C), možno výskyt amónia v štruktúre autigénnych ílových minerálov pokladať za dôležitý indikátor tvorby alebo migrácie ropy.

Hypergénne prostredie

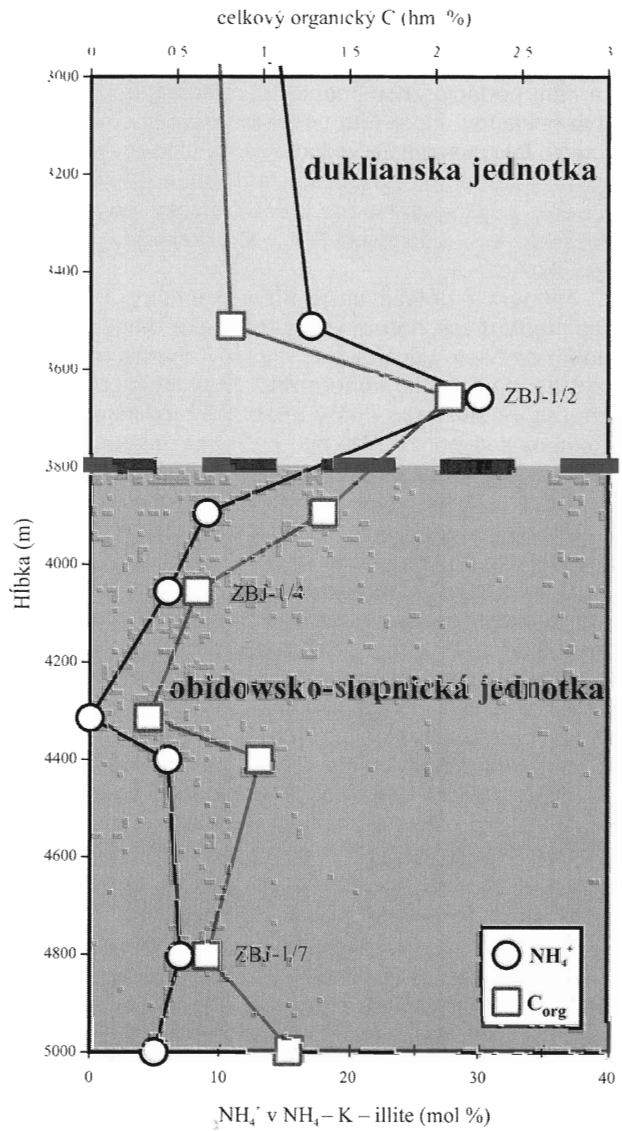
Malý obsah amónia bol identifikovaný v najvrchnejšej časti zvetrávacieho profilu vytvoreného na ložisku hydrotermálneho ílu Dolná Ves v Kremnických vrchoch (Šucha et al., 1992, 2001; Kraus et al., 1994). Íl s obsahom amónia je vo vrchnom horizonte (hĺbka do 20 cm) pôdneho profilu, ktorý je súčasťou zvetrávacieho profilu hrubého asi 1,5–2 m.

Minerálna charakteristika

Amónium obsahujúce illit – smektit (obr 10), ktorý vznikol v najvrchnejšej časti zvetrávacieho profilu, je zatiaľ z pohľadu mechanizmu vzniku aj zdroja amónia veľkou otázkou. Šucha et al. (2001), ktorí sa zvetrávacím profilom zaoberali detailne, predpokladajú, že zdrojom amónia môže byť bakteriálna aktivita, ale nijaký dôkaz o tomto pôvode sa nenašiel Samotný výskyt takejto vzorky by mohol byť signálom, že pri zvetrávaní sa amónium môže viazať na silikátové minerály prostredníctvom sorpcie a ďalšej rekryštalizácie.

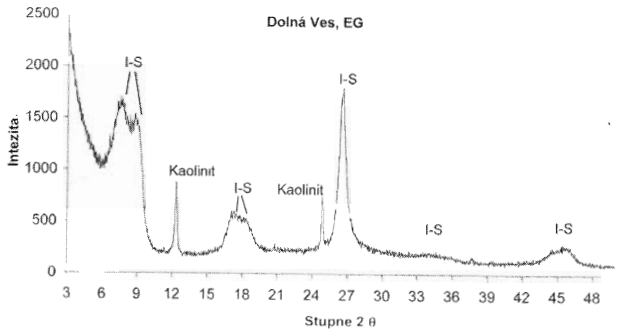
Geologicko-mineralogické súvislosti prítomnosti amónia v štruktúre illitu

NH_4 ako súčasť štruktúry draselnej resp. sodnej sľudy nie je mineralogickou raritou, ale skôr bežnou súčasťou geologických procesov Detailnejším štúdiom viacerých oblastí Západných Karpát v posledných desiatich rokoch



Obr. 9. Porovnanie obsahu organického C a amónia vo vzorkách z vrtu Zboj-1

Fig. 9. Comparison of organic carbon and ammonium contens in samples from borehole Zboj-1



Obr. 10. Rtg. difrakčný záznam jemnej ílovej frakcie illitu s obsahom amónia z lokality Dolná Ves po sýtením EG. I–S – zmiešanovrstvový illit – smektit.

Fig. 10. XRD pattern of clay fraction from locality Dolná Ves after EG saturation. I–S – mixed layered illite-smectite with ammonium in illite.

sa nám podarilo zdokumentovať relatívne veľké množstvo príkladov, ktoré toto tvrdenie dokazujú. Dôležité je si tento fakt uvedomiť a vedome sa na zistenie prítomnosti amónia zamerať pri detailnejšom štúdiu geologických vzoriek. Logicky si možno položiť otázku, aký význam má sledovanie prítomnosti NH_4 v štruktúre illitu. Dôvodov je niekoľko.

Jedným z dôležitých je inštrumentálny. Pri štúdiu sedimentárnych hornín vo vyššom ako diagenetickom štádiu sa často využíva viac indexov charakterizujúcich kryštalinitu (hrúbku koherentne difraktujúcich domén) illitu, ktorý slúži ako dobrý orientačný indikátor teploty premeny sedimentov. Ale táto metodika je nepoužiteľná, ak sú v štruktúre illitu iné ako draselné katióny, lebo výsledok je artefaktom ich prítomnosti a systematicky znižuje stupeň kryštalinity, čo napokon môže viesť k úplne chybnej interpretácii geologickej histórie.

V postsedimentárnom prostredí sa amónium v illitovej štruktúre takmer výlučne viaže na organickú hmotu, a preto jeho prítomnosť možno využiť v diagenetickom prostredí na indikáciu tvorby ropných uhľovodíkov v danom horninovom prostredí, aj keď samy uhľovodíky v prostredí už nemusia byť. V neskorších štádiách postsedimentárnej premeny je jeho prítomnosť spätá s výskytmi uhlia. V takých prípadoch ide väčšinou o anchimetamorfné štádium.

V hydrotermálnom prostredí je relatívne málo údajov o amónnom illite, a preto je zatiaľ predčasné identifikovať jeho indikačnú schopnosť na interpretáciu geologických procesov. Jeho prítomnosť v tomto prostredí by sa istotne mala sledovať vo vzťahu k typu hydrotermálnych fluíd. Informácie sústredené v tejto práci indikujú jeho väzbu na hyperaluminózne a vysokosulfidačné hydrotermálne systémy. Na to, aby sa táto skutočnosť stala všeobecne platným pravidlom, treba údaje doplniť aj z ďalších hydrotermálnych oblastí vo svete.

Osobitné je hypergénne prostredie, v ktorom býva veľmi široký potenciál na sledovanie obsahu amónia v pôde. Jeho zdroj môže byť prirodzený (pôsobenie baktérií), ale aj antropogénny (intenzívne používanie umelých hnojív s obsahom NH_4). V každom prípade by prítomnosť amónneho illitu v takýchto podmienkach mohla priniesť zaujímavé informácie s veľkým environmentálnym dosahom. Je to oblasť, ktorá ešte len čaká na plné využitie. V súčasnosti je to relatívne ľahko realizovateľné, lebo už sú techniky schopné detegovať aj nízky obsah amónia.

Poďakovanie. Za finančnú podporu ďakujeme grantu VEGA 1/0009/03, v rámci ktorého sa väčšina prác publikovala. Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy APVV-51-008305.

Literatúra

Bacsó, Z., 1971: Nové minerály a nové surovinové možnosti Vihorlatu. *Mineralia Slov., 3, 247–270.*

Bobos, I. & Ghergari, L., 1999: Conversion of smectite to ammonium illite in the hydrothermal system of Harghita Bai, Romania: SEM and TEM investigations. *Geol. Carpath., 50, 379–387*

Bobos, I., Šucha, V. & Soboleva, S., 1995: Mixed-layer ammonium illite-smectite and ammonium illite from hydrothermal system Hargita Bai, the East Carpathians (Romania). *Book of Abstracts, Euroclay, 95, Leuven, 384.*

Chourabi, B. & Fripiat, J. J., 1981: Determination of tetrahedral substitutions and interlayer surface heterogeneity from vibrational spectra of ammonium in smectites. *Clays and Clay Miner., 29, 260–268.*

Cooper, J. E. & Abedin, K. Z., 1981: The relationship between fixed ammonium-nitrogen and potassium in clays from a deep well on the Texas Gulf Coast. *Tex. J. Sci., 33, 103–111*

Compton, J. S., Williams, L. B. & Ferrell, R. E. Jr., 1992: Mineralization of organogenic ammonium in the Monterey Formation, Santa Maria and San Joaquin basins, California, USA. *Geochim. cosmochim. Acta, 56, 1979–1991*

Daniels, E. J. & Altaner, S. P., 1990: Clay mineral authigenesis in coal and shale from the Anthracite region, Pennsylvania. *Amer Mineralogist, 75, 103–111.*

Derco, J., Kozáč, J. & Očenáš, D., 1977: Nové poznatky o mineralógii a genéze sekundárnych kvarcitov lokality kapka v centrálnom Vihorlate. *Mineralia Slov., 9, 185–205.*

Drits, V. A., Lindgreen, H., Sakharov, B. A., Jakobsen, H. J., Salyn, A. L. & Dainyak, L. G., 2002: Tobelitization of smectite during oil generation in oil-source shales. Application to North Sea illite--tobelite-smectite-vermiculite. *Clays and Clay Miner., 50, 83–98.*

Ďurkovič, T., Koráb, T. Rudinec, R. Gašparíkova, V., Snopkova, P., Kohler, E. & Zakovič, M., 1982: Hlboký štruktúrny vrt Zboj-1. *Region. Geol. Západ. Karpát, 16, 76.*

Higashi, S., 1978: Dioctahedral mica minerals with ammonium ions. *Mineral. J. (Mineral. Soc. Jap.), 9, 16–27*

Higashi, S., 1982: Tobelite, a new ammonium dioctahedral mica. *Mineral. J. (Mineral. Soc. Jap.), 11, 138–146.*

Hurai, V., Kihle, J., Kotulová, J., Marko, F. & Swierczewska, A., 2002: Origin of methane in quartz crystals from the Tertiary accretionary wedge and fore-arc basin of the Western Carpathians. *Applied Geochemistry, 17, 1259–1271*

Jackson, M. L., 1975: Soil Chemical Analysis – Advanced Course. 2nd ed. *Wisconsin, Madison, 895.*

Juster, T. C., Brown, P. E. & Bailey, S. W., 1987: NH_4-bearing illite in very low-grade metamorphic rocks associated with coal, Northeastern Pensylvania. *Amer. Mineralogist, 72, 555–565.*

Konečný, V., Lexa, J. & Planderová, E., 1983: Stratigraphy of the neovolcanites from the Central Slovakia. *Západ. Karpaty, Sér. Geol., 9, 1–203.*

Konečný, V. & Lexa, J., 1998: Geological map of the region Štiavnické vrchy Mts. and Pohronský Inovec Mts. 1 : 50 000. *Bratislava, GSSR.*

Kozáč, J., Očenáš, D. & Derco, J., 1977: Amónna hydrosľuda z Vihorlatu. *Mineralia Slov., 9, 479–494.*

KRAUS, I., ŠAMAJOVÁ, E., ŠUCHA, V., LEXA, J. & HRONCOVÁ, Z., 1994. Diagenetic and hydrothermal alteration of volcanic rocks into clay minerals and zeolites (Kremnické vrchy Mts., the Western Carpathians). *Geol. Carpath., 45, 151–158.*

NIETO, F., 2002: Characterization of coexisting NH4- and K-micas in very low-grade metapelites. *Amer. Mineralogist, 87, 205–216.*

PAPINEAU, D., MOJZSIS, S. J., KARHU, J. A. & MARTY, B., 2005: Nitrogen isotopic composition of ammoniated phyllosilicates. Case studies from Precambrian metamorphosed sedimentary rocks. *Chem. Geol., 216, 37–58.*

PETIT, S., RIGHI, D., MADEJOVA, J. & DECARREAU, A., 1999: Interpretation of the infrared NH_4^+ spectrum of the NH_4^+-clays: Application to the evaluation of the layer charge. *Clay Miner., 34, 543–549.*

PIRONON, J., PELLETIER, M., DE DONATO, P & MOSSER-RUCK, R., 2003: Characterization of smectite and illite by FTIR spectroscopy of NH_4^+ interlayer cations. *Clay Miner., 38, 201–211.*

PLAŠIENKA, D., JANÁK, M., HACURA, A. & VRBATOVIČ, P , 1989: Prvé údaje o kryštalinite illitu z alpínsky metamorfovaných hornín veporika. *Mineralia Slov., 21, 43–51.*

REYNOLDS, R. C., 1985: NEWMOD· A computer program for the calculation of basal X-ray diffraction intensities and mixed-layered clays: R. C. Reynolds, Hanover, New Hampshire.

ŚRODOŃ, J., 1980: Precise identification of illite/smectite interstratifications by X-ray powder diffraction. *Clays and Clay Miner., 28, 401–411.*

ŠUCHA, V & ŠIRÁŇOVÁ, V., 1991 Ammonium and potassium fixation in smectite by wetting and drying. *Clays and Clay Miner., 39, 556–559.*

ŠUCHA, V., ŚRODOŃ, J., ZATKALÍKOVÁ, V. & FRANCÙ, J., 1991: Zmiešanovrstevnatý minerál typu illit/smektit: separácia, identifikácia, využitie. *Mineralia Slov., 23, 3, 267–274.*

ŠUCHA, V., KRAUS, I., MOSSER, Ch., ŠIRÁŇOVÁ, V & HRONCOVÁ, Z., 1992: Mixed layer illite/smectite minerals from Dolná Ves deposit. *Geol. Carpath., Clays, 43, 13–19.*

ŠUCHA, V., KRAUS, I. & MADEJOVÁ, J., 1994. Ammonium illite from anchimetamorphic shales associated with anthracite in the Zemplinicum of the Western Carpathians. *Clay Miner., 29, 369–377.*

ŠUCHA, V., ELSASS, F., EBERL, D D., MADEJOVÁ, J., KUCHTA, L., GATES, W P & KOMADEL, P , 1998. Hydrothermal synthesis of ammonium illite. *Amer Mineralogist, 83, 58–67.*

ŠUCHA, V., ŚRODOŃ, J., CLAUER, N., ELSASS, F., EBERL, D. D., KRAUS, I. & MADEJOVÁ, J., 2001 Weathering of smectite and illite-smectite under temperate climatic conditions. *Clay Miner., 36, 3, 403–419.*

ŠUCHA, V., UHLÍK, P., MADEJOVÁ, J., PETIT, S., KRAUS, I. & PUŠKELOVÁ, Ľ., 2007· Particle properties of hydrothermal ammonium bearing illite-smectite. *Clays and Clay Miner.* (in press).

UHLÍK, P & ŠUCHA, V., 1997 Distribúcia pyrofylitu ložiska Šobov a porovnanie jeho vlastností s pyrofylitom z Vígľašskej Huty *Mineralia Slov., 29, 1, 73–79.*

VOZÁROVÁ, A., 1996: Tectono-sedimentary evolution of Late Paleozoic basins based on interpretation of lithostratigraphic data (Western Carpathians, Slovakia). *Slov. geol. mag., 3–4, 251–271*

VOZÁROVÁ, A. & VOZÁR, J., 1988: Late Paleozoic in West Carpathians. *Bratislava, GÚDŠ, Monogr., 12–314.*

WILLIAMS, L. B. & FERRELL, R. E., Jr., 1991 Ammonium substitution in illite during maturation of organic matter *Clays and Clay Miner., 39, 400–408.*

WILSON, P A., PARRY, W T & NASH, W P., 1992: Characterization of hydrothermal tobelitic veins from black shale, Oquirrh Mountains, Utah. *Clay and Clay Miner., 40, 405–420.*

Rukopis doručený 30. 6. 2006
Rukopis akceptovaný 24. 10. 2006
Revidovaná verzia doručená 22. 1 2007

Ammonium illite in the Western Carpathians

Paper sumarizes all existing data on ammonium bearing illites from the Western Carpathians as they were published in the literature in Slovakia and abroad and it brings new data on illites recently identified in three main geological environments. The most frequently the ammonium was identified in the illite structure in buried sediments of anchimetamorphic history coming from different geological units. In Zemplinicum unit the NH_4 illite was found in Veľká Tŕňa formation associated with coal (semianthracite). Ammonium cation in illite is present in structure along with variable molar content of sodium and separate phases of paragonite. Very similar associations were identified in Hronicum unit – Nižná Boca and Malužina formations as well as in Gemericum unit – Ochtiná Group. All anchimetamorphic sites are of Paleozoic age. Younger, Tertiary occurrences of diagenetic origin were identified in Dukla Formation. Source of ammonium in these sediments is expected to be related to hydrocarbon fluids generated during temperature exposition within the "oil window".

Two occurrences are described from the hydrothermal environment. Kapka situated in Vihorlat Mts. is the oldiest described tobelite. It was originaly described by Kozáč et al. (1977) In the paper the molar content of ammonium is determined to about 80 % and stability of NH_4 binding in the structure is examined by the XRD and FTIR spectra of samples exposed to elevated temperature up to 700 °C. The second occurrence of the hydrothermal origin is a special clay with a structure close to rectorite (mixed layer mineral with exactly 50 % of smectite layers and 50 % of illite layers). Ammonium is present in the structure along with sodium and potassium. It was identified on three localities of Štiavnica stratovolcano.

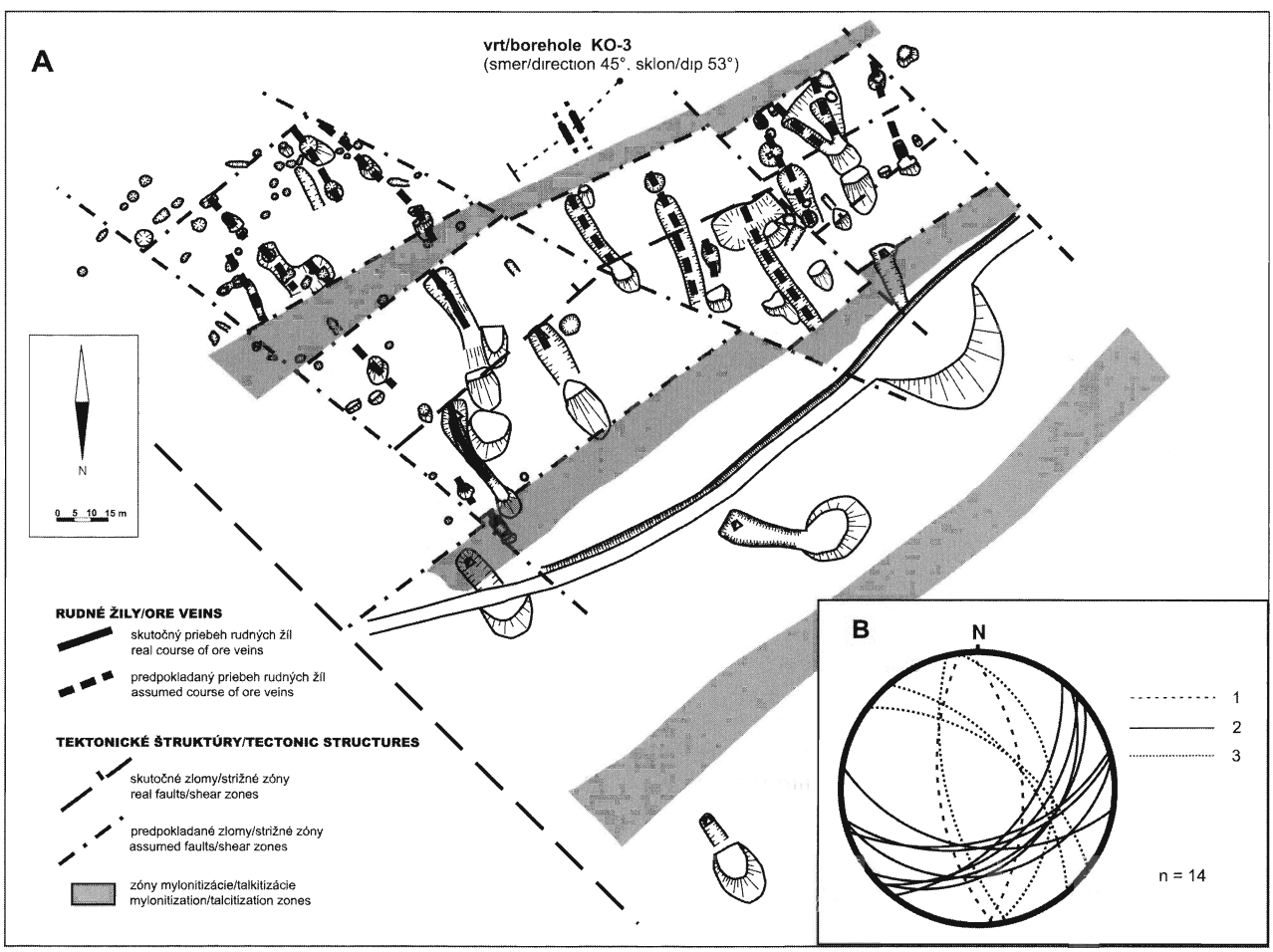
Only one occurrence with detected ammonium is reported from the hypergene environment It is related to the weathering profile developed on the top of illite-smectite deposit Dolná Ves (Kremnica Mts.) Determination of ammonium in this environment has particularly large potential to be further exploited since ammonium could be related to anthropogenic input and fixed in clays.

Main methods used for ammonium illite identification in the paper were X-ray diffraction combined with computer modelling of theoretical patterns and FTIR spectroscopy which is able to detect small NH_4 quantities.

ERRÁTA

Pri počítačovom prenose údajov v príspevku Š. Ferenca a F. Bakosa **Au-Bi-Te mineralizácia v sineckej strižnej zóne (Kokava nad Rimavicou) – nový typ mineralizácie v Západných Karpatoch** *(Mineralia Slov., 38, 2006, 3, 223–240)* sa poškodil obr. 2. B na s. 225. Jeho korektná verzia je na tejto strane. Autori sa čitateľom ospravedlňujú.

During the computer data transmission for the article by Š. Ferenc and F. Bakos **Au-Bi-Te mineralization in the Sinec shear zone, Kokava nad Rimavicou: New type of mineralization in the Western Carpathians** *(Mineralia Slov., 38, 2006, 3, 223–240)* the damage of Fig. 2. B in p. 225 has occurred. The correct version of the Fig. 2 is presented in this page. Authors apologize to readers of the journal.



Obr. 2. A – Kompasová skica starých banských diel na lokalite Bohaté-východ. **B** – Diagram tektonických štruktúr zistených na lokalite. 1 – rudné žily, 2 – štruktúry zhodné so smerom sineckej strižnej zóny, 3 – priečne tektonické štruktúry.

Fig. 2. A – Compass scheme of the old mining works, locality Bohaté-east. **B** – Diagram of tectonic structures in the locality. 1 – ore veins, 2 – structures parallel with the course of the Sinec shear zone, 3 – transversal tectonic structures.

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 337–342

Zvetrávanie smektitu na ložiskách bentonitu

IGOR STRÍČEK[1], VLADIMÍR ŠUCHA[1], PETER UHLÍK[1] a JANA MADEJOVÁ[2]

[1]Katedra ložiskovej geológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; stricek@fns.uniba.sk
[2]Ústav anorganickej chémie SAV, Dúbravská cesta 9, 845 36 Bratislava

Weathering of smectite on bentonite deposits

Kopernica bentonite deposit is situated in the south-western margin of the Kremnické vrchy Mts. in the Western Carpathians. Mineral composition of Kopernica bentonite was studied by XRD, FTIR and chemical analyses. There is a variation of smectite content and presence of other minerals like quartz, feldspars, biotite, kaolinite and a cristobalite. Dominant mineral phase is Al-Mg montmorillonite.

Weathering profile developed on the top of the Kopernica bentonite under Central European temperate conditions was studied and compared with similar profile studied by Šucha et al. (2001) on the Jelšový potok deposit. Weathering of montmorillonite in the Jelšový potok deposit resulted in the decrease of cation exchange capacity (CEC), total surface area (TSA) and in the thickness of the smectite crystals. The process was interpreted as montmorillonite partial dissolution and precipitation of amorphous SiO_2. At the Kopernica deposit we could see very similar trend but the range of weathering process was not so intensive.

Key words: mean thickness, mineral composition, natural analogue, smectite, weathering

Úvod

Častým produktom zvetrávania vulkanického skla a rôznych minerálov je smektit s variabilným chemickým zložením, ktoré závisí najmä od materskej horniny a klimatických podmienok príslušnej oblasti. Smektit nemusí byť vždy v rovnováhe s prostredím, v ktorom sa vyskytuje, a môže ho postihovať alterácia zahŕňajúca rozpad a rozpúšťanie smektitových kryštálov. Kryštál zložený z viacerých paralelných (2 : 1) vrstiev býva rozbitý až na monovrstvy nedetegovateľné rtg. difrakciou. Produkt rozpúšťania závisí od podmienok, v ktorých sa rozpúšťal.

Hlavným cieľom našej práce je porovnať vplyv hypergénnych procesov na alteráciu smektitu vo zvetrávacích profiloch bentonitového ložiska Kopernica a Jelšový potok, ktoré sú v tej istej geologickej formácii. Pochopenie komplikovaného mechanizmu degradácie smektitových kryštálov vo zvetrávacom profile nám môže poslúžiť aj ako prírodný analóg na odhad stability smektitu v inžinierskych bariérach.

Použitý geologický materiál a metodika

Ložiská bentonitu v Kopernici a Jelšovom potoku, na ktorých sa sledované profily vyčlenili, sú v jz. časti Kremnických vrchov. Územie sa geologicky označuje ako jastrabská formácia (Konečný et al., 1983). Bentonit tam vznikol alteráciou ryolitového tufu (Kraus et al., 1994).

Z ložiska Kopernica sa dovedna odobralo 15 vzoriek. Vzorky KOP 1 až KOP 5 sú z profilu v odťaženej časti ložiska odvrchu až do hĺbky 3,5 m. Ostatné vzorky sa odobrali náhodne z rozličných častí ťažobnej jamy, aby sa dalo porovnať minerálne zloženie bentonitu v rámci celého ložiska. Všetky údaje o vzorkách z ložiska Jelšový potok sú z práce Šuchu et al. (2001).

Kvalitatívne a semikvantitatívne minerálne zloženie celohorninových vzoriek bentonitu sa stanovilo rtg. práškovou difrakčnou analýzou neorientovaných preparátov na difraktometri Philips PW 1710. Použila sa Cu lampa a grafitový monochromátor pri napätí 35 kW a prúde 20 mA.

Vo vzorkách z profilu sa zistil obsah organického C na prístroji C-MAT 5500 firmy STROHLEIN. Potom sa materiál separoval podľa čiastočne modifikovanej Jacksonovej metódy (Šucha et al., 1991). Odstránili sa karbonáty, organická hmota, voľné oxidy Fe, pripravila sa frakcia pod 2 μm a použila sa na prípravu práškových orientovaných preparátov na rtg. analýzy, ktoré sa stali vstupnými dátami počítačového programu MUDMASTER (Eberl et al., 1996). Program je zostavený na základe Bertautovo-Warrenovo-Averbachovej (BWA) teórie (Drits et al., 1998) a slúži na výpočet distribúcie hrúbky častíc a ich priemernej hrúbky z tvaru rtg. difrakčných reflexov.

Infračervená spektroskopia sa použila na zistenie zastúpenia jednotlivých oktaédrických katiónov v smektite vo vybraných vzorkách z Kopernice. Preparáty boli pripravené metódou lisovania vzoriek do tabliet KBr (1 mg vzorky a 200 mg KBr) a analyzovali sa na prístroji FTIR Nicolet Magna.

Katiónovýmenná kapacita bentonitu sa stanovila metódou založenou na vytesňovaní medzivrstvových

katiónov smektitu katiónom Ba^{2+} pomocou $BaCl_2$ a spätnej výmeny Ba za katióny Mg^{2+} z roztoku $MgCl_2$. Množstvo vytesneného Ba^{2+} sa zistilo pomocou chemických analýz a prepočítalo sa na hodnotu katiónovovýmennej kapacity. Na porovnanie a spresnenie údajov sa katiónovovýmenná kapacita stanovila aj fotometrickou metódou pomocou roztoku Cu(II)-trietyléntetramínu (Meier a Kahr, 1999) na prístroji HUMALYZER 2000.

Výsledky

Minerálne zloženie bentonitu ložiska

Minerálne zloženie vzoriek odobraných z rozličných častí ložiska nie je homogénne. Takmer vo všetkých dominuje smektit, v menšom množstve je zastúpený kremeň, biotit, živce a vyskytuje sa aj kaolinit (napr. obr. 1). Výnimkou sú niektoré vzorky z hlbších odberov (cca 3,5 m pod povrchom), v ktorých je bohato zastúpený cristobalit. Väčšie množstvo cristobalitu indikuje relatívne uzavretý hydrologický systém (Kraus et al., 1994).

Nehomogenity v zastúpení minerálnych fáz v odobraných vzorkách pravdepodobne spôsobila tektonická aktivita v oblasti ložiska a erózia niektorých častí Menšie tektonické poruchy sa potvrdili pri geologickom prieskume a výpočte zásoby ložiska (Štulajter a Együd, 2001) a prejavili sa aj v oblasti mimo profilu, ktorý sme skúmali, v odťaženej časti, kde je nápadné aj rozdielne sfarbenie bentonitu (hnedé polohy).

Bentonit ložiska je prevažne biely až svetlofialový (miestami doružova), čo je zvyčajné sfarbenie bentonitu vzniknuvšieho alteráciou ryolitov. Svetlé sfarbenie indikuje nízky obsah oxyhydroxidov Fe. Hnedé polohy sa vyskytujú najmä vo vrchnejších častiach ložiska v hĺbke cca 1,5 m od povrchu. V rámci profilu sa ojedinele vyskytli polohy žltého bentonitu.

Infračervená spektroskopia potvrdila rozdiely v kvantitatívnom zastúpení minerálov v bentonite z rôznych častí ložiska a zároveň nerovnomernosť v obsadení oktaédrických katiónov v smektite (obr. 3). Vo vzorkách z ložiska v oktaédrických pozíciách prevláda hlavne Al (absorpčné pásy pri ~916 cm^{-1}), menej je Fe (~880 cm^{-1}) a Mg. Vzorky sa trochu podobajú vzorkám wyomingového typu (SWy-1). Vzorky z profilu majú mierne vyšší obsah Mg (~845 cm^{-1}) v oktaédroch a v porovnaní sú niekde medzi bentonitom typu Cheto (SAz-1) a jelšovskopotockým (Madejová et al., 1995, 2001).

Vývoj v profile ložiska

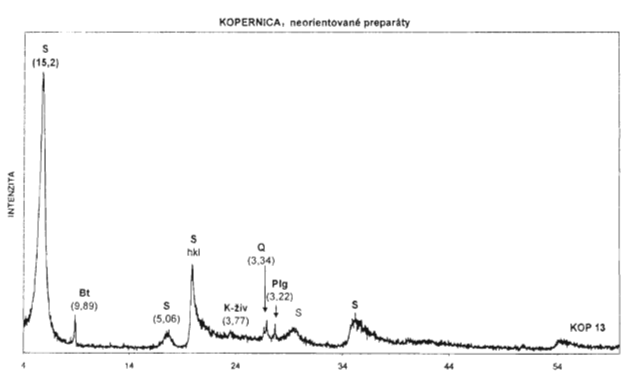
Vzorky z profilu majú rozličné zastúpenie minerálov. Vzorka KOP 1 je z najvrchnejšej časti profilu, okrem smektitu je v nej silne zastúpený kaolinit a obsahuje kremeň, cristobalit, živce a sľudu, pravdepodobne muskovit. Vo vzorkách KOP 2, 3 a 4 prevláda smektit (obr. 2) Najhlbšie odobraná vzorka KOP 5 obsahuje značné množstvo cristobalitu a biotit.

Hodnoty pH v profile sú mierne kyslé a od najvrchnejšej časti až po spodnú sa významnejšie nemenia. Najnižšie pH má vzorka KOP 2, ktorá je z hĺbky 90 cm pod povrchom, a najvyššie KOP 1 z povrchu (tab. 1).

Obsah organického C s rastúcou hĺbkou odberu postupne klesá (tab. 1). Najvyšší je vo vzorke 1 (10,95 %), ktorá má veľa humusu, najnižší vo vzorke 5 z najhlbšej časti odberu (len 0,11 %)

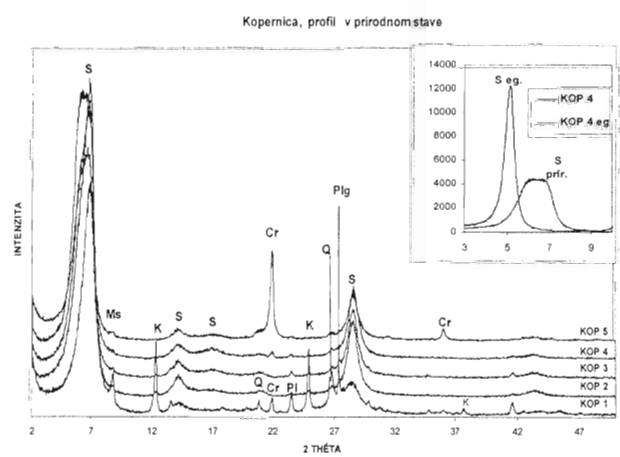
Obr 2 znázorňuje posun smektitového reflexu na rtg. záznamy vzorky po sýtení etylénglykolom (EG) smerom k nižším hodnotám 2 théta. Záznamy rtg. zo vzoriek sýtených EG sa použili na výpočet priemernej hrúbky kryštálov smektitu a distribúcie ich hrúbky v jednotlivých vzorkách z profilu.

Hrúbka smektitových kryštálov v kopernickom profile sa vypočítala programom MUDMASTER. Najhrubšie častice obsahuje vzorka KOP 4 a najmenšiu priemernú hrúbku



Obr. 1. Rtg. práškové neorientované záznamy vybraných celohorninových vzoriek z rôznych častí ložiska.

Fig. 1. XRD patterns of unoriented specimen from selected bulk samples from various parts of deposit.



Obr. 2. Rtg. práškové orientované záznamy vzoriek z profilu (frakcia pod 2 μm) a ukážka posunu smektitového reflexu po sýtení etylénglykolom (S – smektit, Cr – cristobalit, Q – kremeň, K – kaolinit, Ms – muskovit, Plg – plagioklas).

Fig. 2. XRD patterns of oriented specimens of the < 2 μm fraction from Kopernica deposit profile and smectite peak shift after saturation with ethylene glycol (S – smectite, Cr – cristobalite, Q – quartz, K – kaolinite, Ms – muscovite, Plg – plagioclase).

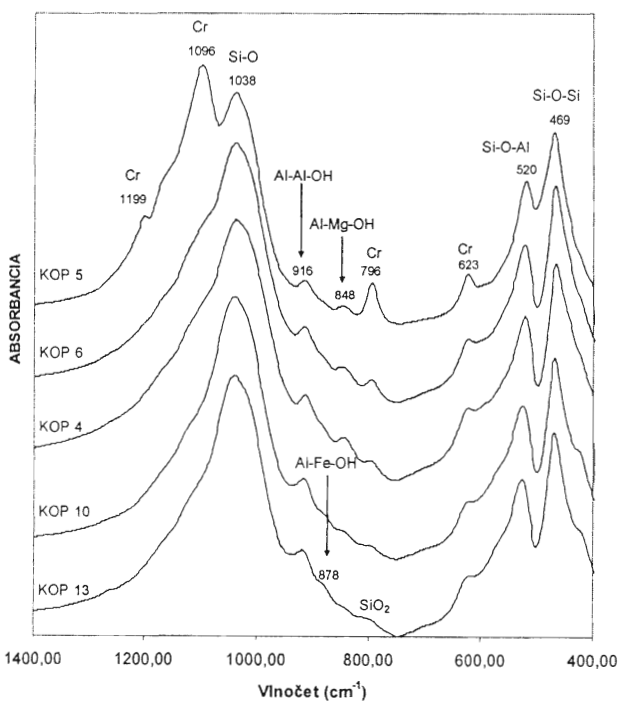
Tab. 1
Hĺbka odberu, označenie vzoriek, obsah organického C a pH vzoriek z profilu Kopernica
Depth of sampling from the soil surface, sample labelling, total organic carbon contents and pH of water suspensions of the bulk samples from the Kopernica deposit profile

Odber	Kopernica	C org.(%)	pH
Hĺbka (cm)	vzorka		
0–20	KOP 1	10,955	5,63
80–100	KOP 2	0,25	4,43
120–160	KOP 3	0,175	4,81
200–220	KOP 4	0,125	4,82

majú častice vo vzorke KOP 1 (tab. 2). Priemerný počet vrstiev v kryštáloch smektitu (priemerná hrúbka kryštálov vydelená 1,7 nm, čo je hrúbka smektitového expandujúceho komplexu) je 5,8 pri vzorke KOP 4 a 4,1 pri vzorke KOP 1 z povrchu Tvar distribúcie hrúbky kryštálov (obr. 4) je podobný pri vzorkách z hlbšieho odberu a má lognormálny charakter. Odlišná je vzorka KOP 1 z povrchu, pri ktorej značnú časť smektitu postihla degradácia a ktorú tvorí zmes rozbitých kryštálov.

Diskusia

Vplyv hypergénnych procesov v profile ložiska Kopernica sme porovnali so zvetrávacím profilom ložiska Jelšový potok, ktorý detailne opísal Šucha et al. (2001).



Obr. 3. Infračervené spektrá vzoriek z ložiska Kopernica.
Fig. 3. FTIR spectra of samples from the Kopernica deposit.

Tab. 2
Priemerná hrúbka ílových častíc
Mean thickness of clay particles

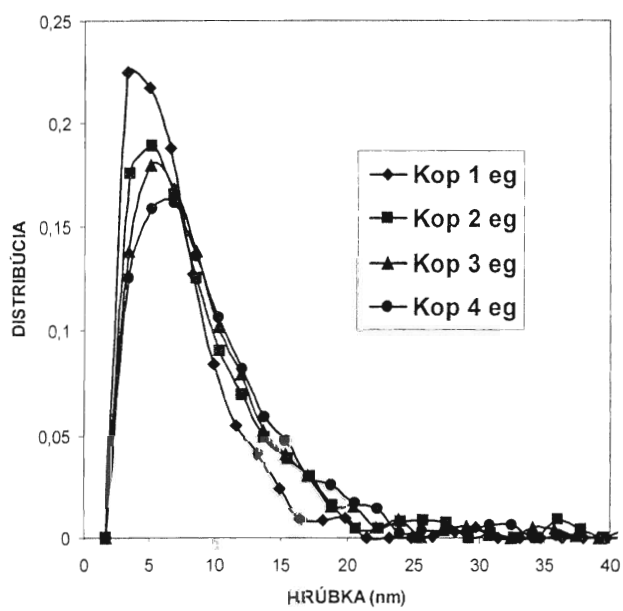
Vzorka	Priemerná hrúbka (nm)
KOP 1	7,02
KOP 2	8,81
KOP 3	9,16
KOP 4	9,83

Autori v nej potvrdili rozpúšťanie smektitu sprevádzané rozpadom smektitových kryštálov pri pedogenéze kambizeme na styku ložiska Al-Mg montmorillonitu Stará Kremnička-Jelšový potok v slabokyslých podmienkach mierneho klimatického pásma.

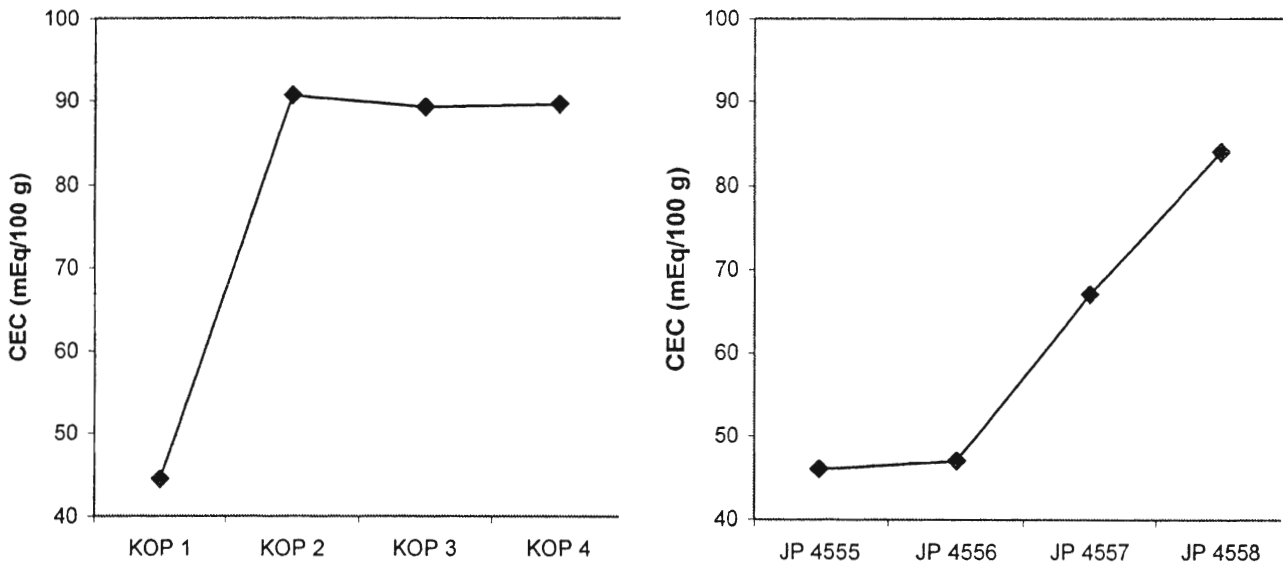
Z ložiska Kopernica sa odobralo päť vzoriek od najvrchnejšej časti do hĺbky 350 cm pod povrchom. Vzorku KOP 5 zo spodnej časti profilu sme pre vysoký obsah cristobalitu, ktorý sledované údaje do značnej miery skresľuje, do celkového hodnotenia vplyvu zvetrávacích procesov nezaradili. Vzorka je z primárne nehomogénnej časti profilu indikujúcej odlišné podmienky vzniku. Z Jelšového potoka sú vzorky z približne rovnakej hĺbky, ale iba do 200 cm.

Pri vzorkách je pH merané v destilovanej vode porovnateľné v obidvoch profiloch a od vrchnej časti po spodnú sa veľmi nemení. Výnimkou je iba vzorka KOP 5, ktorej pH je v porovnaní s trendom ostatných vzoriek mierne vyššie.

Obsah organického C odráža intenzitu infiltrácie roztokov z povrchu Vo vzorke KOP 1 je oveľa vyšší ako vo vzorke z vrchnej časti profilu ložiska Jelšový potok. Príčinou je vysoký obsah organického materiálu (korienkov rastlín, častí listov a kôry), lebo vzorka je z okraja



Obr. 4. Distribúcia veľkosti kryštálov smektitu v profile Kopernica.
Fig. 4. Thickness distribution of smectite crystals from Kopernica profile.



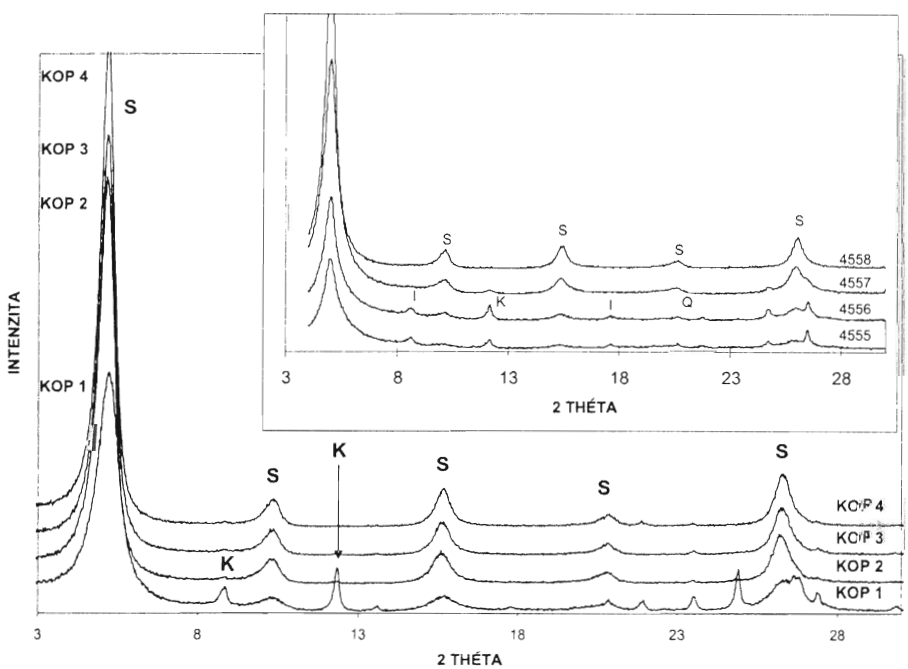
Obr. 5. Katiónovýmenná kapacita (CEC) vzoriek z profilu Kopernica (KOP) a Jelšový potok (JP).
Fig. 5. Values of cation exchange capacity (CEC) of bentonite samples from Kopernica (KOP) and Jelšový potok (JP) weathering profile.

zalesnenej časti. Zaujímavý je však obsah organického C z hlbších odberov. Vo vzorkách z Kopernice je 2- až 5-násobne nižší ako v Jelšovom potoku a postupne klesá smerom k spodnej časti profilu. Z toho sa dá usúdiť, že hypergénne procesy nemali na kopernický bentonit taký veľký vplyv ako na ložisku Jelšový potok.

Absorpčné pásy infračervených spektier vzoriek z Kopernice pri 845 cm^{-1} (obr 7) ukazujú pokles obsahu Mg (väzby Al-Mg-OH) v oktaédrických pozíciách smektitu smerom k povrchu Tento rozdiel platí aj pri vzorkách z Jelšového potoka (vzorka JP je z najspodnejšej časti a JP 4555 z hornej časti profilu).

Katiónovýmenná kapacita vo vzorkách z Jelšového potoka významne klesá s rastúcim vplyvom zvetrávania (obr. 5). Veľmi podobná je pri vzorke KOP 2 až KOP 4 a nápadne nižšia len pri vzorke KOP 1 z povrchu, čiže v hlbších častiach hypergénne procesy pravdepodobne nezasiahli bentonit tak výrazne ako v Jelšovom potoku.

Priemerný počet vrstiev (2 1) v kryštáloch smektitu postupne klesá z 5,8 vo vzorke KOP 4 po 4,1 vo vzorke KOP 1 z povrchu. V Jelšovom potoku sa nameral maximálny priemerný počet vrstiev (6,1) pri kryštáli vo vzorke JP 4558 zo spodnej časti a minimálny vo vzorke JP 4555 z najvrchnejšej časti (len 2,0) To znamená, že v približne



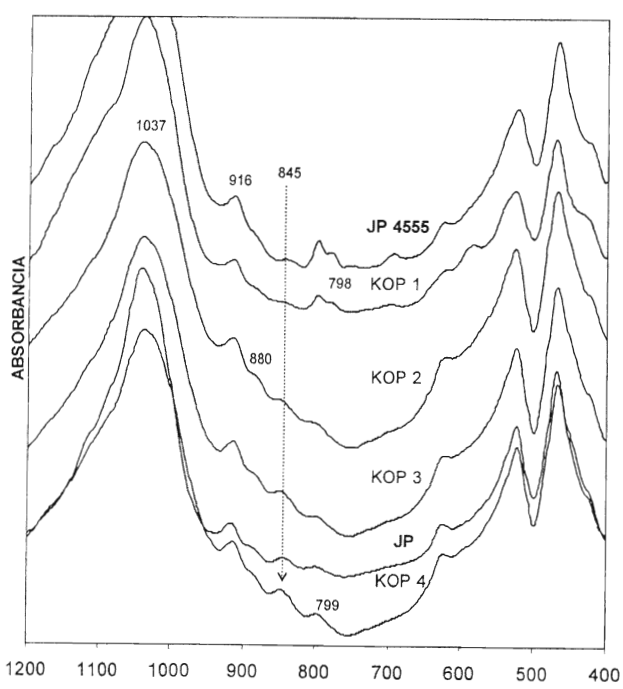
Obr. 6. Porovnanie bazálnych reflexov smektitu z rtg. záznamov orientovaných preparátov (frakcia < 2 μm) po sýtení etylénglykolom (hore Kopernica, dolu Jelšový potok).

Fig. 6. Basal peaks of smectite comparison with XRD patterns of oriented specimen (< 2 μm) after saturation with ethylene glycol (up Kopernica deposit, down Jelšový potok deposit).

2 m hrubom zvetrávacom profile degradovalo až cca 60 % pôvodného smektitu. V porovnaní s Kopernicou je to takmer o 30 % viac. To potvrdzuje, že hypergénne procesy mali na rozpad kryštálov smektitu v Jelšovom potoku oveľa väčší vplyv ako v Kopernici. Pôvodná priemerná hrúbka kryštálov smektitu na lokalite Jelšový potok je väčšia ako v Kopernici a indikuje priaznivejšie podmienky na ich rast.

Na obr. 6 v prípade Jelšového potoka vidieť postupný pokles intenzity a rozširovanie reflexov 001 smektitu smerom od najspodnejšej časti profilu na povrch, čo poukazuje na degradáciu kryštálov smektitu a zmenšovanie ich priemernej hrúbky. V profile Kopernica je badateľný veľmi podobný trend.

Zastúpenie minerálov vo vzorkách z profilu ložiska Jelšový potok sa mení postupne. Vzorka zo spodnej časti JP 4558 obsahuje vo frakcii pod 2 μm takmer čistý smektit. Stopy kaolinitu, illitu a kremeňa sa objavili vo vzorke JP 4557 a ich množstvo postupne rastie v ďalších dvoch vzorkách, a to JP 4556 a 4555. Podobný vývoj možno pozorovať v Kopernici (obr. 2). Reflexy kaolinitu sa neobjavili pri vzorke KOP 4, ale od vzorky KOP 3 smerom hore jeho obsah mierne narastá. Vzorka KOP 1 okrem kaolinitu obsahuje aj značné množstvo sľudy (illitu), ktorej obsah smerom hlbšie klesol. Muskovit vo vzorke KOP 1 je pravdepodobne detritického pôvodu, čo sa v prípade Jelšového potoka dokázalo K-Ar datovaním sľudy.



Obr. 7. Infračervené spektrá vzoriek z profilu Kopernica a vzorka z vrchnej (JP 4555) a spodnej časti (JP) profilu ložiska Jelšový potok.

Fig. 7. FTIR spectra of samples from Kopernica deposit profile and sample from the upper part (JP 4555) and the bottom (JP) of Jelšový potok profile.

Pokles obsahu smektitu vo vzorkách smerom do vrchnejších častí profilu ložiska Jelšový potok sa vysvetľuje ako výsledok kombinácie dvoch procesov – rozkladu smektitu spätého s odnosom väčšiny zložiek okrem SiO_2 a súčasnou infiltráciou častíc eolického pôvodu. Tieto procesy potvrdzuje aj chemická analýza celohorninových vzoriek, ktoré ukazujú rapídny pokles obsahu Mg a rast obsahu K smerom na povrch. V medzivrstvách smektitu sa stopy Al hydroxidov nenašli. Pravdepodobne sa Al spolu s časťou amorfného materiálu stal zdrojom pre neoformáciu kaolinitu, ktorého zastúpenie stúpa smerom k povrchu. Rovnaký rast obsahu kaolinitu je sledovateľný aj v Kopernici. V najvrchnejších polohách nie je vylúčený výskyt detritického kaolinitu.

Záver

Minerálne zloženie bentonitu ložiska Kopernica je heterogénnejšie ako ložiska Jelšový potok, aj keď typ smektitu je veľmi podobný. V obidvoch prípadoch ide o Al-Mg montmorillonit s variabilnou substitúciou Mg v oktaédroch.

Hypergénne procesy prebiehajúce vo vrchnej časti ložiska Kopernica boli kvalitatívne veľmi podobné ako na ložisku Jelšový potok.

Hlavným prejavom zvetrávania na obidvoch ložiskách je degradácia pôvodných smektitových kryštálov sprevádzaná ich rozpadom a rozpúšťaním. Sprievodným znakom je výskyt detritického muskovitu a vznik malého množstva kaolinitu, pravdepodobne podmienený interakciou s organickou hmotou (pozri experimenty Dubíkovej, 1999).

Podstatným rozdielom medzi ložiskami bola intenzita zvetrávania. Z porovnania vychodí, že intenzita a hĺbkový dosah hypergénnych procesov na ložisku Jelšový potok boli oveľa väčšie ako v Kopernici.

Poďakovanie. Práca vznikla za podpory projektu VEGA 1/3072/06.

Literatúra

DRITS, V. A., EBERL, D. D. & ŚRODOŃ, J., 1998: XRD measurement of mean thickness, thickness distribution and strain for illite and illite/smectite crystallites by the Bertaut-Warren-Averbach technique. *Clays and Clay Miner., 46, 461–475.*

DUBÍKOVÁ, M., 1999: Stabilita ílových minerálov v slabokyslom prostredí. [Dizertačná práca.] *Manuskript – archív Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 169.*

EBERL, D. D., DRITS, V., ŚRODOŃ, J. & NÜESCH, R., 1996: MUDMASTER: A program for calculating crystallite size distributions and strain from the shapes of X-ray diffraction peaks. U. S. Geological Survey, Boulder, Open-File report.

KONEČNÝ, V., LEXA, J. & PLANDEROVÁ, E., 1983: Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *Západ. Karpaty, Geol., 9, 1–203.*

KRAUS, I., 1986: Kaolíny a kaolinitové íly Západných Karpát, ich geologicko-ložiskové pomery, minerálne zloženie, genéza, ich vek. *Manuskript – archív KLG PF UK Bratislava.*

KRAUS, I., ŠAMAJOVÁ, E., ŠUCHA, V., LEXA, J. & HRONCOVÁ, Z., 1994. Diagenetic and hydrothermal alteration of volcanic rocks into clay minerals and zeolites (Kremnické vrchy Mts., the Western Carpathians). *Geol. Carpath., 45, 151–158.*

MADEJOVÁ, J. & KOMADEL, P., 2001: Baseline studies of the clay minerals society source clays: Infrared methods. *Clays and Clay Miner., 49, 410–432.*

MADEJOVÁ, J., KRAUS, I. & KOMADEL, P , 1995: Fourier transform infrared spectroscopic characterization of dioctahedral smectites and illites from the main Slovak deposits. *Geol. Carpath., Clays, 4, 23–32.*

MEIER, L. P & KAHR, G., 1999: Determination of the cation exchange capacity of clay minerals based on the complexes of the copper(II) ion with triethylenetetramine and tetraethylenepentamine. *Cays and Clay Miner., 47, 386–388.*

ŠTULAJTER, M. & EGYÚD, K., 2001: Záverečná správa a výpočet zásob Kopernica. *Manuskript – archív Geofond Bratislava.*

ŠUCHA, V., ŚRODOŃ, J., CLAUER, N., ELSASS, F , EBERL, D. D., KRAUS, I. & MADEJOVÁ, J., 2001 Weathering of smectite and illite-smectite under temperate climatic conditions. *Clay Miner., 36, 403–419.*

ŠUCHA, V., ŚRODOŃ, J., ZATKALÍKOVÁ, V. & FRANCÚ, J., 1991: Zmiešanovrstevnatý minerál typu illit/smektit: separácia, identifikácia, využitie. *Mineralia Slov., 23, 3, 267–274.*

Rukopis doručený 26. 6. 2006
Rukopis akceptovaný 24. 10. 2006
Revidovaná verzia doručená 22. 1 2007

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 343–346

Surovinové aspekty neolitickej/eneolitickej keramiky západného Slovenska

DUŠAN HOVORKA

Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, Trieda A. Hlinku 1, 949 74 Nitra

Raw material aspects of Neolithic/Eneolithic ceramics from the western Slovakia

From several Neolithic/Eneolithic, or even polycultural western Slovakian sites (Záhorská nížina lowland, Trnava table and others) team of authors have studied fragments of paleoceramics. We have used standard geosciences laboratory methods and devices. Partial results of studies have been already published in papers by Hovorka and Illášová (2002), Hovorka et al. (2002), Hovorka et al. (2004), Hovorka et al. (in print), Hovorka et al. (in prep.).

Until obtained results we could sum up as follows. 1) the principal raw material types were represented by poorly sorted clayey-silty sediments of local proveniences, namely: a) fluvial stream and river deposits, as well as b) decalcified upper loess horizons. 2) documented temper has a character of: a) fine-grained clastic sediments composed mostly of quartz fragments, in lesser amount also of the other silicate minerals and iron oxides, b) fragments of ceramic of the older generation, and c) organic temper (pieces of grass, straw and pieces of trees) of various quantitative proportions and size. 3) The temperature of ceramic firing (better to say temperature of annealing) was generally low – not overreaching temperature of 600–650 °C. The most probably the annealing realized in open air and not in firing kilns. In the majority of cases the oxydizing conditions during annealing were documented.

Comparing the raw material types and technology of ceramic making no significant differences were observed in the time span between the ceramics fragments ranked to the beginning of the middle Ceramic Neolithic (Danube culture) and those which are ranked to the beginning of the Bronze Age (e. g. time span of approximately 4000 years).

Key words: paleoceramics, raw material

Úvod

Neolitickým a eneolitickým keramickým artefaktom zo slovenského územia sa z hľadiska tvaru, výzdoby, proveniencie či stratigrafického zaradenia už v minulosti venovala veľká pozornosť a problematika sa prezentovala nielen v podobe prác v časopisoch a zborníkoch, ako aj knižných monografií (Novotný, 1962; Šiška, 1980, a i.), ale látkové zloženie, technologické spracúvanie, intenzita výpalu a ďalšie aspekty takejto keramiky zdokumentovanej zo Slovenska sa systematicky študujú iba v poslednom decéniu (Hovorka et al., 2002, 2004; Števula et al., 2005; Hovorka et al., v tlači)

Všetky spracované fragmenty paleokeramiky (vyše 50 kusov) sú zo západného Slovenska (Záhorská nížina, Trnavská tabuľa), čiže predbežné zovšeobecnenia tejto práce sa vzťahujú na neolitickú/eneolitickú keramiku tohto územia.

Na kompletizáciu súčasných poznatkov uvádzame aj všetky predchádzajúce práce, ktoré sa aspoň sčasti týkajú uvedenej problematiky.

Pravdepodobne prvú modernú a laboratórnymi výsledkami podloženú prácu o paleokeramike z územia Slovenska publikoval Bareš a Lička (1976) a do súboru študovanej keramiky z Prahy-Dejvíc zahrnuli aj dva fragmenty patriace lužianskej skupine lengyelskej kultúry z lokality Lužianky Autori (l. c.) uviedli výsledky najmä petrograficko-mikroskopického, rtg. difrakčného, diferenciačného aj gravimetrického termického štúdia a ich najdôležitejším prínosom do problematiky paleokeramiky územia, ktorými sa zaoberáme, je zistenie nízkej (do 600 °C) teploty jej výpalu. Paleokeramike sa potom venovali aj Lipka et al. (1990), ktorí Mössbauerovou spektroskopiou študovali prítomné formy oxidov Fe a ich správanie pri výpale keramického cesta.

Knižná monografia (Kopina, 1999) o keramických surovinách, no najmä o všeobecných otázkach využívania domácich ílových surovín je z hľadiska problematiky tejto práce málo podnetná.

Látkové zloženie neolitickej/eneolitickej keramiky potom až po štvrťstoročí skúmal Hovorka et al. (2002) Autori najmä vo výbrusoch a rtg. difrakciou preštudovali desať úlomkov úžitkovej keramiky bádenskej kultúry z lokality Stránska, Kamenín a Bajč-Vlkanovo, uviedli zloženie črepov, medzi ostrivom identifikovali aj úlomky staršej keramiky, opísali svetlejšie zóny výpalu najmä na konvexnej strane fragmentov a záverom zhrnuli, že sa keramika vypaľovala pri nízkej teplote (do 600 °C) v oxidačných podmienkach.

Interdisciplinárne priekopnícka je aj práca Orlického a Tirpáka (1986) venovaná archeomagnetickému datovaniu pôvodne hlinených súčastí pecí. Orientované vzorky

z ich reliktov z rozličných západoslovenských a stredoslovenských lokalít študované touto metódou poskytli vek od 4500 rokov pred n. l. až po stredovek a zároveň potvrdili archeologicky predpokladané vekové zaradenie. Autori (l. c.) konštatovali vhodnosť metódy, ktorú overovali, na vekové zaraďovanie tepelne spracovaných archeologických hlinených objektov/predmetov.

Hovorka a Illášová (2002) v monografii o surovinách kamennej doby používaných na našom území stručne zhrnuli aj potenciálne základné suroviny neolitickej keramiky a uviedli niekoľko príkladov ich aplikácie.

Hovorka et al. (2004) z lokality Cífer-Pác preskúmali súbor keramických fragmentov lineárnej keramiky, a to jej železovskej skupiny. Použili najmä laboratórne mikroskopické petrografické metódy a práškovú difrakčnú rtg. analýzu a konštatovali, že sa využívali lokálne suroviny a že ostrivo s prevahou kremeňa a živcov je granitickej proveniencie. Paralelné usmernenie pretiahnutých komponentov paleokeramiky, ktoré sú súčasne plošne paralelne orientované voči obmedzeniu keramickej nádoby, umožnilo predpokladať aspoň čiastočné otáčanie vyrábaného predmetu pri jeho tvarovaní (predchodca keramického kruhu?). Mikroskopické idioblastické, prevažne zonálne albity a drobolupenitý agregát tmavej sľudy zistený v jednom výbruse autori pokladali za produkt výpalu keramického cesta vhodného chemického zloženia na vznik uvedených fáz. Aj na tejto lokalite časť keramiky obsahovala organické ostrivo, ktoré počas výpalu čiastočne vyhorelo. Aj v tomto prípade autori konštatovali nízku (600–650 °C) teplotu výpalu keramiky.

Aplikované laboratórne metódy štúdia

Predbežné zovšeobecnenia v tejto práci vyplývajú z laboratórneho výskumu vykonaného nasledujúcimi metódami.

Každý keramický fragment sme študovali makroskopicky a pomocou binokulárnej lupy, a to najmä na priečnych lomových a rezných plochách, a zo štúdia vyplynuli vzťahy a hrúbka zón pozorovaných na priečnych rezoch keramických fragmentov. Zároveň sme zisťovali zrnitosť, rozmiestnenie a kvantitu ostriva všetkých typov a pozorovali sme základné textúrne znaky (všesmerná či prednostne usporiadaná stavba) keramických fragmentov, prítomnosť postdepozičných (hypergénnych) fenoménov („nálety“ na stenách fragmentov) a i. Základné textúrne fenomény sme zdokumentovali fotograficky.

Z každého fragmentu sme skúmali jeho výbrus polarizačným mikroskopom. Pri zväčšení 9–80-krát sme identifikovali druh spojiva fragmentov, kvalitu a kvantitu súčastí ostriva každého typu, rozsah a druh premeny organickej hmoty v keramickom ceste pri jeho výpale, štruktúru fragmentu a i. Typické fenomény sme dokumentovali mikroskopickými fotografiami, ktorých menšiu časť sme už zverejnili (l. c.).

Ďalším krokom pri laboratórnom štúdiu paleokeramiky boli práškové difrakčné záznamy a ich hodnotenie. Hodnotenie difraktogramov potvrdilo prítomnosť podstatnej časti pôvodnej, pri výpale nepremenenej ílovej hmoty na jednej a prevládajúce klasty minerálov kryštalinickej proveniencie na druhej strane. Vznik vysokoteplotných Al silikátov (sillimanitu) resp. mullitu, spinelu, pyroxénu a i. sa nepotvrdil ani v jednom prípade. Na druhej strane sa rtg. difrakciou identifikovali karbonáty. Tieto zistenia majú pre riešenie problematiky teploty výpalu paleokeramiky zásadný význam (pozri ďalej)

Fragmenty paleokeramiky sme potom študovali skanovacím elektrónovým mikroskopom (SCAN) Pri štandardnom zväčšení (900–1400-krát) sme zistili, že na prirodzených lomových plochách študovaných fragmentov sú pôvodné minerálne asociácie (nie produkty ich vysokoteplotnej premeny). Počiatky (embryonálne štádium) slinovania sme evidovali len pri niekoľkých fragmentoch (Hovorka et al., 2002, 2004). Na lomových plochách sme uvedenou technikou dokumentovali odtlačky organického ostriva na jednej a prázdne priestory na druhej strane. Metóda zaznamenala a potvrdila niektoré údaje získané inými postupmi laboratórneho výskumu fragmentov paleokeramiky.

Jednu sériu paleokeramických fragmentov sme skúmali aj Mössbauerovou spektroskopiou a interpretované krivky doplnili údaje o správaní oxidov Fe pri výpale a o jeho teplote (Hovorka et al., v tlači).

Pri výskume sme aplikovali aj archeomagnetické datovanie výpalu keramických fragmentov (Hovorka et al., v tlači, v príprave). Výsledky sú korelovateľné s výsledkami iných datovaní a zároveň naznačujú, že metóda je použiteľná pri stratifikácii produktov výpalu paleokeramiky.

Laboratórny výskum paleokeramiky spomenutými metódami (postupmi) potvrdil vhodnosť geovedných laboratórnych metód na riešenie problémov paleokeramiky uvedených v názve príspevku.

Súčasné poznatky o uvedených aspektoch neolitickej/eneolitickej keramiky zhŕňame v nasledujúcom vyjadrení.

Použité suroviny

Základnou surovinou na prípravu keramického cesta boli – z dnešného pohľadu – málo kvalitné zrnitostne netriedené alebo len nedokonale triedené ílovo-siltové suroviny lokálneho pôvodu. Spomedzi ílových minerálov prevládali smektity zastúpené v rozličnom pomere so siltovou klastickou frakciou suroviny. Podiel týchto dvoch základných zložiek sa od miesta k miestu výroby keramiky menil. V keramickom ceste boli miestne podstatne zastúpené aj farbiace pigmenty, prevažne hydráty a oxidy Fe, ako aj rozptýlená organická hmota.

Zo súčasného hľadiska kvalitné (t. j. preplavením zrnitostne triedené) suroviny sme zistili len ojedinele, a to iba z eneolitu (Hovorka et al., v tlači). Podľa uvedeného základnou surovinou úžitkovej keramiky neolitu/eneolitu vo vymedzenom území boli naplaveniny vodných tokov alebo vrchný horizont odvápnenej spraše.

Ostrivo v keramickom ceste nebolo jednotné a malo charakter

a) drobnozrnného len v ojedinelých prípadoch až strednozrnného *klastického sedimentu* (piesku). Pre jeho súčasti je charakteristické značné mechanické

opracovanie, čo svedčí o vodnom transporte z miesta vzniku. V ostrive tohto typu nápadne prevládajú klasty kryštalinickej proveniencie (kremeň, živec, sľuda) nad klastmi karbonátov resp. granitu, metakvarcitov a zriedka aj metamorfitov ílovito-psamitického radu. Zastúpené sú aj akcesorické minerály granitu a stredných/vysokých metamorfitov (zirkón, rutil a apatit). Zaujímavé je, že aj napriek pomerne hojnému výskytu stabilných granátov v naplaveninách recentných vodných tokov sme granát vo fragmentoch nezistili ani v jednom prípade. Len veľmi ojedinele boli medzi klastmi ostriva tmavé minerály mladých vulkanitov, aj to už intenzívne (až úplne) premenené. Sporadicky sme na okraji klastických kremenných zŕn nachádzali počiatočné premeny späté s tepelným spracúvaním keramického cesta. Podobné počiatočné premeny najmä na okraji klastov sme evidovali na niektorých zaoblených úlomkoch karbonátov.

b) Iným typom – v tomto prípade výrazne dodaným – typom ostriva v keramickom ceste boli nerovnako veľké a nepravidelne obmedzené *úlomky staršej keramiky*. Tie sa od svojho „hostiteľa" odlišujú sfarbením, látkovým zložením, zrnitosťou, textúrnymi znakmi a i. V jednom prípade (Hovorka et al., v príprave) sme zistili staršiu keramiku prakticky identického zloženia a ďalších základných vlastností, ako mala uzavierajúca keramická hmota. Z toho sme dedukovali, že išlo o staršiu keramiku vyrobenú prakticky z identickej suroviny vypálenú pri rovnakej teplote a pravdepodobne vyrobenú na rovnakom mieste a dokonca tým istým výrobcom.

c) Charakteristickým typom primiešaného materiálu do keramického cesta pri jeho príprave boli rozličné *organické prímesi,* a to najmä nasekané útržky trávy alebo sena a v oveľa menšom množstve aj drobné úlomky dreva. Útržky boli veľké od zlomkov mm, ojedinele do 8 mm (Hovorka et al., 2002, 2004, v tlači). Po tepelnom spracúvaní zostali na povrchu výrobkov morfologické negatívne, spravidla výrazne predĺžené formy. V keramickom ceste podstatná časť prímesí sčasti vyhorela a na mieste zostala len čierna zuhoľnatená „výstielka" dutín resp. opakové „švy" v strednej časti „tunely" pripomínajúce textúrne fenomény. V menšom počte prípadov nakopenia útržkov na malej ploche sa po čiastočnom vyhorení v tele keramického fragmentu rozptýlila organická hmota. Na povrchu sa takéto priestorové útvary prejavili rozplývavo obmedzenými tmavými škvrnami v tele keramiky, dobre pozorovateľnými na priečnych lomových resp. rezných plochách. V podstatnej časti študovaných fragmentov so spomenutými organickými prímesami bolo sledovateľné ich nerovnako intenzívne „vyhorenie", zreteľne intenzívnejšie v okrajových, prevažne farebne svetlejších zónach ako v strednej, spravidla tmavšej zóne fragmentov.

Teplota výpalu neolitickej keramiky

O teplote a podmienkach výpalu neolitickej/eneolitickej keramiky na sledovanom území doteraz nie je nijaká publikovaná práca. Archeológovia (vyplýva to z našej diskusie s niektorými členmi tejto komunity) sa pridržajú viac-menej všeobecne akceptovanej predstavy o strednej až vysokej teplote výpalu (nad 900 °C). Vychádza sa pri nej z predpokladu, že vo vypaľovacích peciach bol systém prieduchov, nimi sa do plameňa privádzal kyslík a ten umožnil dosahovať takú teplotu. V tejto súvislosti vystupuje do popredia otázka, či sa keramika v neolite/eneolite vypaľovala v peciach alebo iba na otvorenom priestranstve. Vzhľadom na obdobie, v ktorom keramika vznikala, sa skôr akceptuje náhľad o vypaľovaní na otvorenom priestranstve (Shepard, 1968). Ďalšou otázkou je, ktoré zo zistení získanými použitými geovednými laboratórnymi metódami sú pri riešení nastolených otázok využiteľné.

Vypaľovanie keramického črepu sa veľmi podobá termickej rekryštalizácii ílových sedimentov prebiehajúcej v prírode pri normálnom tlaku. Ešte pred tepelným účinkom žiaru časť mechanicky viazanej vody v keramickom ceste zo sústavy uniká (dehydratácia keramického cesta) vysúšaním keramických výrobkov na vzduchu za zmenšovania ich objemu (úloha ostriva!) na výpal pripraveného predmetu. Pri postupnom prehrievaní surového výrobku v ňom nastáva dehydroxylácia (strata chemicky viazanej vody), pri teplote nad 600 °C postupne vyhára organická hmota, oxidujú sírniky Fe (pyrit a markazit), disociujú karbonáty a pri teplote asi nad 750 °C, no najmä pri ešte vyššej sa tvoria metamorfné minerály – mullit, sillimanit, pyroxén, spinel alebo aj ďalšie. Postupné slinovanie hmoty keramického výrobku sa začína až pri teplote nad 1000 °C.

Je logické, že takýto základný sled premien ovplyvňujú oxidačnoredukčné podmienky pri výpale, zloženie keramického cesta, teplota výpalu, dĺžka jej pôsobenia a ďalšie faktory.

Pravdepodobne jedným z najstarších technologických procesov, pri ktorom sa mení zloženie a technologické vlastnosti anorganickej prírodniny, je pálenie vápna. Poznali ho už staré národy z počiatku histórie – Sumeri, Babylončania, Feničania, Egypťania, ale aj Číňania a neskôr aj Gréci a Rimania. Princíp pálenia vápna sa ani počas tisícročí nezmenil. Spočíva v pôsobení tepla (1100–1300 °C) na kusový vápenec (dolomitický vápenec, len zriedka aj dolomit) v míľach resp. peciach rozličnej konštrukcie, pričom nastáva disociácia kalcitu podľa reakcie

$$CaCO_3 + kal = CaO + CO_2$$

Kým uhličitan vápenatý uniká do priestoru, oxid vápenatý tvorí kusy „vypáleného vápna" z kryštálikov CaO resp. aj MgO. Oxid vápenatý sa na použitie musí zmiešať s vodou (čo je výrazne exotermická reakcia) a pritom vzniká hydroxid vápenatý podľa reakcie

$$CaO + H_2O - kal = Ca(OH)_2$$

Hmotu (maltu) vhodnú na praktické použitie dáva až hydroxid vápenatý po zmiešaní s rôznymi plnidlami (najčastejšie s pieskom, ale aj s priemyselnou troskou, vulkanickým tufom a i.)

Viac-menej vo všetkých difrakčných záznamoch sa evidovali ílové minerály, teda minerály s viazanou OH skupinou, no súčasne sme vo výbrusoch nachádzali len

čiastočne vyhorenú organickú hmotu a nedisociované klasty karbonátov ako súčasti ostriva. Na obrázkoch zo skanovacieho elektrónového mikroskopu (zväčšenia okolo 1000-krát) sme dokumentovali absenciu slinovania v jeho podstatnom rozsahu. Všetky zistenia nás vedú k definícii výpalu neolitickej/eneolitickej keramiky pri nízkej teplote (600–650 °C). Prítomnosť spravidla iba tenkej (1–3 mm) zóny pri konkávnej strane nádoby a podstatne tenšej podobnej zóny na konvexnej strane keramického predmetu pri súčasne zachovanom oveľa slabšie vypálenom strede stien úžitkovej keramiky podporujú predstavu, že výpal trval relatívne krátko, teda že bol akýmsi *ožehnutím*, nie vypaľovaním trvajúcim niekoľko hodín pri stabilnej vysokej teplote. Táto dvojica termínov má v angličtine výstižné ekvivalenty *annealing – firing*.

Záver

Od nástupu „hrnčiarskeho neolitu" (t. j. od začiatku 6. tisícročia pred n. l.; Šiška, 1980) až po prvé storočie bronzovej doby bola základnou surovinou na výrobu keramiky reziduálna hlina, naplaveniny tokov a vrchný odvápnený sprašový horizont. Na všetkých študovaných západoslovenských lokalitách sa ako ostrivo v rozličnom pomere používal a) drobnozrnný psamitický materiál (riečny piesok), b) úlomky (drvina) staršej keramiky, c) tráva/slama a ojedinele aj úlomky dreva. Pri tepelnom spracúvaní keramiky tento organický materiál sčasti vyhorel – zmenil sa na opakovú hmotu podobnú grafitu, ktorá alebo vystiela steny vyhorených (prázdnych) priestorov, alebo v ich strede tvorí pretiahnuté nahromadeniny. Celkovo zriedkavé klasty karbonátov pri výpale disociácii nepodľahli. Podľa ich morfológie, a najmä chýbania karbonátovej výplne puklín karbonátové, prevažne izometrické vápencové zrniečka považujeme za súčasť ostriva v keramickom ceste, nie za produkt druhotných (hypergénnych) premien hrnčiarskych výrobkov sledovaného obdobia. Vo všetkých difraktogramoch sú detegované ílové minerály reliktnou súčasťou predvýpalového keramického cesta. V jednom výbruse (z celkového počtu vyše 50 dokumentovaných) sme zistili idioblastické kryštáliky albitu a zhluk drobných čerstvých lupeňov tmavej sľudy. Pokladáme ich za produkt termickej rekryštalizácie hmoty keramiky vhodného chemického zloženia a vhodných teplotných podmienok. Pri deponovaní keramických fragmentov najmä v spraši na povrchu niektorých z nich precipitovali nesúvislé, spravidla do 0,5 mm hrubé karbonátové „nálety"

Na základe laboratórneho štúdia neolitickej/eneolitickej keramiky konštatujeme, že v priebehu približne 5000 rokov (–6500 až –1500 rokov pred n. l.) sa technológia výroby úžitkovej keramiky podstatne nezmenila. Predhistorickí hrnčiari prakticky používali rovnaké lokálne suroviny a úžitková keramika sa vypaľovala v sledovanom čase na vymedzenom území pri nízkej teplote (600–650 °C).

Literatúra

Bareš, M. & Lička, M., 1976: K exaktnímu studiu staré keramiky. *Sbor. Nár Muz. (Praha), Ř. A – Historie, 30, 137–248.*

Hovorka, D. & Illášová, Ľ., 2002: Anorganické suroviny doby kamennej. *Nitra, Univerzita Konštantína Filozofa, 187.*

Hovorka, D., Illašová, Ľ., Dyda, M., Števula, L. & Nevizánsky, G., 2002: Raw material aspects of the Baden culture ceramics from sites Stránska, Kamenín and Bajč-Vlkanovo (Slovakia). *Mineralia Slov., 34, 3–4, 233–240.*

Hovorka, D., Matýsek, D., Mlatec, R. & Slivka, V., 2004. Raw material aspects of the Neolithic ceramics from the Cífer-Pác site (western Slovakia). *Archeol. Rozhl., 56, 828–840.*

Hovorka, D., Krištín, J., Lipka, J., Pavúk, J., Števula, L., Tóth, I. & Túnyi, I., in print: Raw material aspects of the Neolithic pottery (Slovak Republic): Multianalytical results. *Archeol. Koresp.*

Hovorka, D., Farkaš, Z., Krištín, J., Števula, L. & Túnyi, I., in prep. Material aspects and technology of the neolithic/eneolithic ceramics manufacture through time.

Kopin, 1999: Dejiny keramiky na Slovensku. Košice. 212.

Lipka, J., Rausz, J., Gajdošová, M., Fusek, G., Sitek, J. & Hucl, M., 1990: Study of ancient Pottery from Slovakia. *Hyperfine interactions, 57, 2257–2260.*

Novotný, B., 1962: Lužianska skupina a počiatky maľovanej keramiky na Slovensku. Bratislava. 242.

Orlický, O. & Tirpák, J., 1986: Archeomagnetické datovanie niektorých lokalít na Slovensku. *Acta interdisciplinaria Archeologica, Nitra, 4, 149–153.*

Shepard, A., 1968: Ceramics for the archaeologists. Washington.

Šiška, S., 1980: Praveké hrnčiarstvo. *Bratislava, Tatran, 112.*

Rukopis doručený 10. 2. 2006
Rukopis akceptovaný 21. 2 2006
Revidovaná verzia doručená 26. 3. 2006

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 347–354

História bádania minerálnych vôd a travertínu v Bešeňovej

ONDREJ FRANKO[1] a SLÁVKA GREXOVÁ[2]

[1]Šalviová 48, 821 01 Bratislava 2
[2]GEO Slovakia, s. r. o., Rampová 4, 040 01 Košice, hydrogeologia@geoslovakia.sk

History of research of mineral water and travertine at Bešeňová

In contribution the history of mineral water and travertines research at Bešeňová is discussed. The water as well as travertines were studied in 3 phases in 1922–1935, 1943–1970 and 1971–1994. The first phase had the character of homeland studies, the second phase the geological and third phase the hydrogeological character During the last phase, besides other activities, 2 wells, 448.5 m and 1987 m deep, were realized.

Key words: mineral water, travertines, hydrogeological well, geothermal well

Úvod

Bešeňová bola do roku 1970 známa hlavne prameňmi minerálnej vody a rozsiahlym výskytom travertínu, ktorý je jej produktom. Ich výskum možno rozdeliť do troch etáp. Prvá (1922–1935) mala vlastivedný, druhá (1941–1970) geologický a tretia (1971–1994) hydrogeologický charakter.

Roky 1922–1935

Poznatky o bešeňovských prameňoch minerálnej vody a o travertíne sa začali zhromažďovať až po 1. svetovej vojne.

J. Volko-Starohorský (1922) spomenul termy medzi Bešeňovou a Potokom a bazén teplej vody s priemerom 5 a hĺbkou 1,5 m na rovine v poli vo vzdialenosti 50 krokov od trate Košicko-bohumínskej železnice.

J. Volko-Starohorský (1924) konštatoval, že v Bešeňovej je vyše sedemnásť minerálnych prameňov na Skálí (autor používal podobu *Skáľa*) a na Drienku i pod nimi. Podľa neho (l. c.) „vápencovotufovitý" breh za železničnou traťou je dlhý 1,5 a široký vyše 1,5 km a tvoria ho dva vŕšky – *Skáľa* a Drienok. Vŕšky oddeľuje Potočianka tečúca z obce Potok. Autor uvádza topografickú situáciu všetkých prameňov. Údaje podľa neho zhŕňame v tab. 1.

J. Volko-Starohorský (l. c.) v práci upozorňuje na to, že utešený terasovitý útvar mištičkového fialovožltočervenkastého vápencového tufu by si zaslúžil, aby bol chránený. Stalo sa tak prípisom 2443/1923 Štátneho referátu na ochranu pamiatok na Slovensku v Bratislave.

Autor – v súlade s dnešnými poznatkami – uvádza, že bešeňovské teplé pramene znázorňujú „tektonický panevný zlom", z ktorého pramene vyvierajú z hĺbky asi 800–1000 m, a ďalej, že hoci pramene vyvierajú z oligocénneho pieskovca, „pôvod prameňov ale siaha do podoligocénnej hĺbky, do útvaru eocénu, ba hádam i kriedy, poťažne triasu, kde sa nachodia v týchto prameňoch rozpustené prvky minerálne a prevažne železo."

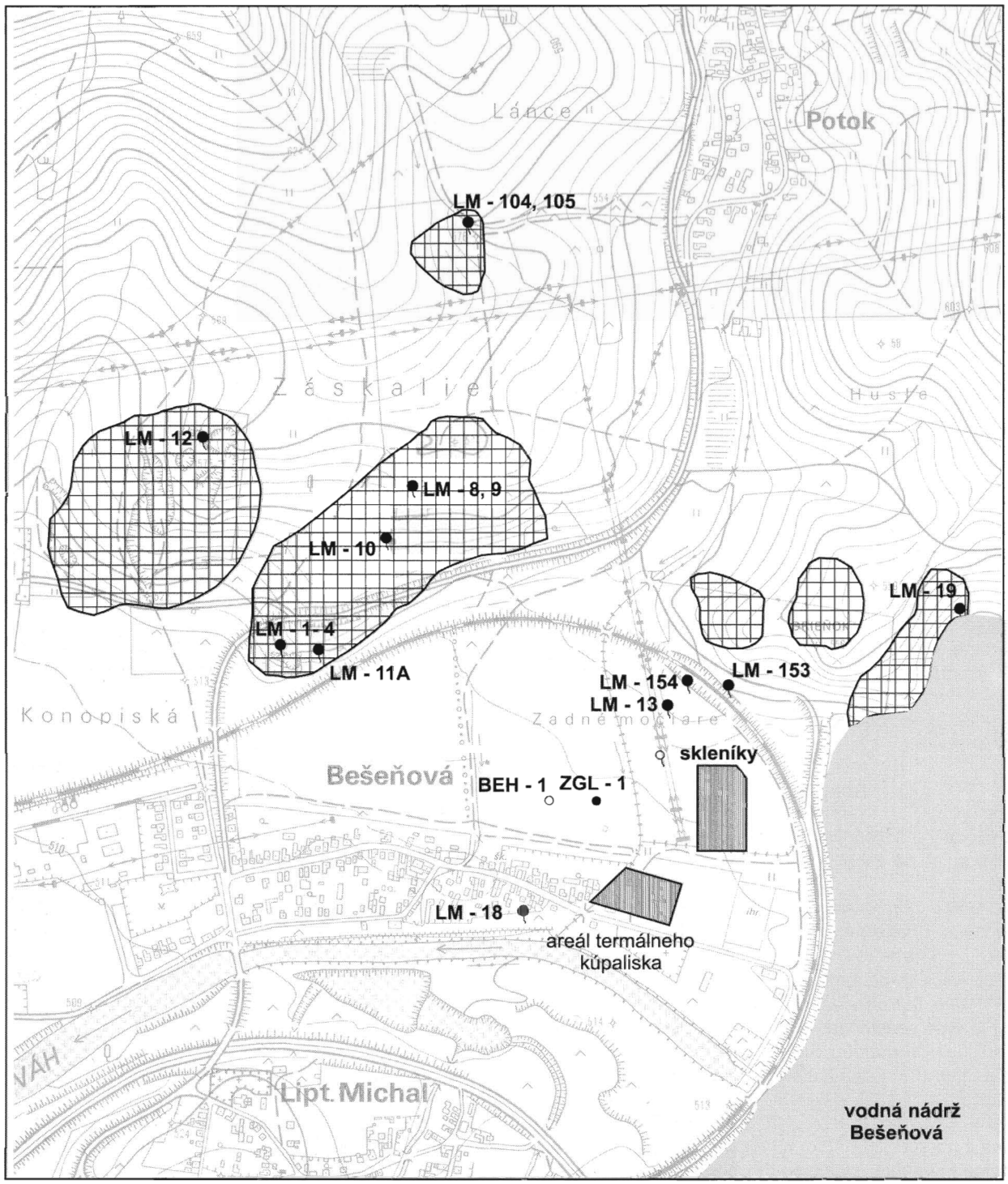
J. Petrbok (1924) uvádza faunu z travertínu v oblasti Vyšného minerálneho *(Svinského)* prameňa (Volko-Starohorský, 1924) na východnom svahu pod kapličkou. Nájdená fauna (Hyalinia sp., Vallonia sp., a Limnaeus palustris F. var.) ukazuje na pleistocénne travertíny. Mladší travertín sa tvorí dodnes.

J. Volko-Starohorský (1928) v ďalšej práci už pomerne podrobne opisuje rozsah travertínu, jeho akosť, ťažbu, predpokladaný vek (deluviálno-aluviálny) a „pospolitý" výskyt minerálnych prameňov. Na základe nových sledovaní v závere uvádza, že okolie Bešeňovej je omnoho významnejšie, ako sa o ňom vedelo.

Travertín sa rozkladá v dĺžke 1500 m; v šírke zhruba 600 m, a tak pokrýva cca 900 000 m^2 Podľa 5 m výšky Skalky na Skálí uvádza, že ide približne o 4 500 000 m^3 travertínu

Pri opise *pospolitého* výskytu minerálne pramene delí na *väčšie žriedla* (minerálne bazény, ktorých je 5) a na *menšie železité pramienky* (tých je 21). Oblasť s prameňmi minerálnej vody na Skálí a Drienku od Potoka po Bešeňovú resp. po Váh, rozdeľuje na sedem *okršlekov*. Zhŕňame ich v tab. 2.

F. Ulrich (1931) pri pomerne podrobnom opise bešeňovských travertínových telies uvádza, že sa tvoria z uhličitej, síranovej, alkalicko-zemitej vody. Vystupujú na tektonickej línii, ktorá je pravdepodobne pokračovaním dislokácie obmedzujúcej z južnej strany vrch Mních pri Ružomberku. Podľa geologickej mapy ložiska travertínu autor podobne ako J. Volko-Starohorský, rozlišuje travertíny na kopci Skálie a Drienok. Na Drienku rozlišuje tri výskyty travertínu (na vrchole kopca, na Močidlách a *U plané*



Obr. 1. Situácia minerálnej vody a travertínu v Bešeňovej.
Fig. 1. Situation of mineral water and travertine at Bešeňová.

Tab. 1
Pramene minerálnej vody v Bešeňovej (1924)
Springs of mineral water at Bešeňová (1924)

Názov prameňa	Situácia prameňa	Rozmery prameňa	Teplota vody (°C)
Nižný minerálny	Na sz. časti *Skáľa* pri svetložltom travertínovom pruhu pri úžľabine s minerálnou vodou	–	17
Vyšný minerálny (Svinský) prameň	Nad Nižným prameňom 1,5 m vyššie v jame	–	–
Bazén (Slaný prameň)	Na J od Nižného a Vyšného prameňa, ústi doň viac pramienkov	d = 3,0, š = 1,5	18
Malý minerálny pramienok	Pod *barevným* briežkom, od neho niečo na JV	–	–
Pitný	Uprostred *Skáľa*	r = 0,5	13
Druhý minerálny prameň	Pri Pitnom niečo na V	–	13
Blbotavý	Pred Pitným a Druhým minerálnym prameňom	–	14
Šťavica	Pri Potoku	–	–
Kúpeľ	Pri východnom ohybe Potočianky valom obohnaný prameň	d = 5.0, š = 4,0, h = 1,3	24
Močidlo	Od Kúpeľa na JV asi na 40 krokov od železničnej trate	r = 20,0, h = 0,5	24
Druhý blbotavý prameň	Od Močidla na SV pod Drienkom	–	22
Pod hruškou	Vyššie od Druhého blbotavého prameňa	–	–
Tri malé minerálne pramienky	Neďaleko od Pod hruškou, niečo Z asi 5–10 m vzdialené jeden od druhého	–	–
Dolné močidlo	Od troch malých minerálnych pramienkov na Z pod malou, ale markantnou terasou Váhu, bazén	r = 5,0	25
Horné močidlo	Nad terasou, pod ktorou je Dolné močidlo	d = 15,0, š = 5,0, h = 0,5	24

d = dĺžka, š = šírka, h = hĺbka, r = priemer
d = length, š = width, h = depth, r = average

Tab. 2
Okršleky minerálnych prameňov v Bešeňovej (1928)
Circuits of mineral water at Bešeňová (1928)

Názov okršleka	Situácia okršleka	Počet prameňov
Okršlek terasy	okolie minerálneho bazéna, tvoriaceho červenožltú miskovitú chránenú terasu, 2 pramene na Z a 3 na V od bazéna	5
Okršlek Kapličky	na Z od *Kapličky*, okršlek je pomenovaný i podľa Smradľavých alebo Svinských prameňov	2
Okršlek Potoka	samostatný a značne oddelený	2
Okršlek poľnocestný	pri poľnej ceste, ktorá vedie Skálím, idúc pod Háj na Dvoriská, vľavo od cesty 3 pramene, vpravo 2 (Biely prameň)	5
Okršlek kúpeľa	na rozhraní medzi Skálím a Drienkom pod brehom na lúke pri Potočnej	1
Okršlek močidlový	3 bazény, 1 pri železničnej trati, 2 na SV od neho pod brehom na východnej strane Drienka, močil sa v nich ľan	3
Okršlek hruškový	na brehu Drienka pod divou hruškou	6

hrušky). Podľa J. Petrboka (1924) rozlišuje pleistocénne a recentné travertíny.

V tejto práci je aj chemická analýza minerálnej vody (autor neuvádza autora, rok analýzy ani prameň, z ktorého sa voda odobrala). Podľa J. Volka-Starohorského (1933) voda je z tzv bazéna *(Slaný prameň)*. V 1 l vody je (mg) 979,02 CaO, 316,20 MgO, 813,90 SO_3, 4,40 Fe, 24,20 Cl, 26,60 SiO_2 a 0,04 P_2O_5.

J. Volko-Starohorský (1933) zaradil pramene bešeňovskej minerálnej vody medzi teplice (termy) Liptova. Podľa *okršlekov* vyčlenených v roku 1928 zostavil *termálne čiary* smeru Z–V zodpovedajúce pramenným puklinám, z ktorých voda vyviera.

Na Skálí rozlíšil 1. spodnú čiže barevnoterasovú, 2. strednú čiže bieloterasovú, 3. vrchnú čiže kapličkovú a 4. potockú (na Z od obce Potok) a na Drienku 1. vrchnú čiže terasovú a 2. spodnú čiže lúčinnú čiaru.

Do spodnej čiže lúčinnej patria bazény Močidiel a bazén Kúpeľ.

Z prameňa *bazén nad barevnou terasou* uviedol rovnakú analýzu vody (tiež bez autora) ako F. Ulrich (1931).

Prvé obdobie výskumu zavŕšil A. Matějka (1935), ktorý sa na príklade Lúčok zaoberal infiltračnou teóriou minerálnych vôd v Liptove. Uviedol, že vývery minerálnej vody v Bešeňovej ležia na pokračovaní zlomu, ktorý z južnej strany obmedzuje mezozoikum postpaleogénnej antiklinály vrchu Mních, a to v miestach, kde sa križuje s pokračovaním veľkého priečneho zlomu od Lúčok. Za infiltračnú oblasť pokladal severné svahy Nízkych Tatier.

Roky 1941–1970

Druhé obdobie výskumu v Bešeňovej bolo späté so vznikom Štátneho geologického ústavu v roku 1940 a s jeho premenovaním na Geologický ústav Dionýza Štúra, čo súviselo s odovzdaním novej budovy na Patrónke. V Balneografii Slovenska (Hensel, 1951) sa uvádza prvá chemická analýza minerálnej vody z prameňa Kúpeľ (s. 384). Ide o Ca-Mg-HCO_3-SO_4 vodu s celkovou mineralizáciou 2,184 $g \cdot l^{-1}$ a teplotou 22 °C.

Ľ. Ivan (1943) pri opise bešeňovského travertínu uvádza, že v roku 1940 na celom obvode travertínových telies napočítal 18 prameňov s teplotou vody od 17 do 19 °C. Opísal tri travertínové jazierka – Močidlo na svahu Drienka (r = asi 5 m, h = 40–50 cm), Močidlo na lúke pri trati Žilina – Poprad (r = 14 m, h = 50–70 cm) a Kúpeľ na pravej strane potoka tečúceho z obce Potok (r = 3–4 m, h = 130–140 cm). V závere uvádza, že telesá bešeňovského travertínu vyznačujú tektonickú čiaru tiahnucu sa Liptovskou kotlinou.

Autor pozoroval, že sa farba travertínu v priebehu roka mení. Na jar a v lete sa z vody vylučuje bledší travertín, na jeseň a v zime červenší. Súvisí to s kolísavým vylučovaním hydroxyzlúčenín Fe. Ďalej zistil, ako sa so vzdialenosťou od výveru mení farba travertínu. Bližšie je červený, ďalej bledší, čo súvisí s ľahším vylučovaním hydroxyzlúčenín Fe ako karbonatickej zložky

M. Maheľ (1952) podľa chemizmu vody v Bešeňovej (zastúpenie iónov SO_4^{2-}, HCO_3 a Ca^{2+}) usúdil, že pochádza z vrstiev strednotriasového vápenca a dolomitu krížňanského príkrovu s infiltračnou oblasťou na severných svahoch Nízkych Tatier. Názor, že voda vyviera na križovaní pozdĺžneho zlomu s priečnym, idúcim z Lúčok, prebral od A. Matějku (1935). Uviedol, že v Bešeňovej sú pramene s výdatnosťou okolo 2 $l \cdot s^{-1}$ pri teplote 22 °C.

K. Karolus (1955) vypočítal zásobu bešeňovského travertínu v oblasti Kořenářovho kameňolomu (pri západnom okraji Skália). Ide o 300 000 m^3 travertínu v kategórii C_2. Po prepočte na objemovú váhu je to 738 000 t (výpočet uvádzame v tab. 3) Pokiaľ ide o horninové prostredie, na ktoré sa voda viaže, a o zlomy, po ktorých vyviera, akceptoval názor M. Maheľa (1952) a A. Matějku (1935). Konštatoval, že prameňov je asi 22, teplota vody 22 °C a výdatnosť 2 $l \cdot s^{-1}$

Podľa chemickej analýzy (Rapošová, Jarkovský in Karolus, 1955) má travertín takéto zloženie 0,85 % R_2O_3, 55,21 % CaO a 43,16 % CO_2. Žltý resp zlatožltý odtieň pochádza zo zvýšeného obsahu R_2O_3 (obsah je o 50 % vyšší ako napr. v Lúčkach), ktorý pravdepodobne celkom patrí Fe_2O_3.

Bešeňovský travertín má lepšie technologické vlastnosti ako v Lúčkach a v Spišskom Podhradí, používal sa ako obkladový dekoračný materiál (je ním obložená Univerzita Komenského v Bratislave, Tranoscius v Liptovskom Mikuláši a i.; V Ivan, 1943) a stavebný kameň, najmä na sokle.

Tab. 3
Zásoba bešeňovského travertínu (Karolus, 1955)
Stock of travertine at Bešeňová (Karolus, 1955)

Plocha ložiska	Predp. hrúbka ložiska	Zásoba v kateg. C_2	50 % zásoby	Obj. váha	Zásoba v kateg. C_2
F	m	$V = F \cdot m$	$V_1 = V/2$	ρ	$V_2 = V_1 \rho$
m^2	m	m^3	m^3	$kg \cdot dm^{-3}$	t
60 000	10	600 000	300 000	2,460	738 000

1 – 50 % sa berie na skrývku, zvetranú časť skalného reliéfu a priestory vyplnené hlinou medzi travertínovými telesami. Ohraničenie ložiska a hrúbka skrývky sa zistili kopanými ryhami.

1 – 50 % is taken for the overburden, weathered part of the rock relief and the loam filled spacies between the travertine bodies. The boundary of deposit and thickness of overburden were detected by the borrow trenches.

Travertín sa ťažil v novom Kořenářovom kameňolome. V 60 rokoch 20. stor sa používal na stavbu trate Košicko-bohumínskej železnice (ťažil sa v tzv. železničnom kameňolome) a novšie aj na reguláciu brehov Váhu.

Priemerné technologické vlastnosti zo vzoriek odobratých na štyroch miestach uvádza tab. 4.

Pevnosť v tlaku sa pohybuje medzi III. a IV triedou (v III. triede má byť 1000, vo IV 600) a koeficient obrusnosti nedosahuje ani jednu zo štyroch tried (v III triede má byť aspoň 0,33 a vo IV. 0,40).

V. Zýka a *J. Vtělenský (1960)* v práci o geochémii slovenských travertínov hodnotia aj bešeňovský travertín. Uvádzajú, že všetky slovenské travertíny majú jednotvárne mineralogické zloženie. Prevládajúcim nerastom je kalcit (vzniká vyzrážaním z vody alebo premenou aragonitu)

Pestré zafarbenie travertínu spôsobujú pigmentačné nerastné zložky. Z nich je najdôležitejší illit alebo iné ílové minerály (biele a belšie zafarbenie), hydroxyzlúčeniny Fe (žlté až tmavohnedé zafarbenie, opakové partie) a kyslíkaté zlúčeniny Mn (čierne a čiernosivé časti).

Podľa spektrálnej analýzy (zo šiestich vzoriek, z toho tri sú z Kořenářovho kameňolomu a tri z vrcholu sintrovej kaskády) sú prvky zastúpené takto (počet vzoriek, v ktorých sa prvok vyskytol, udáva číslo v zátvorke). v podstatnom množstve (≥ 1 %) Al (1), Si (1), v podradnom (1–0,1 %) Fe (5), Mg (5), Si (4), Al (3), Sr (2), K (1), Na (1) a Ti (1), vo vedľajšom (0,1–0,01 %) F (3), Sr (3), Al (2), Be (1), Mg (1), Mn (1), Na (1), Si (1) a Ti (1) a v stopovom (< 0,01 %) Cu (6), Ni (6), Be (5), Mn (5), Pb (4), Ti (4), Ba (3), Ge (3), Na (3), Zn (3), Cr (1), Ga (1), Sn (1) a Va (1).

Podľa chemických analýz (4) medzi prevládajúce zložky travertínu patrí $CaCO_3$, $MgCO_3$, SiO_2, zlúčeniny Fe^{2+} a Fe^{3+}, Mn a Al. Všetky ostatné komponenty sú väčšinou zastúpené pod 1 % (tab. 5)

Z tab. 5 vidno zákonité zmeny v obsahu SiO_2, MgO, Al_2O_3 a SO_3. Od vzorky 1 po vzorku 4 ich obsah rastie od staršieho travertínu po mladší (vzorka 1 a 2 sú relatívne staré – vzorka 1 je staršia ako vzorka 2, vzorka 3 a 4 sú mladé – vzorka 4 je fakticky recentná) Najnápadnejšie zmeny chemizmu v závislosti od veku travertínu sú v obsahu SiO_2.

P. Tkáčik (1963) pri registrácii prameňov minerálnej vody v Liptove v Bešeňovej zaevidoval 29 prameňov, z toho tri v chotári Potoka. Ich sumárna výdatnosť bola 2,76 $l \cdot s^{-1}$ a teplota 10–23 °C (meranie 16.–17. júna 1960).

O. Hynie (1963) sa pri zmienke o travertíne a prameňoch minerálnej vody v Bešeňovej pridržal poznatkov J Volka-Starohorského (1928), A. Matějku (1935) a M Maheľa (1952). Okrem zmienky o tom, že pramene vyvierajú na tom istom priečnom zlome ako v Lúčkach, konštatoval, že rozsiahly výskyt travertínu na svahu nad údolím svedčí o bludných, kedysi omnoho výdatnejších sintrujúcich prameňoch pri postupnom erozívnom prehlbovaní vážskeho údolia. Upozornil na to, že ťažba travertínu bez obmedzenia môže mať za následok nežiaduce zmeny žriedlového režimu v širokej oblasti Liptovskej kotliny

F. Chmelík (1963) sa pri hodnotení výsledkov oporného vrtu Vlachy-1 zmienil aj o prameňoch minerálnej vody v Bešeňovej V časti o tektonike priniesol nový pohľad na priečne členenie Liptovskej kotliny. Okrem iného uviedol, že medzi Liptovskými Kľačanmi, Partizánskou Ľupčou a západným okolím Úložiska (kóta 741,5 m) vybieha do Liptovskej kotliny plochá elevácia založená v mezozoickom podklade. Jeho existenciu okrem iného (gravimetrická mapa, stáčanie vrstiev do jej smeru, vymiznutie chočského príkrovu v miestach jeho predpokladaného pokračovania do Nízkych Tatier) potvrdzujú vývery minerálnej vody v Bešeňovej

A. Tužinský (1964) podľa nových topografických podkladov (máp v mierke 1 . 25 000) už použil iné názvy svahov s rozšíreným travertínom. Namiesto Skálie a Drienok zaviedol Záskalie a Stráň.

Nové poznatky priniesol prieskum územia v súvislosti s výstavbou vodného diela Liptovská Mara-Bešeňová – vysoký obsah síranov a voľného CO_2, zložiek agresívnych na betón. Z izochém (zostrojených z analýzy podzemnej vody odberanej z kvartérnych aj paleogénnych sedimentov vo vrtoch) vyplynulo, že minerálnu vodu

Tab. 4
Technologické vlastnosti bešeňovského travertínu (Karolus, 1955)
Technological properties of travertine at Bešeňová (Karolus, 1955)

Pevnosť v tlaku po nasiaknutí	Koeficient obrusnosti na 500 m dráhe	Objemová váha
$kg \cdot cm^{-2}$	$cm^3 \cdot cm^{-2}$	$kg \cdot dm^{-2}$
757.5	0,49622	2,460

Tab. 5
Chemické analýzy travertínu (Zýka a Vtělinský, 1960)
Chemical analysis of travertine (Zýka and Vtělinský, 1960)

Číslo vzorky	1	2	3	4
CaO	52,90	44.15	50,42	44,81
MgO	0,40	0,20	0,86	1,07
FeO	0,53	0,17	0,21	0,95
Fe_2O_3	1,35	17.58	4,00	5.74
MnO	0.04	0,05	0,08	0.12
Al_2O_3	0,46	0,60	0.56	1.16
TiO_2	St.	St.	St	0,11
SiO_2	0,56	0,51	1,02	4,16
CO_2	42,71	35,19	40,20	38,30
SO_3	0,24	0,25	1,38	1,37
strata suš. pri 105 °C/2 h	0,11	0,32	0,56	1,05

1 – Kořenářov kameňolom (žltooranžový, celistvý, veľmi tvrdý, pevný), 2 – Kořenářov kameňolom (oranžovohnedý, krehký, bohatý na limonit), 3 – vrchol sintrovej kaskády (červenohnedý, žltočervený až červenofialový, krehký, pomerne mladý), 4 – vrchol sintrovej kaskády (červenohnedý oker usadený v odtokovom koryte kráterového prameňa).

1 – Kořenářov quarry (yellow-orange, compact, very hard and consistent), 2 – Kořenářov quarry (orange-brown, brittle, rich in limestone), 3 – top of calcareous sinter cascade (reddish brown, yellow–red to purple–red, brittle, relatively young), 4 – top of calcareous sinter cascade (reddish brown ochre deposited in water outflow way of crater spring).

odtláča obyčajná ku svahu a tam je jej koncentrácia pomerne veľká. Preto sa na bešeňovskej hrádzi funkčné bloky posunuli bližšie k Váhu (v mieste ich pôvodného situovania prieskumný vrt H-2300 v hĺbke 15 m zistil minerálnu vodu nepatrnej výdatnosti, ale s vysokým obsahom SO_4^{2-} – 1800 mg·l^{-1}), pričom hrádza nejde až po travertínové svahy, ale iba po železničný násyp.

Roky 1971–1994

Nová etapa sa začala základným výskumom zdrojov minerálnej vody Liptovskej kotliny (Franko et al., 1979). V jeho rámci sa v Bešeňovej vykonalo geoelektrické, termometrické a plynometrické meranie, komplexný chemický rozbor vody a plynu z trinástich prameňov a vyhĺbil sa hydrogeologický vrt BEH-1. Vrtom hlbokým 448,5 m sa z úseku 419,6–420,6 m overilo 21 l·s^{-1} vody teplej 34 °C (Franko, 1984, 1992).

Výverová oblasť ohraničená izotermou 6,5–7 °C je dlhá 1800 a široká 1200 m. Travertín sa vyskytuje na ploche asi 800 000 m^2 (dĺžka 1600 a šírka 500 m). Súčasne sa v kotline urobilo geologické mapovanie a gravimetrické merania. V nadväznosti na výsledky meraní a vrtu BEH-1 sa v rámci výskumu geotermálnych zdrojov kotliny (Remšík et al., 1993, 1994) vyhĺbil geotermálny vrt ZGL-1. Vrtom hlbokým 1987 m sa v úseku 1420–1964 m overilo 27 l·s^{-1} vody teplej 61,5 °C (Fendek et al., 1988, 1998).

Obidvoma vrtmi sa už zaoberalo viac publikovaných prác, a preto v závere tejto kapitoly uvádzame iba dôležité údaje z prameňov a vrtov, ktoré sme zistili pri základnom výskume (obr. 1, tab. 6) Hydrochemicky (Franko et al., 1975) sú usporiadané podľa faktora A_2 od najvyššej hodnoty po najnižšiu. Na porovnanie vody z prameňov s vodou z vrtu BEH-1 a ZGL-1 uvádzame tieto faktory aj z vrtov.

Za porovnávací základ berieme vodu z vrtu BEH-1 z úseku 78,5–182,8 m, ktorá sa zistila v bazálnych zlepencoch paleogénu a triasových dolomitoch chočského príkrovu. Hodnota A_2 je 68,3 %. Podobná voda sa zistila vo vrte ZGL-1 v hĺbke 1730–1897 m v hlbinnej vzorke z triasového dolomitu krížňanského príkrovu. Hodnota A_2 je 69,37 %. Podobné A_2 (59,62–68,66 %) dosahuje voda

Tab. 6
Údaje o zdrojoch minerálnej vody v Bešeňovej
Data of mineral water at Bešeňová

Názov zdroja	Reg. označ. Zach.úsek (m)	Výd. zdr l/s	T vody °C	CMV (g/l)	$S_1(SO_4)$	$S_2(SO_4)$	A_2	rMg rCa	CO_2 (g/l)	Rok analýz
Kúpeľný kráter	LM-13	0,263	22,1	3,43	10,06	17,12	68,66	0,51	1,18	1969
Prameň pred domom č. 60	LM-18	0,364	11,4	1,63	8,80	22,94	63,64	0,47	0,25	1969
Prameň na kopčeku	LM-22	0,053	18,6	3,64	8,60	23,90	63,60	0,49	1,96	1969
Výver v želez. záreze	(LM-26A									
	LM-154)	1,428	23,7	3,67	7,92	25,32	63,58	0,43	1,41	1969
Prameň za travert. lomom	LM-12	0,041	14,7	3,68	8,34	27,68	62,54	0,46	1,81	1969
Prameň č. 4 nad kaskádou	LM-4	0,148	17,2	3,97	7,56	30,62	60,00	0,46	1,44	1967
Vrt pri jabloni	(LM-5)									
	LM-11/A	0,192	13,8	4,02	7,72	30,38	59,62	0,48	1,73	1969
Prameň pri poľnej ceste	LM-10	0,043	13,3	3,35	5,70	31,04	59,38	0,44	2,04	1969
Svinský medokýš	LM-105	0,018	11,8	4,84	3,80	38,34	56,82	0,54	1,69	1969
Prameň v Skalke	LM-104	Bez odtoku	11,8	4,59	4,12	39,26	55,30	0,55	1,21	1969
Vrt v záreze železnice	(LM-26/C)									
	LM-153	0,571	18,2	3,76	6,36	36,34	54,80	0,40	1,42	1969
Prameň v drevenom kadlube	LM-8	0,029	12,8	4,92	5,22	39,34	54,42	0,46	1,84	1967
Prameň 11, rúrka nad priekopou	LM-11	0,054	9,9	3,47	6,12	40,26	52,50	0,52	0,77	1969
Vrt BEH-1 [1]	78,5–182,8	–	–	–	3,38–3,59	15,8–26,7	61,4–68,3	–	–	–
Vrt BEH-1 [2]	419,6–420,6	21,0	33	3,52	4,74	45,84	47,66	0,45	1,02	1979
Vrt ZGL-1 [3]	1390–1510	–	–	2,86–2,91	–	68,13–68,40	25,97–26,26	–	–	–
Vrt ZGL-1 [4]	1730–1897	–	–	3,13–4,54	–	26,98–35,36	59,7–69,37	–	–	–
Vrt ZGL-1 [5]	1420–1964	27,0	61,5	2,97	3,23	64,70	31,15	0,37	0,78	1993

[1] telesá paleogénneho bazálneho zlepenca a strednotriasového dolomitu chočského príkrovu
[2] telesá kriedového slienitého vápenca krížňanského príkrovu (porucha)
[3] telesá strednotriasového a vrchnotriasového dolomitu a vápenca, keuper, krížňanský príkrov
[4] telesá strednotriasového dolomitu krížňanského príkrovu (hlbinná vzorka)
[5] kolektor 3–4

[1] Basal conglomerates of Paleogene and Middle Triassic dolomites of Choč nappe
[2] Marly limestones of Cretaceous of Krížna nappe (fault)
[3] Dolomites and limestones of Middle and Upper Triassic, Keuper, Krížna nappe
[4] Dolomites of Middle Triassic of Krížna nappe (borehole sample)
[5] aquifer 3–4

z prameňa LM-13, LM-18, LM-22, LM-26A, LM-12, LM-4 a LM-5 $S_2(SO_4)$ je 17,12–30,62 %. Voda má vyššie $S_1(SO_4)$, a to 7,56–10,06 %.

Na druhej strane najnižšie A_2 (zhruba 26–31 %) a najvyššie $S_2(SO_4)$ (okolo 65–68 %) má voda z vrtu ZGL-1 z ťažobného úseku 1420–1964 m a z úseku 1390–1510 m. Je to voda z telies triasového vápenca a dolomitu krížňanského príkrovu, pričom sírany získava z evaporitov vrchného verfénu.

Medzi týmito dvoma typmi je voda ostatných prameňov s A_2 52,5–59,38 % a $S_2(SO_4)$ 31,04–40,26 %. Hodnota $S_1(SO_4)$ je pri nej 3,80–6,12 %.

Voda z vrtu BEH-1 z úseku 419,6–420,6 m má A_2 a $S_2(SO_4)$ v rovnováhe (47,66 a 45,84 %), po zlome vystupuje z triasových karbonátov krížňanského príkrovu a predstavuje rovnovážnu zmes vody z karbonátov tohto príkrovu. Komentované rozdielne typy vody uvádza tab. 7.

Tab. 7
Rozdelenie prameňov minerálnej vody v Bešeňovej podľa hydrochemických faktorov
Division of springs of mineral water at Bešeňová according to hydrochemical factors

Faktory	1. typ	2. typ	3. typ	4. typ
A_2 %	59,62–68,66	26–31	52,5–59,38	47,66
$S_2(SO_4)$ %	17,12–30,62	65–68	31,04–40,26	45,84
$S_1(SO_4)$ %	7,56–10,06	3,23	3,80–6,12	4,74
rMg/rCa	0,43–0,51	0,37	0,40–0,55	0,45
CMV(g/l)	(1,63) 3,43–4,02	2,86–2,97	3,35–4,92	3,52

Na základe doteraz uvedeného a tab. 7 možno konštatovať, že všetka voda pochádza z triasových karbonátov krížňanského príkrovu. V 1. type je väčší podiel vody z triasových dolomitov chočského príkrovu a z bazálnych paleogénnych brekcií ako v 3 type.

Záver

J. Volko-Starohorský v roku 1924 napísal *„Keď bude toľko idealizmu, bez žistnosti a lásky, koľko je tu liečivej sily a bohatstva nahromadené, celý Liptov bude národným parkom, Slovensko obdivom turistov a celá Československá republika stredobodom turistického života Európy."*

Podľa súčasnej situácie sa jeho želanie do značnej miery naplnilo, len si treba uvedomiť, že bohatstvo prameňov minerálnej vody (aj geotermálnej) v Liptove dáva príroda *a že prvými, ktorí ho odkrývajú, sú geológovia* a že bez nich by dnes nebola na povrch vyvedená geotermálna voda v Pavčinej Lehote, Bešeňovej, Liptovskom Trnovci resp. v Ondrášovej a v Liptovskej Kokave. Bez výsledkov geológov by nebolo na čom vybudovať ani areály v Bešeňovej a Liptovskom Trnovci.

Poďakovanie. Ďakujeme GEO Slovakii, s. r. o., Košice za možnosť zúčastniť sa na III. slovenskej geotermálnej konferencii v máji 2005 v Bešeňovej a predniesť tento príspevok.

Literatúra

FENDEK, M., BODIŠ, D., BIELY, A., KULLMANOVÁ, A., GAŠPARIKOVÁ, V., SNOPKOVÁ, P., KRÁL, M. & JANČÍ, J., 1988: Správa o výskumnom geotermálnom vrte ZGL-1 v Bešeňovej – overenie prognóznych zdrojov geotermálnej energie Liptovskej kotliny – západ. Čiastková záverečná správa. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 85.*

FENDEK, M., 1998: Zachytenie geotermálnych vôd v Bešeňovej. *In. Zbor vedeckých prác z konferencie Balneotechnické dni '98. Katedra zdravot. inž. SVF STU Bratislava, 92–102.*

FRANKO, O., GAZDA, S. & MICHALÍČEK, M., 1975: Tvorba a klasifikácia minerálnych vôd Západných Karpát. *Bratislava, GÚDŠ, 230.*

FRANKO, O., BODIŠ, D., GAZDA, S. & MICHALÍČEK, M., 1979: Hydrogeologické vyhodnotenie Liptovskej kotliny z hľadiska výskytu minerálnych vôd. *Manuskript – archív Geofond Bratislava, 66.*

FRANKO, O., 1984. Bešeňová. Uhličité termálne vody. Hydrogeologický sprievodca VIII. Celoštátnej hydrogeologickej konferencie. *Bratislava, GÚDŠ, 71–74.*

FRANKO, O., 1992: Minerálne a geotermálne vody v Bešeňovej. *Mineralia Slov., 24, 5–6, 452.*

HYNIE, O., 1963: Hydrogeologie ČSSR II. Minerální vody. *Praha, ČSAV, 797.*

CHMELÍK, F , et al., 1963: Opěrná vrtba Vlachy-1 *Práce Výzk. Úst. čs. naft. Dolů, 20, 92, 91*

IVAN, Ľ., 1943: Výskyty travertínov na Slovensku. *Práce Št. geol. Úst. Sošit, 9, 71.*

KAROLUS, K., 1955: Základný geologický výskum kvartéru Liptov – Spiš. *Manuskript – archív GÚDŠ Bratislava.*

MAHEL, M., 1952: Minerálne pramene Slovenska so zreteľom na geologickú stavbu. *Práce Št. geol. Úst. Sošit, 27, 84.*

MATĚJKA, A., 1935: Geologie okolí lázní Lúčeк na Slovensku. *Věst. St. geol. Úst., 11, 56–76.*

PETRBOK, J., 1924. Měkkýši slovenských travertinů. *Sbor St. geol. Úst. Čs. Republ., 4, 155–171.*

REMŠÍK, A., FENDEK, M., KRÁL, M., BODIŠ, D. & MICHALKO, J., 1993: Geotermálna energia Liptovskej kotliny *Manuskript – archív Geofond Bratislava.*

REMŠÍK, A., FENDEK, M., KRÁL, M., BODIŠ, D. & MICHALKO, J., 1994. Geotermálne vody Liptovskej kotliny a ich tepelno-energetický potenciál. *In: Zbor. referátov zo 6. konferencie Nízkoteplotné vykurovanie 1994. SSTP Bratislava, 30–35.*

TKÁČIK, P., 1963: Výskum prameňov minerálnej vody, okr Liptovský Mikuláš. *Manuskript – archív MZ SSR Bratislava.*

TUŽINSKÝ, A., 1964. Bešeňová – skupina prameňov kyseliek. Sprievodca po exkurzných trasách III. Hydrogeologickej konferencie v Žiline. *Geologický prieskum, n. p. v Žiline, 190–192.*

ULRICH, F., 1931 Les travertins de Bešeňová. Guide des excursions dans les Carpathes Occidentales. *St. geol. Úst., Praha, 365–371*

VOLKO, J., 1922: Minerálne pramene Liptova. *Sbor Čs. Společ. zeměp., 28, 219–220.*

VOLKO-STAROHORSKÝ, J., 1924: Prírodné bohatstvo Liptova. Liptovský Mikuláš, 175.

VOLKO-STAROHORSKÝ, J., 1928: Diluviálno-aluviálne vápencové túfa a minerálne pramene pri Bešeňovej (Liptov). *Věda přír., 9.*

VOLKO-STAROHORSKÝ, J., 1933: Teplice (termy) Liptova a ich geologický podklad. Liptovský Sv. Mikuláš, 16.

ZÝKA, V & VTĚLENSKÝ, J., 1960: Geochemie slovenských travertinů. *Geol. Práce, Zpr., 17, 147–196.*

Rukopis doručený 2 6. 2005
Rukopis akceptovaný 21 2. 2006
Revidovaná verzia doručená 8. 3. 2006

History of research of mineral water and travertine at Bešeňová

Mineral water and travertine were investigated in homeland studies in 1922–1935. Travertine covers the area 1600 m long and 500 m wide. In 1922 there were established 29 springs of mineral water. Volko-Starohorský was dealing with them in 4 works (1922, 1924, 1928, 1933). In the second period in 1943–1970 they were investigated geologically. Ivan (1943) counted 18 springs with water temperature within the limits of 17–19 °C. In 1940, Karolus (1955) computed travertine reserves. Reserves in category C_2 he estimated to 738 000 m^3 (Tab. 3). Tkáčik (1963) recorded 29 mineral water springs with yield of individual springs within the range of 0.03–90 $l \cdot min^{-1}$ and temperature 10–23 °C. Total yield reached 2.76 $l \cdot s^{-1}$. In the third phase in 1971–1994 mineral water was investigated hydrogeologically. After displacing the main road and railway 17 springs were established in Bešeňová in 1964 (Tab. 6). In period 1973–1974 the hydrogeological well BEH-1, deep 448.5 m, was realized (Franko, 1984). In the well 21 $l \cdot s^{-1}$ water 34 °C warm was verified. In 1987 the geothermal well ZGL-1 was realized (Franko, 1992; Fendek, 1998), being 1987 m deep. In the well 27 $l \cdot s^{-1}$ water 61.5 °C hot was verified.

Mineralia Slovaca. 38 (2006), 355–360

Katastrofálny kamenitý prúd v blízkosti Machu Picchu (Peru)

JÁN VLČKO[1], VÍT VILÍMEK[2], JAN KLIMEŠ[3] a RAUL CARREÑO[4]

[1]Katedra inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava,
vlcko@fns.uniba.sk
[2]Katedra fyzickej geografie a geoekológie Prírodovedeckej fakulty KU, Albertov 6, 128 43 Praha, ČR
vilimek@natur.cuni.cz
[3]Inštitút štruktúry a mechaniky hornín AV ČR, V Holešovičkách 41, Praha, ČR
jklimes@centrum.cz
[4]Grudec Ayar-Coer, PO Box 638, Cusco, Perú
raulcarreno@ayar.org.pe

Catastrophic debris flow in the vicinity of Machu Picchu (Peru)

Slope movements together with the intensive river erosion are the most prominent processes in the landscape evolution in the area of Machu Picchu village, which is located close to the Machu Picchu Sanctuary. The most catastrophic event in the Machu Picchu village, a debris flow, occurred in April 2004. The field inspections at Machu Picchu (May and September 2004; June and September 2005) revealed the nature and behaviour of the debris flow. In this respect the Machu Picchu village area can be assessed as a zone with the high landslide risk. Precipitation, as the triggering factor, as well as natural hazard management for the Machu Picchu village, are discussed in the paper

Key words: debris flow, Machu Picchu village, Andes

Úvod

V noci z 10. na 11. apríla 2004 približne o 1:40 hod. sa údolím rieky Alcamayo doslova prehnal kamenitý prúd (v miestnom nárečí huyaco alebo aluvión) a zničil časť mestečka Machu Picchu (predtým Aguas Calientes). Pri katastrofe zahynulo jedenásť ľudí, bolo zničených desať domov, viac objektov turistického ruchu, časť novej železničnej stanice a, čo je veľmi závažné, dva mosty. Obrovské balvany s priemerom 4 až 5 m zablokovali železničnú trať a to aj so zničenými mostami spôsobilo, že zhruba 1500 návštevníkov svetoznámej archeologickej pamiatky Machu Picchu zostalo odrezaných od okolitého sveta, pretože železnica je jedinou prístupovou cestou do lokality. Keďže sa katastrofa stala uprostred noci, detaily osvetľujúce jej vznik nie sú známe. Z ústneho podania sa vie iba to, že celý jav netrval dlhšie ako 30 minút. Známe však je, že podobné kamenité resp. hlinito-kamenité prúdy vznikli aj v januári a v marci 2005, teda tiež v období dažďov, a to v povodí Cedrobamby (asi 8 km od spomenutej lokality), a v októbri 2005 (asi 23 km od svetoznámej inkskej pamiatky). Aj tieto kamenité prúdy zničili železnicu, stožiare elektrického vedenia a v mestečku Machu Picchu na niekoľko dní uväznili asi 1400 turistov. Posledné tri katastrofické javy sa našťastie obišli bez strát na ľudských životoch.

Z krátkeho prehľadu je zrejmé, že katastrofické javy tohto typu sú v blízkej oblasti archeologickej pamiatky relatívne časté a že sa – podľa všetkého – miestne obyvateľstvo naučilo s nimi žiť. Je známe, že pôvodní obyvatelia i stavitelia monumentálnych stavieb hľadali neobyčajne krásne situované a zdá sa, že – pokiaľ ide o hrozbu kamenitých prúdov – aj bezpečné miesta pre svoj život (v tab. 1 je stručný prehľad katastrofických kamenitých alebo hlinito-kamenitých prúdov, ktoré vznikli v oblasti mestečka Machu Picchu – Aguas Calientes).

Študované územie

Oblasť Machu Picchu je na východnom svahu peruánskych Ánd 1400 km na J od rovníka. Územie leží v masíve Machu Picchu vo Východnej Kordillere, medzi náhornou planinou a subandskou zónou peruánskych Ánd (Marocco, 1977). Rieka Alcamayo je jedným z pravostranných prítokov rieky Urubamba (známej aj pod menom Vilcanota), na ktorú sa napája asi 3 km na SV od archeologickej pamiatky Machu Picchu.

Povodie riečky Alcamayo má rozlohu okolo 3,7 km^2, dĺžka riečky je 2,7 km a priemerný sklon údolia približne 65 % (gradient 0,72, Carreño a Kalafatovich, 2006). Povodie je relatívne malé, ale sklon svahov dosahuje 45°, na viacerých miestach aj viac. Súčasná morfológia údolia je výsledkom prevažne hĺbkovej erózie a ďalších geodynamických javov, ako je zosúvanie, skalné rútenie, neotektonický zdvih a pod. Vrcholovú časť údolia (3950 m n. m.) formujú ľadovcové sedimenty, centrálna je užšia (široká 20–30 m), v niektorých miestach len 5–6 m. Neveľká andezitová dajka v centre údolia, ako aj niekoľko

Tab. 1
Kamenité prúdy, ktoré vznikli v údoliach pravostranných prítokov rieky Urubamba pri mestečku Machu Picchu (Aguas Calientes) v rokoch 1946–2005 v dôsledku extrémnych zrážok (údaje z rozdielnych zdrojov)
List of debris flows of the right-hand tributaries of the Urubamba river, near Machu Picchu village (Aguas Calientes) within period 1946–2005 due to heavy rainfalls (various sources)

Dátum	Povodie riek	Príčiny	Dôsledky/materiálne škody
?. 2. 1946	dva KP v priebehu 20 dní, Aguas Calientes	dočasné prehradenie toku*	železničný most, lokálna elektráreň
1. 2. 1950	Aguas Calientes		termálne kúpele a železničný most
16. 5. 1950	Aguas Calientes		termálne kúpele
1961	Aguas Calientes		bez väčších škôd
1. 2. 1970	Aguas Calientes		
1. 2. 1970	Alcamayo		
5. 3. 1995	Aguas Calientes	dočasné prehradenie toku*	
5. 3. 1995	Alcamayo		
1 12. 1997	Aguas Calientes		bez väčších škôd
22. 12. 1997	Aguas Calientes		termálne kúpele
?. 3. 1998	Aguas Calientes		bez väčších škôd
?. 3. 1998	Aguas Calientes		bez väčších škôd
17 1. 2004	Cedrobamba	extrémne zrážky	
23. 3. 2004	Cedrobamba	extrémne zrážky	
10. 4. 2004	Cedrobamba	extrémne zrážky	ťažká mechanizácia
10. 4. 2004	Alcamayo	extrémne zrážky	11 mŕtvych, 10 obytných domov, 2 mosty, reštaurácia Incaterra, časť železničnej stanice a 300 m dlhý úsek železničnej trate
8. 1. 2005	Mandor	extrémne zrážky	železničná trať
12. 2. 2005	Mandor	extrémne zrážky	železničná trať

KP – kamenité príp. hlinito-kamenité prúdy
* pozorovaný dočasný rast hladiny toku zhruba dve až tri hodiny pred vznikom KP

štruktúrnych elementov zistených priamo v odkryvoch a železitý prameň v dolnej časti údolia signalizujú, že údolie je založené na zlome.

Priemerný ročný úhrn zrážok je 1946 mm (meteorologická stanica Machu Picchu) a 70 % zrážok spadne v priebehu piatich mesiacov, v decembri až apríli. Podľa bilančnej rovnice počítanej pre toto územie 67 % zrážok povrchovo odtečie a iba 18 % infiltruje (Carreño a Kalafatovich, 2006).

Mestečko Machu Picchu (Aguas Calientes) leží na kvartérnych sedimentoch pochádzajúcich z dvoch navzájom spojených fluviálnych, ba možno aj proluviálnych náplavov zmiešaných s materiálom kamenitých prúdov rôznych generácií. Rozľahlejší náplavový kužeľ predstavuje akumuláciu rieky Aguas Calientes, menší rieky Alcamayo a obidva kužele smerujú na JZ do údolia Urubamby.

Geologické pomery

Širšiu oblasť Machu Picchu buduje batolit permsko-triasového veku a časť masívu Machu Picchu pokrýva územie 244 km^2 (Marocco, 1977). Podstatným horninovým typom v študovanom území je sivý granit a okrem neho sa tam vyskytujú aj granodiority, tonality príp. aplity, monzonity a andezitové dajky

Prevládajúcim globálnym štruktúrnym prvkom masívu ako celku sú antiklinály, synklinály a vrásy prevažne s orientáciou smeru Z–V, ako aj zlomy a vrásy väčšinou s orientáciou S–J. Hlavné zlomové systémy zistené v študovanom území majú orientáciu SV–JZ, SZ–JV a S–J (Carlotto et al., 1999) Podľa mikrotektonickej analýzy vykonanej bezprostredne v Aguas Calientes sa ich pôvod

pripisuje kompresným silám, ktoré ovplyvnili laterálny rozsah Ánd a sú približne paleocénneho veku. Na základe množstva meraní – vrátane našich – môžeme potvrdiť, že najdôležitejší zlomový systém masívu Machu Picchu má orientáciu SZ–JV a korešponduje so zlomovým systémom rieky Urubamba (obr 1) Ďalší dôležitý systém smeru SV–JZ prebieha v súlade s významnými tektonickými (zlomovými) poruchami horského masívu Huayna Picchu a Machu Picchu.

Naším vlastným výskumom pozdĺž rieky Alcamayo blízko mestečka Machu Picchu vrátane inkskej archeologickej lokality (Vilímek et al., 2005) sme zistili, že diskontinuity možno zaradiť do troch skupín s orientáciou SZ–JV, SV–JZ a SSV–JJZ (obr. 1). Diskontinuity s nerovnakou orientáciou celkovo oslabujú horninový masív Machu Picchu a tvoria vhodnú predizpozíciu na generovanie svahových pohybov rozličného typu, predovšetkým skalného rútenia, planárneho zosúvania a kamenito-hlinitých prúdov.

Výsledky

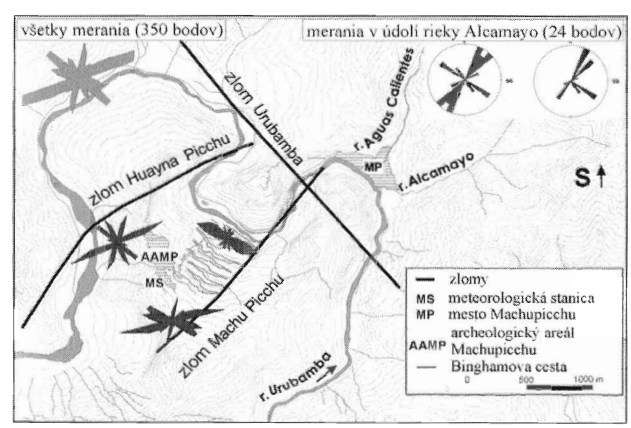
Terénny výskum i vysvetľovanie mnohých zosuvných procesov sú v andskej oblasti vo všeobecnosti veľmi zložité. Nebolo to inak ani v prípade kamenitého prúdu z 10. apríla 2004. Pre nedostupnosť terénu (extrémna strmosť svahov) a pre nepriechodnosť územia zarasteného hustou vegetáciou (Carreño a Kalafatovich, 2006) sa nemohol vykonať detailný terénny výskum zdrojovej oblasti, teda miesta vzniku kamenitého prúdu. Navyše nebolo dosť údajov o zrážkach najmä z vyššie položených častí (nad 3000 m n. m.) rieky Alcamayo a z jej povodia. Jediné dostupné klimatické údaje sú z meteorologickej stanice Machu Picchu, ale tá je v nadmorskej výške 2519 m a vzdialená 3 až 8,5 km na JZ od povodia rieky Alcamayo.

Pre študované územie sú typické intenzívne sezónne zrážkové zmeny, ktoré sa odzrkadľujú aj v sezónnom nevyrovnanom prietoku rieky Urubamba. S klimatickým režimom je rovnako spätý aj vznik a výskyt väčšiny kamenitých prúdov. Podľa údajov v tab. 1 je zrejmé, že osem z osemnástich evidovaných kamenitých prúdov vzniklo vo februári a v marci a len dva v decembri a v apríli. Jediný kamenitý prúd, ktorý sa nevytvoril v období dažďov, vznikol 16. mája 1950 v povodí Aguas Calientes.

Štúdium denného úhrnu zrážok z meteorologickej stanice Machu Picchu zreteľne naznačuje, že jedným zo spúšťacích faktorov kamenitých prúdov boli zrážky. Smerodajné sú najmä údaje z 9. apríla (17,8 mm) so zreteľným maximom 10. apríla (30,6 mm), pričom ide o rapídny rast množstva zrážok (Carreño a Kalafatovich, 2006). Zaujímavé však je, že sa vyššie úhrny ako tie, ktoré generovali katastrofický kamenitý prúd, zaznamenali v januári a februári viackrát. Ich vplyv na vznik opisovaného javu nie je známy, no mohli pôsobiť ako prípravné faktory *(precursory factors)*.

Odlučná oblasť kamenitého prúdu je vo výške okolo 3050 m n. m. v údolí nemenovaného ľavostranného prítoku rieky Alcamayo (Carreño a Kalafatovich, 2006) v geomorfologicky veľmi exponovanej časti so sklonom okolo 40° (sklon počítaný z digitálneho modelu reliéfu), kde sú telesá intenzívne zvetraného granitu a hrubé elúviá granitov, ktoré sa pre náhle nasýtenie vodou pri známom sklone dali do pohybu (obr 2). Zosuvná masa prekonala zhruba vzdialenosť 1 km, dostala sa do údolia rieky Alcamayo (sklon bočného údolia je 37°) a odtiaľ sa ďalej transportovala 2,1 km, až kým nedosiahla mestečko Machu Picchu (zhruba vo výške 1900 m n. m.) a údolie rieky Urubamby. Tam kamenitý prúd stratil svoju kinetickú energiu a materiál sa akumuloval. Časť akumulácie prehradila Urubambu a dočasne zvýšila jej hladinu Zvyšky akumulácie kamenitého prúdu sú v súčasnosti asi 4 m nad pôvodným dnom koryta rieky Alcamayo.

Terénny výskum v máji a septembri 2004 ukázal, že energia kamenitého prúdu sa čiastočne „vybila" vo vrcholovej časti rieky Alcamayo, a to zásluhou prirodzenej prekážky, ktorou boli dva obrovské balvany s priemerom vyše 7 m. Tie pravdepodobne zabránili „nárazu" valiacej sa masy z bočného prítoku do pravého brehu údolia rieky Alcamayo, a tak sa údolie, ktoré má v týchto miestach šírku asi 35 m, úplne neprehradilo. Tento predpoklad podporuje fakt, že asi mesiac po aktivizácii kamenitého prúdu sme tam spozorovali neporušený prirodzený vegetačný pokryv, čo ostro kontrastuje s hlboko erodovanými nárazovými brehmi rieky Alcamayo. Na viacerých miestach, najmä v dolnej časti toku, kamenitý prúd podrezal svahy a vyvolal niekoľko menších zosuvov (obr. 2). Kamenitý prúd tak spôsobil hĺbkovú, ako aj bočnú eróziu údolia rieky Alcamayo, a to pravdepodobne v dôsledku zvýšenej kinetickej energie, ktorej zdrojom mohol byť obrovský balvan s priemerom cca 17 m a s objemom približne 4000 m^3 (s hmotnosťou okolo 10 000 t), ktorý sa pravdepodobne transportoval pri predchádzajúcich udalostiach a ktorý s najväčšou pravdepodobnosťou v tejto časti údolia (vo vzdialenosti asi 1100 m od údolia Urubamby) dočasne prehradil údolie a vytvoril prirodzenú prekážku s vodopádom vysokým cca 40 m. Iba preto v tejto oblasti nie sú temer vertikálne až 8 m hlboké riečne svahy obnažené eróziou. V oblasti údolia blízko akumulačnej zóny, kde kamenitý



Obr. 1. Štruktúrnotektonické pomery okolia mestečka Machu Picchu (Aguas Calientes) a archeologického areálu Machu Picchu (topografický podklad SAN Perú).

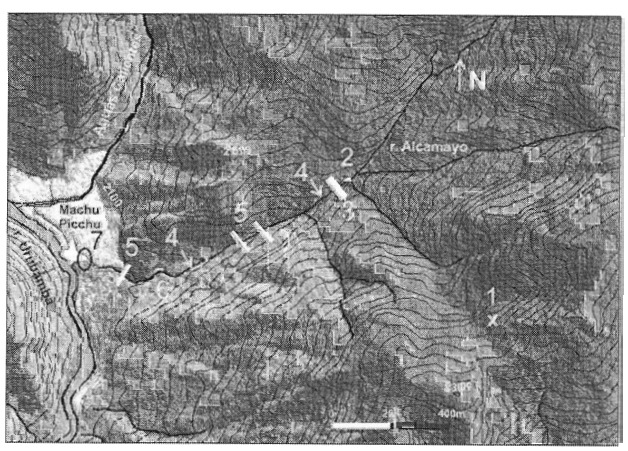
Fig. 1. Structural setting around Machu Picchu village (Aguas Calientes) and the Inca citadel of Machu Picchu (topography by SAN Perú)

prúd doznieval, má riečne koryto naopak mierne zakrivený tvar s nerovnakou výškovou pozíciou brehov (ľavý breh je o 3 m vyšší ako pravý), a preto sa podstatná časť kamenitého materiálu v osídlenej časti Machu Picchu akumulovala na pravom brehu údolia rieky Alcamayo.

Územie zasiahnuté kamenitým prúdom má rozlohu 6176 m^2, z toho akumulácia stanovená výpočtom (podľa Jakoba, 2006) predstavuje asi 5273 m^3 a maximálny predpokladaný prietok dosiahol 107 $m^3 . s^{-1}$. Na základe takto stanovených atribútov možno kamenitý prúd z apríla 2004 podľa Jakobovej klasifikácie (Jakob, 2005) zaradiť do triedy 3 z celkového množstva 10 tried. Táto trieda sa definuje objemom zosuvnej masy v rozsahu 10^3–10^4 m^3, maximálnym prietokom 30 až 200 m^3 a plochou územia postihnutého kamenitým prúdom od 2000 do 9000 m^2.

Sanačné opatrenia

Sanačné a stabilizačné práce sa začali ihneď po evakuácii postihnutého obyvateľstva a spočívali v odstraňovaní nahromadeného hrubozrnného materiálu z riečiska obidvoch tokov – Urubamby a Alcamaya. Veľké bloky hornín sa spracovali ručne a potom sa sčasti použili na stavbu oporných múrov v ústí rieky Alcamayo do údolia Urubamby. Väčšie horninové bloky zostali v údolí Urubamby, ale tam môžu v období dažďov pri kulminácii hladinu rieky dočasne zvýšiť. Postavil sa aj nový most pre chodcov, a to v takej výške (7 m nad súčasnou niveletou rieky Alcamayo), aby v prípade opätovného kamenitého prúdu s podobným katastrofickým rozsahom ako v apríli 2004 vydržal nápor valiaceho sa materiálu. Jeden z dvoch zničených železničných mostov sa naopak musel z technických príčin postaviť v pôvodnej výškovej úrovni,



Obr. 2. Prehľadná situácia s vyznačením katastrofického kamenitého prúdu z apríla 2004. 1 – odlučná oblasť, 2 – miesto, kde zosuvná masa dosiahla koryto rieky Alcamayo, 3 – vodopád vysoký 40 m, 4 – zosuvy aktivizované kamenitým prúdom, 5 – vodopády, 6 – čiastkové akumulácie kamenitého prúdu, 7 – výplavový priestor kamenitého prúdu rieky Alcamayo.

Fig. 2. The April 2004 Alcamayo debris flow accumulation map. 1 – debris flow source area, 2 – site of entry of debris flow into Alcamayo riverbed, 3 – 40 m high waterfall, 4 – landslides triggered by debris flow, 5 – waterfalls, 6 – debris flow accumulations, 7 – Alcamayo debris flow outpour point.

čo, prirodzene, z hľadiska potenciálneho opakovania katastrofy vytvára nebezpečenstvo, že bude opätovne zničený a mestečko dočasne odrezané od okolitého sveta. Na minimalizáciu rizika by bolo treba vykonať ďalšie stabilizačné a preventívne opatrenia, najmä vybudovať oporné múry v miestach, kde je nárazový breh rieky Alcamayo oveľa vyšší a kde pri veľkej rýchlosti kamenitého prúdu hrozí vyplavenie obrovského množstva zosuvného materiálu, a jednak v miestach, kde sú svahy údolia blízko akumulačných zón potenciálnych zosuvov. Výstavba ochranných hrádzí *(check dams)* v údolí rieky Alcamayo a Urubamba z viacerých príčin (prírodná rezervácia, nedostupnosť terénu, nedostatok financií a i.) v podstate neprichádza do úvahy.

Krízový manažment mesta Machu Picchu

Už pôvodní obyvatelia oblasti Machu Picchu si veľmi dobre uvedomovali nebezpečenstvo geodynamických procesov, ktoré s istou pravidelnosťou vznikali v ich bezprostrednom okolí, čo potvrdzuje aj umiestnenie osád. Inkovia neobývali údolné oblasti, a ak žili v údolí, tak len na riečnych terasách resp. na miestnych vyvýšeninách, navyše chránení typickými terasovými stavbami. Aj osídlenie zo začiatku druhej polovice 20. stor. je charakteristické tým, že je rozptýlené a v relatívne bezpečnej vzdialenosti od vodných tokov. Rastúci turistický ruch však spôsobil extenzívnu a chaotickú výstavbu bez rešpektovania prírodných podmienok vrátane prejavov rozličných geohazardov. Z porovnania leteckých snímok z rokov 1963 a 2000 vyplýva, že zastavaná plocha vzrástla o 435 %.

Po sérii kamenitých prúdov z roku 1995 a 1996, ktoré vznikli blízko mestečka Machu Picchu, OSN v rámci jedného zo svojich rozvojových programov (UNDP) iniciovala spracovanie štúdie, ktorej cieľom mal byť návrh opatrení minimalizujúcich nepriaznivý vplyv kamenitých prúdov resp. iných typov svahových gravitačných javov, pretože ohrozujú toto turistické centrum. Projekt realizovaný pod záštitou peruánskej a fínskej vlády (Carlotto a Cárdenas, 2001) vyústil do účelovej mapy geologického rizika vzniku kamenitých prúdov, ktorá je zameraná nielen na usmernenie výstavby, ale aj na edukáciu miestneho obyvateľstva v rizikovej oblasti. Jej súčasťou bol aj návrh stabilizačných opatrení, ktorých cieľom bolo znížiť potenciálne riziko ohrozenia obyvateľstva pôsobením nežiaducich geohazardov. Podľa očakávania miestna samospráva prijala a realizovala iba malú časť navrhovaných opatrení.

Carlotto a Cárdenas (l. c.) na mape vymedzili štyri rajóny s rozdielnou mierou rizika (veľmi vysoké, vysoké, stredne vysoké a mierne) a bezrizikové územie by pri aktivizácii kamenitého prúdu malo slúžiť ako priestor na evakuáciu obyvateľstva. V čase nášho výskumu bola už mapa k dizpozícii, a tak sme mali jedinečnú možnosť (bola zostavená metódou *wait and see* podľa Turnera a Schustera, 1996) porovnať ju so skutkovým stavom, ktorý nastal po katastrofickom kamenitom prúde v apríli 2004. Na základe nášho terénneho výskumu, zamera-

ného predovšetkým na objasnenie genézy vzniku tohto javu, ale aj jeho ničivého dosahu na infraštruktúru mesta sme vymedzili dva rozdielne typy územných celkov, a to 1. územie s extrémne závažnými následkami, pokiaľ ide o straty na ľudských životoch, ako aj materiálne straty, a 2. územie so stredne závažnými až miernymi následkami.

Pri porovnaní našich poznatkov (vrátane rajonizácie rizika) s mapou rizika Carlotta a Cárdenasa (2001) možno konštatovať, že územie s extrémne závažnými následkami zodpovedá na 86 % rajónu s veľmi vysokým rizikom, a teda obidva rajóny navzájom korešpondujú. Iná je situácia v hodnotení rajónov s vysokým a stredne vysokým rizikom. Pri nich sú isté odlišnosti, podľa nášho názoru vcelku opodstatnené a zodpovedajúce „štandardnej chybe". My vychádzame zo všeobecných poznatkov a konštatujeme, že zostaviť presnú mapu rizika s kvalifikovaným odhadom dôsledkov akéhokoľvek hazardu je nesmierne ťažké a že jediným východiskom v tomto konkrétnom prípade je prehodnotenie jestvujúcej mapy rizika na základe aktuálnych udalostí.

Výsledky a diskusia

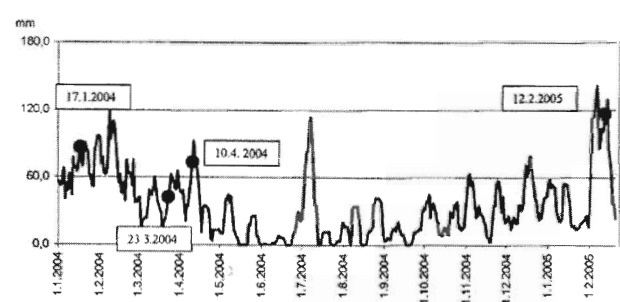
Jedným zo štandardných postupov pri objasňovaní podmienok a faktorov vzniku kamenitých prúdov je dlhodobé štatistické hodnotenie zrážkových pomerov sledovaného územia. Žiaľ, my sme mali k dizpozícii iba údaje o zrážkach zo zrážkomernej stanice Machu Picchu (zdroj SENAMHI Cusco) z rokov 1999 až 2005, ale v tomto prípade na objasnenie okolností vzniku skúmaného javu stačili, pretože v sledovanej oblasti vzniklo v jednom roku (od 17. januára 2004 až do 8. januára 2005) päť kamenitých prúdov.

Vzájomný vzťah medzi zrážkami a vznikom kamenitého prúdu možno skúmať viacerými metodickými postupmi, založenými napr. na tzv. zrážkovom indexe, ktorý vymedzuje kumulatívny zrážkový úhrn zaznamenaný deň alebo viac dní pred vznikom študovaného javu, na základe rozdielov denných a mesačných (kumulatívnych) zrážok v podobe dlhodobého priemeru (Guzzetti et al., 2004; Kopecký, 2002), ako aj priemernej rýchlosti kamenitého prúdu. Najobjektívnejšie výsledky sme dosiahli zhodnotením šesťdňových kumulatívnych zrážkových úhrnov, ktoré v štyroch prípadoch (17. január 2004, 23. marec 2004, 10. apríl 2004 a 12. február 2005, tab. 1, obr. 3) indikovali vznik zosuvného javu. Na obr. 3 tento jav dokumentuje strmosť krivky, ktorá sa v čase jeho vzniku približovala lokálnemu zrážkovému maximu. Celkové množstvo zrážok z predchádzajúcich šiestich dní, na ktoré sa viaže vznik štyroch kamenitých prúdov, sa pohybovalo od 42,9 do 116,7 mm (priemer 80 mm) a vo viacerých prípadoch celkový denný úhrn prekročil 23 mm.

Záver

Pri posudzovaní celkovej geodynamickej aktivity záujmového územia treba konštatovať, že základnou príčinou vzniku svahových geodynamických javov je značná štruktúrna oslabenosť horninových komplexov, že významnú úlohu má i extrémna energia reliéfu (na viacerých miestach takmer vertikálny sklon svahov) a prirodzené klimatické pomery. Na základe získaných poznatkov konštatujeme, že spúšťacím faktorom katastrofického kamenitého prúdu v apríli 2004 boli zrážky, a to aj napriek tomu, že neboli extrémne a že ich celkový súhrn nebol v tom čase vyšší ako v období od 27. februára do 20. marca, keď sa nijaký kamenitý prúd neaktivizoval. Jedným z možných vysvetlení, prečo sa situácia tak vyvinula, je, že najbližšia zrážkomerná stanica v oblasti (na archeologickej lokalite Machu Picchu) je vzdialená od povodia rieky Alcamayo 3 až 8,5 km, čo v andských podmienkach s rozmanitými typmi reliéfu môže predstavovať veľmi diferencovanú zrážkovú zonalitu. To znamená, že údaje zistené a zaznamenané na zrážkomernej stanici nemusia vždy korešpondovať s reálnymi zrážkovými pomermi na území, kde kamenitý prúd vznikol. Ďalšia možnosť je, že sa kamenitý prúd aktivizuje v nedostupnom teréne, a pokiaľ nezasiahne ľudské obydlia, verejnosť sa o ňom prakticky nedozvie. Na druhej strane je celkom možné, že zrážky z obdobia, keď sa kamenitý prúd neaktivizoval, tvorili „prípravnú fázu" javu, ktorý vznikol neskôr.

Je prirodzené, že v takýchto extrémnych podmienkach zabrániť vzniku a následkom javov typu skalných zrútení, kamenitých prúdov príp. zosuvov nemôžu ani najdokonalejšie technické opatrenia. Je však možné – a v súvislosti s viacerými udalosťami z juhoamerickej alebo stredoamerickej oblasti aj žiaduce – vybudovať efektívny varovný systém fungujúci na empirickom (založený na inventarizácii kamenitých a hlinito-kamenitých prúdov v danej oblasti) a analytickom prístupe (založený na kauzalite vzťahu zrážky – geohazard). Na to je nevyhnutné vybudovať aspoň dve automatické zrážkomerné stanice vo vrcholových častiach údolí obidvoch riek pretekajúcich mestom Machu Picchu s diaľkovým prenosom dát do centrály, kde by sa hodnotili a pri dosiahnutí kritického stavu (napr. denného, týždňového zrážkového maxima) by sa v prípade potreby vykonali nevyhnutné bezpečnostné opatrenia. Je viac ako pravdepodobné, že iba takýmito opatreniami bude možno vplyv opísaného geohazardu na Machu Picchu, jedno z historicky najvýznamnejších a najčastejšie navštevovaných miest na svete, minimalizovať, a tak zabezpečiť aj preventívnu ochranu návštevníkov tohto archeologického skvostu.



Obr. 3. Graf šesťdňových kumulatívnych zrážkových úhrnov v štyroch prípadoch indikujúcich vznik kamenitého prúdu.

Fig. 3. The total preceding 6-day precipitation indicating debris flows occurrence in four different dates.

Príspevok bol sčasti pripravený z prostriedkov Vedeckej grantovej agentúry MŠ SR (grant 1/1028/04), projektu UNESCO/ICL/Jap z prostriedkov MŠ SR, ako aj z grantu MSM 00216 20831 financovaného Ministerstvom školstva, mládeže a telovýchovy ČR.

Literatúra

CARLOTTO, V., CÁRDENAS, J., ROMERO, D., VALDIVIA, W & TINTAYA, D., 1999: Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu. *Bol. 127, Ser. A Carta geol. nac., INGEMET, Lima.*

CARLOTTO, V & CÁRDENAS, J., 2001 Machu Picchu. A Giant built on a fragile foundation. *Geotimes, 8, 22–24.*

CARREÑO, R. & KALAFATOVICH, S., 2006: The Alcamayo and Cedrobamba catastrophic debris flow (January, March and April 2004) in Machupicchu area – Peru. *Landslides, 3, 1, 79–83.*

GUZZETTI, F., CARDINALI, M., RAICHENBACH, P., CIPPOLA, F., SEBASTIANI, C., GALLI, M. & SALVATI, P , 2004. Landslides triggered by 23 November 2000 rainfall event in the Imperia Province, Liguria, Italy. *Engng Geol. (Amsterdam), 73, 3–4, 229–245.*

JAKOB, M., 2005: A size classification for debris flows. *Engng Geol. (Amsterdam), 79, 3–4, 151–161.*

KOPECKÝ, M., 2002: Influence of climatic and hydrogeologic conditions on the origin of landslides in Slovakia. *In. J. Rybář, J. Stemberk & P. Wagner (eds.). Landslides – Proceedings of the 1st European Conference on Landslides, Prague, Czech Republic, 24–26 June 2002. Swets & Zeitlinger, Lisse, 367–380.*

MAROCCO, R., 1977: Etude géologiqu de la déflexion d'Abancay entre Cuzco et San Miguel (sud du Pérou 12°30'–14°5'). *Rapport, ORSTOM, Lima.*

TURNER, A. K. & SCHUSTER, R., 1996. Landslides. Investigation and mitigation. *Special report 247, National Academy Press, Washington D. C., 673.*

VILÍMEK, V., ZVELEBIL, J., KLIMEŠ, J., VLČKO, J. & ASTETE, F V., 2005: Geomorphological investigations at Machu Picchu, Peru. Landslides. *In: K. Sassa, H. Fukuoka, F Wang & G. Wang (eds.): Risk Analysis and Sustainable Disaster Management Proceedings of the First Assembly of the ICL. Springer, 49–54.*

Rukopis doručený 29. 6. 2006
Rukopis akceptovaný 24. 10. 2006
Revidovaná verzia doručená 8. 11 2006

Catastrophic debris flow in the vicinity of Machu Picchu (Peru)

During the early morning of 10 April, 2004, at about 1.40 a. m., the rapid debris flow produced in the Alcamayo river basin (local name huayco or aluvión) destroyed a part of the Machu Picchu village (former Aguas Calientes), the famous tourist destination of worldwide known UNESCO archaeological site Machu Picchu. During disastrous night in which debris flow had run through the valley of the Alcamayo river there were 11 people killed, two railroad bridges, ten houses, part of the restaurant and a small part of the railway station were destroyed. Giant boulders 4 or 5 m across had blocked the rail road for several days and thus the only access route to Machu Picchu village was cut off. The authors on the basis of their own field experience and relative small quantity of precipitation data as well as debris flow distribution within the area of Machu Picchu tried to estimate the relationship between daily precipitation data and the debris flow occurrences based on preceding precipitation index, moving average, and cumulative line of differences of daily and monthly precipitation totals from their long-term averages. The best results were gained using total preceding 6-day precipitation curves, which in four debris flow cases (17. 1 2004, 23. 3. 2004, 10. 4. 2004 and 12. 2. 2005, Tab. 1) placed the events on the rising part of the curve shortly before the local precipitation maximum was reached. The authors also revaluated the debris flow hazard zone map ("Riesgos pro huaycos") prepared and published by Carlotto and Cárdenas (2001). Comparing the results of authors' field inspection it can be confirmed that the "extremely high damage" category corresponds to the "very high risk" zone (86 % of the "extremely high damage" category lies within the "very high risk" zone defined by Carlotto and Cárdenas (2001) This proves the very high quality of the prepared hazard zone map. On the other hand, the hazard zone map shows slight underestimation of "high" and "medium risk" zones on the right river bank. The observed error in prediction of debris flow prone areas is within the limits and possibilities which the authors had during the map compilation Finally, the authors' present risk hazard management for the Machu Picchu area based upon the debris flow warning system. It should be based upon empirical (based on wider area debris flow inventory) and analytical approaches.

Mineralia Slovaca, 38 (2006), 361–364

Technológia ťažby a spracovania tuhárskeho mramoru

PETER RUŽIČKA

Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava
ruzicka@fns.uniba.sk

Technology of mining and processing of the Tuhár marble

The Alpine tectonic overprint of the Western Carpathian rocks caused their fracturing and considerable reducing their use as decorative stones. The Tuhár occurrence represents a small body of metamorphic Middle Triassic limestones of Federáta Group of South Veporic cover The decorative stone production has long tradition and started already in 1937 Recently, the mining of marble blocks is concentrated to old as well as the new sector of the quarry. The quality and size of marble blocks depend on tectonic fracturing of the rock. The quarry walls are spoiled by the *terra rossa*. The mining of marble blocks consist of mechanical drilling and hand wedgeing. For the next processing the largeness and shape of mined blocks are of principal importance. The bigger blocks are segmented by circular saws and processed on continual links. The production consists from paving stones as well as interior stone products. The polished marble products have the universal use in historical and representative buildings.

Key words: Tuhár marble, properties, technology, mining, processing, use

Úvod a geologická stavba

Do 60. rokov 20. stor. sa karbonátové horniny skúmanej oblasti zaraďovali do jedného celku s karbónskymi detritickými súvrstviami vystupujúcimi v jadre divínskej synformy a v podloží muránskeho príkrovu (Bezák, 1999). Po akceptovaní názoru o mezozoickom veku série föderata pri Dobšinej (Rozlozsnik, 1935) sa podobný model stavby uplatnil v oblasti tzv. tuhárskeho mezozoika, v ktorom spodnú časť tvorí veporický obal a vrchnú čierne detritické súvrstvia s telesami magnezitu ako príkrov gemerického fundamentu (Fusán, 1962; Gregor, 1964). Plašienka (1983) zaradil karbonáty föderatskej skupiny triasového veku do viacerých sukcesií odlišujúcich sa litostratigrafickou náplňou. Tuhárska sukcesia je (Plašienka in Bezák, 1999) zo všetkých föderatských sukcesií najhlbokovodnejšia. Metamorfovaný karbonátový komplex odkrytý v kameňolome pri Tuhári je klasickým príkladom regionálne metamorfovaného vápenca vo fácií zelených bridlíc (Bezák, 1999).

Telesá svetlého, pestrofarebného tuhárskeho mramoru sú v centrálnej – osovej časti divínsko-ružinskej synklinály (Vass a Elečko, 1992). Podľa pozície v slede a analógie s inými oblasťami föderatskej skupiny sú pravdepodobne vrchnoanisko-ladinského veku. Litostratigraficky pravdepodobne zodpovedajú steinalmskému, wettersteinskému a raminskému vápencu. Dekoratívnosť mramoru je výsledkom nepravidelnej kresby duktilne deformovaných pestrých (žltkastých, ružových, červenkastých, modrastých, sivých) lamín v bielom matrixe, ako aj mladších žiliek a pigmentovaných fraktúr (Bezák, 1999).

Geografická lokalizácia

Obec Tuhár (368 m n. m.) sa nachádza 15 km na SZ od Lučenca a je súčasťou okresu Lučenec v Banskobystrickom kraji. Viacetážový kameňolom otvorený dvomi povrchovými stenovými lomami (stará a nová časť) sa rozprestiera na jv svahu vrchu Domanová približne 1,4 km od Tuhára vo výške 300–400 m n. m. Najvyššou kótou územia, vzdialenou od ložiska 0,5 km, je Kujanka (500,8 m n. m.). Prístupová cesta ku kameňolomu vedie od Tuhára smerom na Starú Halič. Ložisko je v stúpajúcom kopcovitom teréne.

Tradícia kamenárskej výroby

Prípravné práce na ťažbu v kameňolome začala firma Baťa v roku 1937. Výkupom pozemkov bol poverený Ing. Zástěra (Drenko, 2002). Základom bola ťažba mramorových blokov. Používalo sa strojné vŕtanie pneumatickými kladivami a rezanie mramoru priamo zo steny lanovou pílou. Z Belgicka sa doviezli vŕtacie stroje na prstencové vrty s priemerom 1 m (tzv. jadrové vŕtanie) do hĺbky 3 m spolu so špeciálnymi vŕtačkami na plošné vrty priemeru 30 cm Veľkoprofilové vrty boli potrebné na zapustenie stĺpových stojanov lanovej píly (Hájek a Kroupa, 1964).

Účastinárska spoločnosť Baťa a Šimonovany v roku 1942 začala stavať vysokú pec na pálenie vápna. V roku 1943 sa pokračovalo výstavbou „galantérky" na výrobu úžitkových a dekoračných predmetov, napr. váz, popolníkov, ťažidiel, šachovníc a i. Firma Baťa v roku 1948 postavila vápenku (Drenko, 2002). Počas druhej svetovej vojny sa práce v kameňolome zastavili.

Znárodnený priemysel kameňa začal v roku 1950 prípravné práce na obnovenie ťažby, ale pre nedostatočný odbyt mramorových blokov sa technológia ťažby zmenila. Surovina sa spracúvala na stavebné (pálené vápno, granulovaná drvina) a poľnohospodárske účely (Hájek a Kroupa, 1964).

V roku 1967 bol založený š. p. Slovenský priemysel kameňa v Leviciach s celoslovenskou pôsobnosťou a zabezpečoval vyhľadávanie a ťažbu hornín na hrubú a ušľachtilú kamenársku výrobu (Čabalová, 1989). Geologickým prieskumom tuhárskeho ložiska sa intenzívne zaoberal Beňo a Očenáš (1968). Geofyzikálnym meraním vymedzili oblasť lomových stien na ťažbu mramorových blokov, ktorú nepostihla väčšia tektonická aktivita. Kvalitu mramorových blokov okrem tektonickej aktivity ovplyvňovali aj trhacie práce po ťažbe na stavebné účely Pri ložisku bola vybudovaná linka na výrobu konglomerovaných mramorových blokov z odpadu po ťažbe (Čabalová, 1989).

Koncom 90. rokov sa výroba konglomerovaných blokov z kameniva (frakcia 125 mm) na báze polyesterovej živice zastavila. V súčasnosti sa ťažba a spracúvanie tuhárskeho mramoru zameriava na hrubú a ušľachtilú kamenársku výrobu (Ružička, 2005).

Technologické vlastnosti

Vlastnosti tuhárskeho mramoru sa analyzovali na Katedre inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK (Hyánková a Holzer, 1980) a sú zhodnotené podľa normy ČSN 72 1800 (tab. 1), ktorá uvádza minimálne a maximálne hodnoty vlastností hornín na kamenárske výrobky Norma zaraďuje tuhársky mramor do skupiny III./A metamorfované karbonátové horniny – kryštalické vápence (mramory) a metamorfované horniny skupiny vápenec – dolomit.

Tab. 1
Technologické vlastnosti tuhárskeho mramoru (Hyánková a Holzer, 1980)
Technological properties of Tuhár marble (Hyánková and Holzer, 1980)

VLASTNOSTI			∅ HODNOTY	ČSN 72 1800
Objemová hmotnosť	ρ_S	(g.cm^{-3})	2,70	2,6*
Nasiakavosť	N	(%)	0,11	0,8●
Pevnosť v tlaku po vysušení	σ_{c1}	(MPa)	126	40▲
Pevnosť v ťahu pri ohybe	σto	(MPa)	6,7	4▼
Mrazuvzdornosť	K_{m25}	(%)	1,52	0,75■

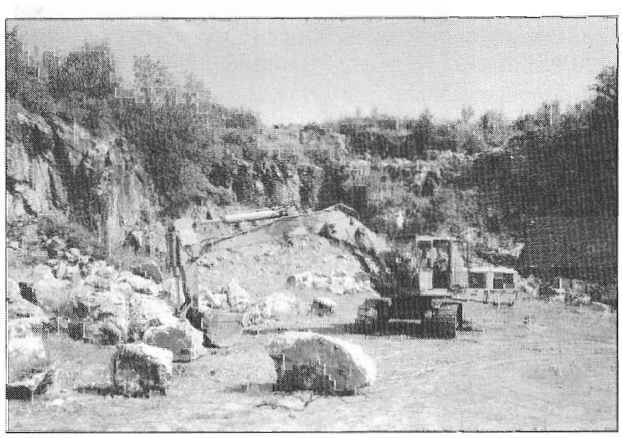
Vysvetlivky: * minimálna objemová hmotnosť podľa ČSN 72 1154, ● maximálna nasiakavosť podľa ČSN 72 1155, ▲ minimálna pevnosť v tlaku po vysušení podľa ČSN 72 1163, ▼ minimálna pevnosť v ťahu pri ohybe podľa ČSN 72 1164, ■ minimálna mrazuvzdornosť po 25 cykloch podľa ČSN 72 1156

Explanations: * minimum weight by volume according to ČSN 72 1154, ● maximum absorbing capacity according to ČSN 72 1155, ▲ minimum pressure strength after dehydrating according to ČSN 72 1163, ▼ minimum tensile strength by flexural according to ČSN 72 1164, ■ minimum frost resistance after 25 cycles according to ČSN 72 1156

Z porovnania hodnôt vyplýva, že tuhársky mramor má v prípade objemovej hmotnosti, pevnosti v tlaku po vysušení, pevnosti v ťahu pri ohybe a mrazuvzdornosti vyššie ako minimálne hodnoty uvedené v norme ČSN 72 1800. Hodnota nasiakavosti je vyššia. Priemerné hodnoty (Hyánková a Holzer, 1980) po zhodnotení normou potvrdili vhodnosť tuhárskeho mramoru na hrubú a ušľachtilú kamenársku výrobu.

Technológia ťažby

Ťažba je primárnym pracovným procesom a závisí od nej spracovanie aj konečné použitie mramoru Dlhoročnou ťažbou sa areál kameňolomu rozširoval až do súčasnej podoby Pôvodnú, staru časť, založenú firmou Baťa, tvorí čiastočne opustený (vrchné etáže) štvoretážový stenový lom, ktory sa postupne prirodzene zalesňuje V starej časti sa ťaží hlavne na druhej etáži (obr 1), ktorá je spojená s novou časťou lomu



Obr. 1. Druhá, ťažená etáž starej časti kameňolomu
Fig. 1. The second quarry storey of old sector



Obr. 2. Pohľad na novu časť kameňolomu pri Tuhari
Fig. 2. View on the new sector of the quarry at Tuhár

Novú časť tvorí švoretážový stenový lom (obr 2) s veľmi zahlinenými lomovými stenami červenohnedej farby *(terra rossa)*. Najčastejšie sa ťaží na spodnej etáži.

Tuhársky mramor sa ťaží blokovo na hrubú a ušľachtilú kamenársku výrobu. Mramor sa technicky zaraďuje do skupiny mäkkých kameňov.

Technológiu ťažby tuhárskeho mramoru ovplyvňuje:

1. Kvalita a uloženie mramorových blokov závislá od tektonického porušenia horninového masívu. Na dekoračné účely je vhodný hrubolavicovitý až masívny mramor (Syrový et al., 1984). Lavicovité usporiadanie lomových stien je nesúvislé a rozpukané. V lomových stenách je viditeľná balvanovitá odlučnosť s množstvom všesmerne prebiehajúcich puklín a trhlín s hlinitými, skrasovatenými kavernami. Rovné plochy sú zriedkavé. Lomové steny sú svetlé, so sivobielou a červenohnedou patinou vznikajúcou pri zvetrávaní povrchu.

2. Efektívna voľba pracovnej metódy vychádzajúca z dlhoročných skúseností pracovníkov lomu pri určovaní smerov puklín. Pozdĺž puklín sa mramor oddeľuje vo forme plochých stien a využívaním priečnych puklín sa získavajú bloky.

Pri ťažbe sa uplatňujú dve pracovné metódy:

A. Oddeľovanie blokov zo skalného masívu strojným vŕtaním a klinovaním. Takýto postup skvalitňuje ťažbu blokov. V nekvalitných častiach lomových stien sa používa vŕtacia súprava na prípravu odstrelov. Strelné práce tzv. čiernym prachom sa obmedzujú na minimum, aby mramor nepraskal. Vrty sú situované v tektonicky porušených zónach, aby sa neznehodnocovali celistvé bloky. Vŕta sa pneumatickým kladivom. Blok sa obvŕta zo všetkých strán vrtmi vzdialenými od seba 10 cm. Do vrtov sa vrážajú oceľové kliny a postupným pritĺkaním sa blok odlomí od skalného masívu. Výhodou je ťažba ľubovoľne veľkých mramorových blokov.

B. Ručné klinovanie a vŕtanie. Tieto postupy sa využívajú pri ťažbe mramoru s väčšími prirodzenými trhlinami. Do trhlín sa vkladajú oceľové kliny, pritĺkajú sa kamenárskym kladivom, až kým sa blok neodlomí. Pri efektívnom a bezpečnom výlome blokov musí byť lomová stena bez skrývky (zeminy zakrývajúcej surovinu) s viditeľným priebehom otvorených a naznačených puklín. Pukliny sa využívajú na uľahčenie výlomu. Niekedy sa na prvý pohľad neporušené bloky pri rezaní na pílach rozpadávajú. Poškodené bloky sa vyraďujú. Cieľom blokovej ťažby mramoru je získať čo najväčšie neporušené („zdravé") bloky. Bloky sú dobre vŕtateľné, ale ťažbu sťažuje prirodzená odlučnosť a nízka blokovitosť. Pri ťažbe je veľký odpad, z ktorého sa vyrába drvené kamenivo alebo sa odváža na haldy v kameňolome. Pokusy s rezaním lanovou pílou priamo z lomovej steny sa pre nepravidelnú rozpukanosť horninového masívu a znehodnotenie prirodzenej blokovitosti skončili neúspešne.

3. Požiadavky odberateľov a ich predstavy o konečnom použití mramorových výrobkov.



Obr. 3. Mramorovy blok s rozmermi 120 x 110 x 95 cm
Fig. 3. Marble block with sizes 120 x 110 x 95 cm

Technológia spracovania

Vyťažené hrubo vyhranené mramorové bloky (obr. 3) sa dopravujú na spracovanie.

Tuhársky mramor sa z hľadiska používania v stavebnej praxi hodnotí (Čabalová, 1989) ako surovina vhodná na hrubú (stavebný kameň) a ušľachtilú (dekoračný kameň) kamenársku výrobu. Pri voľbe technológie spracúvania (druh kamenárskej výroby) rozhoduje veľkosť a tvar vyťažených blokov.

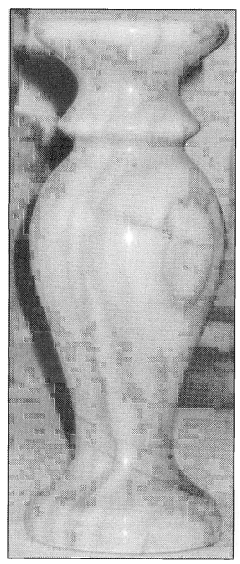
Hrubá kamenárska výroba je zameraná na spracúvanie menších nepravidelných blokov v kamenárskej dielni priamo v kameňolome. „Haklíky" sú finálne hrubo opracované kamenárske výrobky štvorcového alebo obdĺžnikového tvaru určené do exteriéru. Lícne plochy majú hrubú povrchovú úpravu, spodné a obvodové sa upravujú rezaním. Používajú sa vo forme „haklíkového" muriva ako obkladový materiál fasád, plotových múrikov a pod. Z mramoru sa vyrábajú atypické štiepané mozaikové kocky napr. na dláždenie peších zón v mestách, námestí, chodníkov, nádvorí a parkov.

Povrchovo sa upravujú štiepaním lícne aj rubové strany a rezaním styčné plochy. Ponuku výrobkov dopĺňa lomový kameň (základový, štiepaný) a drvené kamenivo (frakcia 0–125 mm).

Ušľachtilá kamenárska výroba zahŕňa automatizovanú výrobu interiérových dekoračných prvkov v spracovateľskom podniku blízko kameňolomu. Veľkopriemerové kotúčové píly (∅ 1800 mm) tvorí tzv. most (PKM – píla kotúčová mostová), po ktorom prechádza pohonná jednotka s (piatimi) rezacími kotúčmi. Mramorový blok je na stabilnej podložke. Jeho obvodová rýchlosť je nastaviteľná v rozsahu 35–60 m/s. Všetky funkcie sú ovládané počítačom na riadiacom pulte. Malopriemerové kotúčové píly (∅ 350–600 mm) sa používajú na orezávanie dlažobných a obkladových dosiek hrubých 1–10 cm. Hrúbka rezu závisí od priemeru rezacieho kotúča. Automatická rezacia píla je stabilná s posuvným stolom. Kontinuálna linka na rezanie, brúsenie a leštenie je vybavená valčekovou traťou, po ktorej sa posúvajú spracúvané dosky. Majú obmedzenú šírku 600–800 mm. Pracovnú jednotku linky tvorí šesť brúsiacich a leštiacich vretien a dve jednotky režúce dosky na požadovanú šírku. Na konci je jednotka režúca dosky na dĺžku.

Používanie mramorových výrobkov

Príklady exteriérového používania sa zachovali priamo v Tuhári a v blízkom okolí (napr. obloženie kostola v Lovinobani podľa návrhu architekta Pásztora). Tuhárčan p. Fízeľ napr. vyrába úžitkové a dekoračné predmety (obr. 4), čím chce oživiť tradíciu kamenárskeho remesla. Tuhársky mramor bol v minulosti vyhľadávaným interiérovým obkladovým kameňom, čo dokazuje napr. obklad v historických a kultúrno-spoločenských budovách v Bratislave (napr. Mirbachov palác, Malá scéna SND, PKO, ŠGÚDŠ a pod.; Pivko, 1999). Návratom k tradíciám tuhárskeho mramoru je kompozičné riešenie dlažby vo výstavnej sieni Ministerstva kultúry SR v Bratislave.



Obr. 4. Váza z tuhárskeho mramoru.
Fig. 4. Vase from the Tuhár marble.

Záver

Väčšinu západokarpatských horninových komplexov postihla alpínska tektonika prejavujúca sa rozsiahlymi zlomovými a puklinovými systémami, ktoré značne redukujú možnosti využívať ich horniny ako zdroj dekoračného kameňa. Slovensko je bohaté na ložiská stavebného kameňa v rozličných geologických formáciách, ale väčšinou ide o horniny intenzívne tektonicky porušené, rozpukané a zvetrané, vhodné najmä na výrobu drveného kameniva (Baláž a Tréger, 2003).

Ťažené ložisko mramoru pri Tuhári poskytuje surovinu vhodnú na hrubú a ušľachtilú kamenársku výrobu. „Haklíky" sú hrubo opracované exteriérové stavebné prvky. Do sortimentu interiérových ušľachtilých kamenárskych výrobkov patria dlažobné a obkladové dosky, schodišťové stupne a kozubové časti. Kamenárske produkty sú všestranne použiteľné napr. v historických, sakrálnych a reprezentačných objektoch.

Poďakovanie. Za poskytnutie informácií úprimne ďakujem riaditeľovi a zamestnancom spol. s r. o. Mramor Tuhár Slovakia.

Literatúra

Baláž, P. & Tréger, M., 2003: Nerastné suroviny SR. *Bratislava, ŠGÚDŠ, 175.*

Beňo, J. & Očenáš, D., 1968: Tuhár – dekoračný kameň. Záverečná správa s výpočtom zásob k 15. 12. 1968. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 196.*

Bezák, V., Bodnár, J., Elečko, M., Konečný, V., Lexa, J., Mołák, B., Straka, P., Stankovič, J., Stolár, M., Škvarka, L., Vass, D., Vozár, J. & Vozárová, A., 1992: Vysvetlivky ku geologickej mape Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny, 1 50 000. *Bratislava, ŠGÚDŠ, 196.*

Bezák, V., Hraško, Ľ., Kováčik, M., Madarás, J., Siman, P., Pristaš, J., Dublan, L., Konečný, V., Plašienka, D., Vozárová, A., Kubeš, P., Švasta, J., Slavkay, M. & Liščák, P., 1999: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria-západná časť, 1 50 000. *Bratislava, GSSR, 178.*

Čabalová, D., 1989: Suroviny na ušľachtilú a hrubú kamenársku výrobu v SSR. *Mineralia Slov., 21, 455–464.*

ČSN 72 1154, 1986: Stanovení měrné a objemové hmotnosti, hutnosti a pórovitosti přírodního stavebního kamene. *ÚNM Praha.*

ČSN 72 1155, 1968: Stanovení nasákavosti a zdánlivé pórovitosti přírodního stavebního kamene. *ÚNM Praha.*

ČSN 72 1156, 1968: Stanovení odolnosti přírodního stavebního kamene proti mrazu. *ÚNM Praha.*

ČSN 72 1163, 1968: Stanovení pevnosti v tlaku přírodního stavebního kamene. *ÚNM Praha.*

ČSN 72 1164, 1968: Stanovení pevnosti v tahu za ohybu přírodního stavebního kamene. *ÚNM Praha.*

ČSN 72 1800, 1987: Přírodní stavební kámen pro kamenické výrobky. *ÚNM Praha.*

Drenko, J., 2002: Tuhár (monografia). Obecný úrad Tuhár, 146.

Fusán, O., 1962: Stratigrafické postavenie karbonátového súvrstvia medzi Tuhárom a Ružinou, severne od Lučenca. *Geol. Práce, Zoš., 62, 219–222.*

Gregor, T., 1964: Ku geologickej stavbe územia v okolí Podrečian a Tuhára. *Geol. Práce, Zpr., 33, 31–42.*

Hájek, V. & Kroupa, J., 1964: Technologie a provoz lomů a štěrkoven. *Praha, SNTL, 268.*

Hyánková, A. & Holzer, R., 1980: Inžinierskogeologické vlastnosti metamorfovaných hornín. *Manuskript – archív Katedry inžinierskej geológie Prírodovedeckej fakulty UK Bratislava.*

Pivko, D., 1999: Geologická exkurzia po dekoračných kameňoch centra Bratislavy. *Acta Geol. Univ. Comen., 54, 109–124.*

Plašienka, D., 1983: Geologická stavba tuhárskeho mezozoika. *Mineralia Slov., 15, 49–58.*

Rozlozsnik, P., 1935: Die geologischen Verhältnisse der Gegend von Dobšina. *Geol. hung. Ser. geol., 5, 118.*

Ružička, P., 2005: Tuhársky mramor: petrogenéza, vlastnosti a použitie. *Manuskript – archív Katedry mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK Bratislava, 76.*

Syrový, B., et al., 1984: Kámen v architektuře. *Praha, SNTL, 352.*

Rukopis doručený 13. 9. 2005
Revidovaná verzia doručená 8. 2. 2006
Rukopis akceptovaný 21. 2 2006

GeoVestník

Informačný spravodajca pre geológiu, baníctvo, úpravníctvo a životné prostredie

Príloha časopisu Mineralia Slovaca, roč. 38, č. 4

Obsah

Otvorený list členom slovenskej geologickej komunity 1
VII. medzinárodná konferencia doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov (Modra-Harmónia 4.–6. 5. 2006) 2
O gemológii na Univerzite Konštantína Filozofa v Nitre 16
Recenzie 17
Terénna exkurzia v severogemerickej zóne 21
Kronika 22
Za akademikom Bohuslavom Cambelom, DrSc. 24
Hlavné akcie SGS v roku 2006 26
Plán činnosti SGS na rok 2007 26

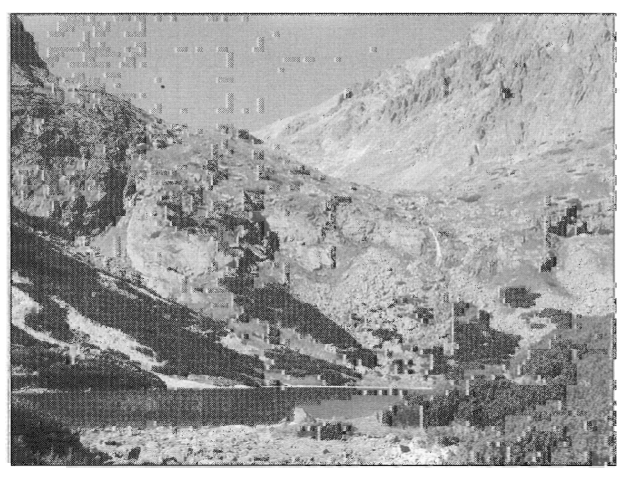
Rok Zeme

Otvorený list členom slovenskej geologickej komunity

Milé dámy, vážení kolegovia,

týmto listom sa obraciam na Vás ako na príslušníkov slovenskej geologickej komunity v záujme plnenia niektorých závažných a aktuálnych tém nášho odborného i spoločenského života.

Rok Zeme



Je všeobecne známe, že postavenie či prestíž geologických vied – modernejšie azda vied o Zemi – v celosvetovom meradle v ostatných dvoch decéniách ustavične klesá. Dôsledkom je stále menej finančných prostriedkov na výskum geologickej stavby území štátov, ale aj na monitoring a riešenie prírodných rizík. Rovnakú negatívnu tendenciu pociťujú aj príslušné katedry univerzít či vysokých škôl, lebo tok financií zo strany štátov na výskum aj výchovu novej generácie odborníkov je nedostatočný a spravidla stačí len na udržiavanie jestvujúceho stavu, čo vonkoncom nie je v súlade so záujmami proklamovanej vedomostnej spoločnosti 21. storočia. Tento stav si už uvedomili aj celosvetové riadiace grémiá – OSN a UNESCO – a pokladajú ho za veľmi nepriaznivý Aj preto roky 2007–2008 vyhlásili za Rok Zeme. Základným cieľom tohto ich počinu je dostať Zem a jej naliehavé problémy do hlbšieho povedomia jej obyvateľov, no najmä tých, ktorí rozhodujú o výskume, výchove, osvetovej činnosti, a hlavne o toku peňazí pre ne A to je dôvod, prečo píšem tento otvorený list.

Vážené kolegyne, vážení kolegovia, my príslušníci geologickej komunity v Slovenskej republike máme neopakovateľnú možnosť verejne predstaviť naše aktivity vykonávané v záujme a na prospech celej spoločnosti. Je našou profesionálnou aj morálnou povinnosťou v rámci spomenutej akcie UNESCO vysvetliť a akcentovať význam geologických vied a ich nenahraditeľnosť pri službe spoločnosti.

Čo treba urobiť? Múzeám, školám i širokej verejnosti sa nevyhnutne musia ponúknuť príťažlivé a efektívne akcie (prednášky, exkurzie a pod.), ktoré by do povedomia verejnosti mnohostranne a opakovane dostávali problematiku Zeme a jej aktuálnych rizík. Inou účinnou oblasťou je publikácia vedecko-popularizačných tém

v rozličných tlačených médiách (v časopisoch škôl, múzeí, v miestnych, okresných, regionálnych a iných prostriedkoch), prirodzene, aj v celoštátne distribuovaných novinách a časopisoch. V tejto oblasti platí známe a tisíc ráz opakované, že sa iniciatíve medze nekladú. Naplňme túto myšlienku!

Projekty IGCP

Ako bývalý predseda Národného geologického komitétu pre IUGS, ale aj ako osobne známy riaditeľa novo etablovaného odboru pre ekologické a geologické vedy centrály UNESCO v Paríži Dr. Missutena som v poslednom roku dostal niekoľko výziev príslušníkom geologickej komunity v Slovenskej republike. Boli a sú naďalej jednoznačné: „Pripravte a podávajte návrhy na projekty IGCP/UNESCO." Oboznámil som s nimi predstaviteľov Národného geologického komitétu pre IUGS.

Najmä starší z nás si istotne pamätajú, že program IGCP bol jedným z prvých (od roku 1972) široko koncipovaných medzinárodných programov vedených a sponzorovaných IUGS a UNESCO a ako medzivládny vedecký program ho prijala vláda ČSFR a potom aj SR. Súčasne bol jednou z mála možností na spoluprácu geovedcov z bývalého Československa s ich kolegami zo západoeurópskych a zámorských krajín. Naši geológovia už v tom čase ukázali, že sú pripravení a schopní stát na čele dôležitých medzinárodných projektov a úspešne ich viesť.

V poslednom decéniu 20. storočia i v prvých rokoch 3. milénia slovenskí geovedci viedli niekoľko projektov – RNDr. J. Michalík, DrSc., Ing. M. Radvanec, CSc., prof. D. Hovorka, DrSc. Situáciu v tejto oblasti som príležitostne sondoval u predstaviteľov Národného geologického komitétu pre IUGS. Mám – zatiaľ nepotvrdené – veľmi nepríjemné informácie, že z našich kolegov vypracovať, zorganizovať a podať projekt patriaci do uvedeného rámca nehodlá nik. Uvedomujem si, že sa najmä vo finančnej oblasti situácia zmenila a ustavične mení, no ak si niekto z našej komunity o sebe myslí, že dosiahol medzinárodnú úroveň, mal by to okrem iného dokázať aj vedením medzinárodného projektu. Pravda, to je iba moja osobná predstava.

Dámy a páni, úprimne Vám všetkým želám úspech v práci, ale najmä chuť, odvahu a odhodlanie aktívne a úspešne sa prejaviť v naposledy spomenutej sfére.

Váš

emerit. prof. UK Dušan Hovorka

VII. medzinárodná konferencia doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov

Modra-Harmónia 4.–6. máj 2006

MARIANNA KOVÁČOVÁ, MARGARÉTA GREGÁŇOVÁ, BARBARA CHALUPOVÁ, LEONARD ZÁHRADNÍK, MARTIN HRDLIČKA

S nástupom nového milénia sa začala písať aj história už tradičného a veľmi úspešného podujatia zameraného na prezentáciu výsledkov vedeckovýskumného pôsobenia elévov širokého spektra geologických vied. Od roku 2000, keď sa konala I. medzinárodná konferencia doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov, sa vďaka podpore a spolupráci rozličných inštitúcií darí túto akciu organizovať pravidelne rok čo rok. Prvých päť ročníkov sa konalo v Herľanoch v areáli Technickej univerzity v Košiciach v nádherných historických priestoroch so svetoznámym gejzírom a v roku 2005 sa vďaka iniciatíve AGH v Krakove konferencia presunula za hranice Slovenska do Miękinie neďaleko Krakova.

VII. ročník konferencie prebiehal 4.–6. mája 2006 na pôde Univerzity Komenského, a to v priestoroch školiaceho strediska UJOP pri UK v Modre-Harmónii. Zúčastnilo sa na ňom 48 doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov zo Slovenska, Poľska, Čiech, Ruska, Ukrajiny a Bulharska, ktorí sa predstavili v 45 odborných prezentáciách počas prvých dvoch konferenčných dní. Posledný deň bola exkurzia. Jej trasa viedla cez kryštalinikum Malých Karpát a vhodne ju doplnila i ukážka ryžovania zlata v Limbašskom potoku. Záver exkurzie už tradične patril konfrontácii geologických a enologických poznatkov a zážitkov, ktorá sa tento rok príznačne zavŕšila ochutnávkou malokarpatských vín s odborným výkladom.

Konferenciu organizačne pripravili členovia Geologického klubu pri Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave v spolupráci s AGH v Krakove a TU v Košiciach. Osobitná vďaka patrí odborným garantom, a to Dr. Ewe Szevczykovej zo ZKG AGH v Krakove (Poľsko), prof. Dušanovi Plašienkovi, DrSc., z Katedry geológie a petrografie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave (SR) a doc. Ing. Arnoštovi Grmelovi, CSc., z HGF VŠB – TU v Ostrave (ČR). Vďaka patrí aj vedeniu a zodpovedným pracovníkom UJOP UK za príkladnú ústretovosť pri technickom zabezpečovaní akcie a v neposlednom rade vedeniu GÚ SAV, ŠGÚDŠ, SGS a dobrovoľným sponzorom za finančnú a materiálnu pomoc a podporu, bez ktorej by nebolo možno konferenciu pripraviť v prijateľných cenových reláciách pre študentov aj doktorandov.

Bez spoznania odbornej komunity, v ktorej sa pohybujeme, a jej potenciálu môže byť vedecké pôsobenie každého z nás časom problematické a izolované, a tak nielen sama prezentácia dosiahnutých výsledkov, ale aj vzájomná informovanosť a poznanie sa nastupujúcej generácie geológov pomáha sprostredkúvať široké spektrum rôznorodých informácií zo základného aj aplikovaného geologického výskumu a efektívnu vzájomnú spoluprácu. Aj preto je motivácia organizovať akcie pre spomenutú skupinu odborníkov viac ako zrejmá.

Organizátori VII. medzinárodnej konferencie doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov v Modre-Harmónii ďakujú všetkým za účasť a tešia sa na stretnutie v roku 2007

E. BARYCKA[1], T. NAROJEK[2]: **Pathology and growth abnormalities in *Panthera spelaea* from Polish sites**

[1]Institute and Museum of Zoology, Polish Academy of Sciences, Wilcza 64, 00-679, Warsaw, Poland; ebarycka@miiz.waw.pl
[2]SGGW, Warsaw Agricultural University, Faculty of Veterinary Medicine, Nowoursynowska 159 c, 02-766. Warsaw, Poland

Panthera spelaea was a powerful social hunter from Late Pleistocene Europe and the northern part of Asia. However, it suffered diseases and growth defects as do all other animals.

A tibia from the Wierzchowska Górna cave exhibits a pathological, porous excrescence on the distal end of the bone that destroyed distal articulation. Topography revealed by a CT scan shows that these lesions spread to the internal spongy bone and medulla cavity as well. However, it did not destroy the compact cortical bone, which is what usually happens in the case of bone cancer Likewise, the cortical bone shows no injuries related to bites or bone fractures, the other possible factor in this type of pathology. The bony changes observed in the Wierzchowska Górna specimen indicate a disease process of several months' duration at least, which led to painful immobilization of tibio-astragalus articulation and rendered the animal unable to hunt.

Four mandibles from the Wierzchowska Górna cave, belonging to the four different individuals, show an abnormality of incisors alveoli. In three instances only two alveoli are present, reduced in size compared to *Panthera leo,* and shifted one under another in two instances. The fourth one, a mandible similar to one from Pyskowice, has a place for only one incisor alveolus at most. This defect resulted in the narrowing of the anterior part of the jaw and handicapped the function of the incisors. Similar features were described in several specimens of *Panthera atrox* from the Yukon territory, marking them clearly from the southern lion population, and interpreted that the northern lions had been sequestered for a long period of time.

The upper third premolar (P^3) from the Deszczowa Cave specimen displays worn on the labial side, not the lingual, as it normally should be, suggesting that it was incorrectly set in the maxillae. The tooth wear also indicates that the lower tooth (P_4) that forms an occlusal surface with P^3 was also set abnormally in relation to the worn P^3 tooth. In both tooth cases, the deaths of the animals did not appear to be related to the dental anomaly recognized here.

M. BAZARNIK[1], K. BAHRANOWSKI[1], M. ZIMOWSKA[2], A. MICHALIK[2], E. M. SERWICKA[2]: **Incorporation of Al into mesoporous silica materials of FSM-16 type**

[1]Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Cracow, Poland
[2]AGH-University of Science and Technology, Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland

Mesoporous materials such of FSM-16 type with pore sizes in the range 2–10 nm offer new opportunities in the field of adsorption, catalysis and separation of macromolecules. Mesoporous molecular sieve FSM-16 has a regular hexagonal arrays of unidimensional pores. FSM-16 was synthesized from a layered sodium silicate – kanemite ($NaHSi_2O_5 \cdot 3H_2O$) by using surfactant – hexadecyltrimethylammonium chloride (HDTMA (Cl^-)). We have attempted to incorporate Al in siliceous framework of the mesoporous materials in order to generate cation exchange properties allowing, among other, the control of acidity. Al was introduced into the FSM materials by means of direct synthesis, at the stage of kanemite preparation. Addition of $Al(N0_3)_3 \cdot 9H_2O$ as an Al source led to formation of crystalline layered sodium silicates containing Al. Aluminosilicate mesoporous molecular sieves Al-FSM were synthesized by reacting the Al-doped layered sodium silicates with HDTMA solution. The samples with Si/Al ratio of ∞, 60, 40, 20, and 10 have been prepared and characterized by means of nitrogen adsorption at 77 K, XRD and ^{27}Al MAS NMR

The pore size distributions show that all samples possess uniform pores of diameter around 2.5 nm and the total pore volume decreases with the increasing Al substitution. XRD patterns show that with the increasing Al substitution the degree of long range order within the hexagonal lattice decreases.

As shown by ^{27}Al MAS NMR aluminium introduced into FSM-16 material assumes exclusively tetrahedral positions, i. e. is located substitutionally at Si sites. Results of texture investigations demonstrate that doping with Al results in the decrease of surface area and total pore volume but does not affect pore diameter, suggest that alumination leads to increased wall thickness.

This work was supported by the Polish Committee for Scientific Research within the research project 2 P04D 050 26 (2004–2007).

K. BELÁČKOVÁ. **Mikrofloristické hodnotenie vrchnomiocénnych sedimentov z vrtu ŠVM-1 Tajná**

Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave

Vrt ŠVM-1 je situovaný v komjatickej depresii dunajskej panvy pri obci Tajná a depresia je sv. výbežok Podunajskej nížiny Dunajskú panvu vypĺňajú sedimenty egenburského až kvartérneho veku a sedimentácia sa kontrolovala tektonickou a termálnou subsidenciou (Kováč, 2000).

Stratigrafická príslušnosť sedimentov z vrtu ŠVM-1 Tajná sa určila na základe litologických zmien a získaných tanatocenóz foraminifer, nanoplanktónu a ostrakód a to nám umožnilo presne stanoviť charakter paleovegetácie a urobiť ďalšie závery

Palynologický rozbor sarmatských vegetačných spoločenstiev potvrdil ich veľmi dobrú diverzifikovanosť Palynospektrum sa v profile mení kontinuálnejšie ako v panóne a najviditeľnejšie sa to prejavuje na hranici s panónom. V celom sarmate má vedúce postavenie mezofytická paleovegetácia. Táto dominancia je spolu s paleoflórou lužného lesa a močiarov evidentná najmä v strednosarmatských palynospektrách a poukazuje na prevahu paleobiotopov listnatého lesa so stále zelenými prvkami prechádzajúceho do lužného až močiarneho prostredia. Sporadicky sa objavujúce prvky NAP naznačujú slabo vyvinuté otvorené trávnaté plochy, ktorých úbytok pokračuje aj vo vrchnom sarmate. Predstavu o súvisle zarastených paleobiotopoch bez väčších otvorených plôch podporuje zloženie močiarnej paleovegetácie s dominujúcou stromovitou zložkou, čo napokon významne vplývalo na migračné cesty fauny Stála prítomnosť paleotropických elementov, ktorá je v strednom sarmate vyššia, aj napriek prevahe arktoterciérnych prvkov umožňuje charakterizovať paleoklimatické podmienky ako subtropické a pomerne humídne. Hranica so stredným sarmatom sa v palynospektre odrazila miernym rastom horskej paleovegetácie, ktorá smerom do nadložia postupne nahrádza mezofytickú, aj keď tá ešte stále prevažuje. Takýto vývojový trend pokračuje až do panónu B. Paleoekologické smeny asi súvisia s nastupujúcou zmenou reliéfu a pokračujú v panóne. Zmeny geofloristických prvkov sú minimálne a prejavili sa v miernom znížení paleotropických prvkov

Panónske vegetačné spoločenstvá sú slabšie diverzifikované. Zmeny v palynospektre sú oveľa nápadnejšie ako v sarmate V panóne B je už zrejmá prevaha horskej vegetácie a na ústupe

je močiarny paleobiotop s lužným. Ostatné typy paleovegetačných spoločenstiev sú zastúpené skromnejšie. Pomerne veľké zmeny sú aj v geofloristických prvkoch, najmä pokiaľ ide o arktoterciérne prvky, ktoré sú zväčša súčasťou horskej vegetácie. Paleotropické prvky sú prítomné vždy a indikujú stále veľmi teplú klímu. Spomenuté zmeny v paleovegetačných spoločenstvách a v geofloristických prvkoch sú pravdepodobne odrazom hlavne vertikálnych zmien reliéfu.

Veľká zmena v zastúpení vegetačných spoločenstiev v panóne C/D v strednej časti vrtu nesúvisí ani tak s paleoklimatickými či paleoekologickými aspektmi ako skôr s rozdielnym sedimentačným režimom. Prejavilo sa to najmä v poklese počtu druhov a v nekvalitnom zachovaní sporomorf. Horská paleovegetácia svoje dominantné postavenie stráca.

Nápadnou klimatickou zmenou v panóne E je rast močiarnej a vodnej vegetácie. Horskú paleovegetáciu nahrádza mezofytická paleoflóra. Na rozdiel od sarmatu v močiarnom paleospoločenstve začala dominovať kríkovitá zložka. Rozvoj takýchto paleobiotopov úzko súvisí s rozšírením prostredia delt a odrazom sú aj zmeny v sedimentárnom zázname. Identifikovalo sa niekoľko nahor hrubnúcich sedimentárnych cyklov, ktoré jasne vypovedajú o prograduj úcej delte. Rozšírenie otvorených trávnatých plôch a tým aj možnosť vytvárania nových migračných ciest fauny signalizuje aj rastúci podiel prvkov NAP (najmä Poaceae)

A. BOGUCKA[1], M. MANECKI[1], T. BAJDA[1], W. MOZGAWA[2]

Mimetite formation from goethite adsorbed arsenate

[1]Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, AGH – University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 33-059 Cracow, Poland; sofisteria@wp.pl
[2]Faculty of Materials Science and Ceramics, AGH – University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland

In-situ Pb immobilization, now routinely applied technology for the reclamation of lead contaminated soils, is based on the principle that the formation of highly insoluble mineral pyromorphite $Pb_5(PO_4)_3Cl$ is induced by application of aqueous phosphate to soil pore solutions containing Pb. This converts other more bioavailable lead species into highly immobile form resulting in neutralization of the toxicity without physical removal. Bioavailability of arsenic in contaminated wastes can also be reduced to insignificant levels by conversion of arsenate species into mimetite $Pb_5(AsO_4)_3Cl$, induced by amendment with a lead. However, bioavailability of heavy metals is not only controlled by the dissolution and precipitation of discrete mineral phases but also by sorption/desorption processes. AsO_4^{3-} can be specifically adsorbed on goethite α-$Fe(OH)_3$, often present in soils and wastes. The specific adsorption of arsenate ion onto goethite is strong and partly irreversible in the way that desorption by washing with a solution of non-specifically adsorbed anions is very limited. Initial rapid adsorption is followed by slow stage, which may take hours or even days until equilibrium is reached. Despite the stability of arsenate ions adsorbed on goethite surface, the reaction between goethite-adsorbed arsenates and aqueous lead in the presence of Cl^- results in crystallization of mimetite. Two morphological forms of mimetite were observed: 1) incrustations, indicating direct reaction of Pb and Cl ions with AsO_4^{3-} adsorbed on goethite surface, and 2) loose aggregates of mimetite crystals indicating that the reaction with AsO_4^{3-} ions took place in the volume of the solution. The former suggests that precipitation of mimetite is faster than desorption of arsenates. The presence of aqueous Pb serves as a sink for arsenate ions by shifting the equilibrium and inducing AsO_4^{3-} desorption. This reaction converts potentially bioavailable as sorbed on goethite surface into a much more stable form of mimetite.

This work was supported by the MEN as the AGH-University of Science and Technology grant No. 11.11.140.158.

M. BOROVSKÝ: **Využitie presiometrických skúšok pri inžinierskogeologickom prieskume diaľničného úseku D1 Hubová – Ivachnová**

Geofos, s. r o., Veľký Diel, Žilina

Pri plnení úlohy *Inžinierskogeologický prieskum stavby diaľnice D1 Hubová – Ivachnová* sa pre veľký počet plánovaných mostných objektov na trase venovala zvýšená pozornosť presiometrickým skúškam. Vykonávali sa v paleogénnych (flyšových) a mezozoických horninách, ako aj v kvartérnych sedimentoch v rozličnom stupni zvetrania. Paleogénne horniny litologicky reprezentoval najmä vápnitý ílovec s polohami laminovaného doskovitého pieskovca, v menšej miere aj karbonatický vápnitý zlepenec a brekcia, mezozoické hlavne slieňovec, vápnitý ílovec a slienitý vápenec.

Podstata presiometrickej skúšky spočíva vo vykonaní zaťažovacej skúšky radiálnym tlakom na stenu malopriemerového vrtu pomocou presiometrickej sondy, ktorá zapustená do vrtu umožňuje merať jeho deformáciu v potrebnej hĺbke indikáciou objemových zmien kvapaliny v presiometrickom prístroji. Cieľom presiometrických skúšok sú informácie o deformačnopevnostných vlastnostiach horninového prostredia až do jeho porušenia.

Zo skúšok možno určiť začiatok pružnoplastickej fázy namáhania, tlak p_o, medzu dotvárania, tlak p_f, medzu limitného tlaku p_{lim} (zodpovedajúceho medznej únosnosti prostredia) a presiometrický modul E_p.

Z meraní sme získali nasledujúci priemerný presiometrický modul E_p [Mpa], charakteristický pre horninové prostredia:

kvartér – deluviálny komplex – 28 MPa, fluviálny komplex – 31 MPa,
mezozoikum – piesčité ílovce – 284 MPa, slieňovce – 181 MPa, – vápence – 362 MPa,
paleogén – ílovce – 142 MPa, ílovce s pieskovcami – 163 MPa, – pieskovce – 269 MPa, zlepence – 179 MPa.

Pestrosť geologického prostredia sa prejavila vo variabilite presiometrických modulov E_p, ale tie zložité základové pomery mostných konštrukcií na plánovanom diaľničnom úseku stavby D1 Hubová – Ivachnová charakterizujú v plnej miere.

R. ĎUROVIČ: **Telesá litotamniového vápenca v neogénnej sedimentárnej výplni viedenskej panvy ako objekt prospekcie ložísk uhľovodíkov**

EURO-GEOLOGIC, a. s., Tomášikova 26, 821 01 Bratislava

Organogénny litotamniový vápenec sa v neogénnej sedimentárnej výplni viedenskej panvy vyskytuje v dvoch formách. V južnej časti vytvára kupolovité telesá – biohermy a v severnej plošne rozsiahle vrstvovité telesá – biostrómy. Tvar telies závisí predovšetkým od paleoenvironmentálnych podmienok. Obidve formy majú dobré kolektorské vlastnosti (pórovitosť a priepustnosť) a sú potenciálnymi štruktúrami, v ktorých sa pri vhodných úložných pomeroch akumulujú uhľovodíky.

Nové interpretačné metódy seizmického merania 2D a 3D poskytujú pri prospekcii takýchto, tzv. neantiklinálnych typov ložísk široké možnosti. V severnej časti viedenskej panvy sa v rokoch 2000–2005 vykonali a potom interpretovali seizmické merania 3D. Metódy seizmickej faciálnej analýzy a analýza seizmických atribútov umožnili zo seizmického obrazu identifikovať a plošne veľmi presne vymedziť rozšírenie biostróm telies litotamniového vápenca obklopených klas-

tickými sedimentmi a detailná analýza seizmických atribútov naznačila možnosť sledovať aj petrofyzikálne vlastnosti jednotlivých telies.

Použité moderné metódy seizmického prieskumu otvárajú nové možnosti prospekcie netradičných resp. neantiklinálnych typov ložísk uhľovodíkov, medzi ktoré vo viedenskej panve možno zaradiť aj biostrómy alebo biohermy telies litotamniového vápenca. Zaujímavé výsledky sa dajú dosiahnuť dokonca aj v takých starých a relatívne dobre preskúmaných roponosných a plynonosných regiónoch, akým nesporne je aj viedenská panva.

J. FLIS[1], M. MANECKI[1], T. BAJDA[1], W. MOZGAWA[2]: **Anionic substitutions in the lead apatites series $Pb_{10}(PO_4)_6Cl_2$ – $Pb_{10}(AsO_4)_6Cl_2$ – $Pb_{10}(VO_4)_6Cl_2$ (preliminary results)**

[1]Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, AGH – University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland; sofisteria@wp.pl
[2]Faculty of Materials Science and Ceramics, AGH – University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30. 30-059 Cracow, Poland

Pyromorphite $Pb_{10}(PO_4)_6Cl_2$, mimetite $Pb_{10}(AsO_4)_6Cl_2$ and vanadinite $Pb_{10}(VO_4)_6Cl_2$ (commonly called: lead apatites) are isostructural minerals with apatite. The interest in research on this specific group of minerals constantly increases, as their formation can be used for immobilization of hazardous heavy metals in contaminated soils and industrial wastes. Unlike the wide knowledge about cationic substitutions, influence of anionic substitutions upon the properties, stability and consequent environmental behaviour of the lead apatites is weakly recognized. Natural pyromorphite, mimetite and vanadinite often exhibit some anionic substitutions. This suggests that they tend to form solid solutions which are relatively stable in environment. According to published X-ray diffraction studies of the lead apatites series synthesized at 60–80 °C, the solid solutions between the end members are complete. Such high temperature of the synthesis, however, does not correspond to the conditions prevailing in soils and has limited environmental significance. Furthermore, published X-ray data are not supported by the chemical analysis of precipitated solids.

In order to supplement the knowledge, a number of compounds covering a wide range of compositions between the end members of the lead apatites series were synthesized by dropwise mixing of K_2HPO_4, $Na_2HAsO_4{\cdot}7H_2O$, $NaVO_3$, $Pb(NO_3)_2$ and KCl at the room temperature. The SEM-EDS and X-ray diffraction analysis followed by calculations of unit cell parameters of the precipitates confirm that the pyromorphite – mimetite solid solution is continuous at low temperatures. However, most of precipitates from the vanadinite-mimetite and vanadinite-pyromorphite series contain some amount of $Pb_2V_2O_7$ impurities. Their simultaneous formation influences significantly the ionic proportions of the synthesized phases. Although some indications of complete vanadinite-pyromorphite and vanadinite-mimetite solid solutions formed at 20 °C can be recognized, the evidence is still ambiguous.

This work was supported by the MEN grant No. 18.25.140.365.

M. GOLEJ: **Diverzita a časopriestorové zmeny v spoločenstvách lastúrnikov vrchného triasu (hybské súvrstvie, Západné Karpaty)**

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, P. O. Box 106, 840 05 Bratislava 45, Slovak Republic; geolmgol@savba.sk

V Západných Karpatoch sú na fosílne zvyšky lastúrnikov najbohatšie vrchnotriasové horniny. Jednou z „učebnicových" lokalít sú Hybe v Nízkych Tatrách. Hybské súvrstvie bielovážskej série chočského príkrovu v záreze Bieleho Váhu je ekvivalentné kössenským vrstvám Álp a podobne na obidvoch sledovaných miestach obsahuje veľmi bohatú faunu. Z profilu Kantorská a Šimkovičová sa spomedzi 1000 zvyškov lastúrnikov určilo 35 druhov. Z jednotlivých vrstiev sa zhodnotili spoločenstvá a ako rozhodujúci faktor diverzity sa ukázal typ substrátu. Prvá sa vyvinula na spevnenom a stabilnom substráte *(Actinostreon haidingerianum/Chlamys simkovicsi, Actinostreon haidingerianum/Chlamys* sp., *„Parallelodon hettangiensis"/Plagiostoma punctatum* a *Plagiostoma subvaloniense/Atreta „intusstriata")* a druhá na pôvodne mäkkom *(Modiolus „hybbensis"* a *Chlamys valoniensis)*. V prvom spoločenstve produkcia schránok prevyšovala rýchlosť sedimentácie a ide o časovo dlhší úsek zaznamenaný v hornine s viacerými generáciami, v druhom v rámci vrstvy vždy ide o skupinu jedincov tvoriacich jedno spoločenstvo v rovnakom časovom intervale. Obidve prostredia obývali prevažne rovnaké (väčšinou oportunisti) a veľmi ekologicky tolerantné druhy, ale zmeny v substráte sa prejavili vznikom špeciálne adaptovaných morfotypov. V celom spoločenstve dominuje epifauna, filtrátory suspenzie. Zo semiinfaunálnych lastúrnikov sú zastúpené len voľne hrabúce filtrátory suspenzie, z infaunálnych sa iba na profile Kantorská našli dva druhy filtrujúce depozit. Prostredie mäkkého sedimentu bolo zrejme veľmi ochudobnené o O, a preto posledná skupina nemohla tento priestor osídliť a spevnený substrát pre jej spôsob života nebol vhodný. Vyčlenené asociácie sa navyše zhodujú s biofáciou eiberského člena *Oxytoma* (čo je vrchná časť kössenského súvrstvia).

Opísaný je nový druh *Camptonectes (Camptochlamys?)* sp. nov., ktorý je akousi prechodnou formou medzi podrodom *Camptonectes* a *Camptochlamys*. Prvý raz sa pozorovala antimarginálna (ryhovaná, zbrázdená) mikroštruktúra schránok druhu *„Chlamys (Chlamys)" simkovicsi* (GOETEL, 1917) a *„Chlamys (Chlamys)" valoniensis* (DEFRANCE, 1825).

B. CHALUPOVÁ: **Paleoekológia sarmatských rýb z vrtu ŠVM-1 Tajná (Podunajská panva, Slovensko)**

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava, geolchal@savba.sk

Analýza fosílnej rybej fauny zo štruktúrneho vrtu Tajná pri Mochovciach poskytla cenné informácie o paleoekologickom charaktere prostredia.

Vrt bol vyhĺbený na JZ od Tajnej (komjatická depresia) na prieskum podložia Podunajskej panvy. Je dlhý do 211 m a prechádza súborom sedimentov pliocénneho až sarmatského veku. V intervale 1,00 až 24,00 m sa navŕtalo volkovské a pod ním v hĺbke 24,00 až 11,70 m bolo ivanské súvrstvie. Sarmat v úseku 111,70 až 211,00 m zastupovalo vrábeľské súvrstvie. Tvoria ho hlavne slabo laminované až masívne ílovcové polohy striedajúce sa s polohami silne laminovaného ílovca a ílovca s hojnými kriedovými laminami rovnakého pôvodu, ako sú v panóne B. Skúmaný materiál pochádzal zo sivého silne laminovaného vrchnosarmatského a strednosarmatského ílovca (od 115,4–5 po 163,5–6 m).

Opísané spoločenstvo rybej fauny tvoril druh *Gobiidarum triangularis* (Weiler, 1943), *Alosa* sp., *Atherina* sp. čeľaď Clupeidae gen. et sp. indet., Engraulidae gen. et sp. indet., Triglidae gen. et sp. indet., Gobiidae gen. et sp. indet. a rad Gadiformes sp. (juvenile). V celom vrte boli priebežné iba dva taxóny otolitov, a to druh *Gobiidarum triangularis* (Weiler, 1943) a otolity radu Gadiformes. Ostatné taxóny sa vyskytovali iba vo vrchných častiach a to v hĺbke od 115,4–5 po 143,3 m.

Nájdené rybie zvyšky dokumentujú plytkovodnejšie podmienky – sublitorálnu oblasť blízko pevniny v spodných vrstvách s brakickým charakterom pri sedimentácii ílovcových vrstiev subtropického až mierneho pásma, čo potvrdila aj analýza ostatnej nájdenej fauny (vápnitý nanoplanktón, foraminifery a ostrakóda). Tie poukázali aj na sedimentáciu v brakickom bazéne hlbokom 30–40 m, ktorý mohol byť husto porastený riasami, o čom svedčí aj výskyt čeľade Gobiidae (Bonaparte, 1831).

A. IZAK[1], E. BORTEL[2], A. KOCHANOWSKI[2]: **Natural and synthetic raws formed by gel – casting**

[1]AGH – University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics Mickiewicza Av. 30, 30-059 Cracow, Poland
[2]Jagiellonian University, Faculty of Chemistry, Ingardena 3 Str., 30-060 Cracow, Poland

Gellation of ceramics slurries, is a modification of traditional casting and radical polymerization. Ceramics powder is mixed with acryloamide monomer (AAm) and crosslinker aqua-solution, then activator (TMEDA + $K_2S_2O_8$) is added. Slurry is casting into the unporous mold where polymerized in situ to immobilize the powder in the ceramics hydrogel, then it is removed from the mold, dried and fired.

Both natural and synthetic mineral raws were used in the researches. The natural material were alumina, zirconia and kaolinite, and the synthetic one was silicon carbide obtained in Achesson process.

The research concerned the influence of ceramics powder's granulation on quality of hydrogel. Scanning Electron Microscopy (SEM) was applied to determine differences in the surface morphology of the tested materials and homogeneity of the dried and fired samples. Mineral states were investigated using X-ray diffraction method on samples before and after buring.

Š. JÓZSA. **Planktonické foraminifery pelagických sedimentov aptu/albu nižnianskej jednotky (pieninské bradlové pásmo, Západné Karpaty)**

Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava; jozsa@fns.uniba.sk

Najnovší výskum v nižnianskej jednotke potvrdil výskyt pelagických sedimentov s diverzifikovanou faunou planktonických foraminifer aptu/albu. Sedimenty sa zdokumentovali na profile Ostrý vrch pri Dlhej nad Oravou a Vysoký grúň pri Krivej. Dáta odrážajú náhlu paleooceanografickú zmenu zo stratifikovaného mora s anoxickými podmienkami pri dne v spodnom a na báze vrchného aptu na podmienky otvoreného, dobre prekysličeného mora vo vrchnom apte/albe.

Spoločenstvo bázy vrchného aptu (najvrchnejšia časť zóny *Leupoldina cabri* až najspodnejšia časť zóny *Globigerinelloides ferreolensis*) sa zdokumentovalo na profile Ostrý vrch v čiernych slieňoch kotmorského súvrstvia. Toto súvrstvie predstavuje polohy v kalciturbiditoch nižnianskeho súvrstvia. Vyplavená mikrofauna obsahovala rod *Blefusciana, Leupoldina, Blowiella, Lilliptianella* a *Schackoina*. Vrchnoaptské/albské spoločenstvá Vysokého grúňa prejavujú nižšiu diverzitu. Silicity vrchného aptu (zóna *Globigerinelloides algerianus*) predstavujú náhlu zmenu v paleooceanografickom režime sedimentačného priestoru sprevádzanú „boomom" planktonických foraminifer Zastúpený je aj rod *Blefusciana* a *Globigerinelloides*. Vyššie zastúpenie planktónu klesá a nastupuje sedimentácia tzv. červených vrstiev *(red beds)*. Zdokumentovala sa tu mikrofauna ?vrchného aptu – spodného albu s rodom *Blefusciana, Hedbergella* a *Ticinella*. Vysoko oxidické podmienky a postupné prehlbovanie sedimentačného priestoru spôsobili veľmi zlé zachovanie, pričom postupne do nadložia planktónu ubúda. Zriedkavé výskyty vrchnoaptských planktonických jednokýlových foriem sú vo vrchných častiach súvrstvia. Sedimentácia tisalského súvrstvia sa pravdepodobne skončila vo vrchnom albe – ?cenomane, keď ju vystriedala sedimentácia čiernych hlbokomorských rádiolaritov gronského súvrstvia.

M. KUBIŠ, A. MATEJČEK: **Geologicko-tektonická stavba bratislavského masívu v profile tunela Sitina**

Geofos, s. r. o., Veľký Diel, Žilina

Tunel Sitina je súčasťou stavby 3,3 km dlhého úseku diaľnice D2 Lamačská cesta – Staré grunty v intraviláne Bratislavy. Trasa 1,5 km dlhého dvojprúdového tunela vedie pod pahorkom Sitina v južnej časti bratislavského masívu Malých Karpát.

Teleso tunela sa razí v granitoidnom masíve s hojnými pegmatitovými žilami a s enklávami kryštalickej bridlice plášťa. Povrch masívu v blízkosti tunela je intenzívne zvetraný a pokrytý antropogénnou navážkou, pod ktorou je súvislá vrstva sedimentov v hrúbke 2 až 4, v terénnych depresiách až 15 m. V skúmanom území majú dominantné postavenie granitoidy, najčastejšie biotiticko-muskovitické a v menšej miere sú zastúpené dvojsľudné syenogranity až monzogranity. Ide o strednozrnné rovnomerne zrnité horniny sivej až sivozelenej farby s hypidiomorfne zrnitou textúrou. Granitoidy sú relatívne pevné, ale veľmi intenzívne popukané. Pegmatity sú veľmi hojné a vyskytujú sa takmer v celej dĺžke tunelových rúr, najčastejšie vo forme pravých žíl hrubých 5 až 150 cm alebo nepravidelných šošoviek veľkých až do 1–2 m. Prevažná časť pegmatitov je primitívna a nezonálna, len lokálne možno pozorovať zonálnu stavbu. Kryštalické bridlice metamorfného plášťa (pararuly) tvoria doskovité telesá zavrásnené do prostredia granitoidov prípadne ostro ohraničené bloky veľké 0,2 až 30 m. Tieto horniny sú jemnozrnné až drobnozrnné, tmavosivé až sivočierne, s výraznou bridličnatou až páskovanou textúrou.

Granitoidný masív v celej dĺžke razenia tunela intenzívne porušujú krehké (rupturálne) a krehkoplastické deformácie. Rupturálne deformácie sú generálne strmo sklonené a tvoria suitu smernoposuvných zlomov smeru SZ–JV (ZSZ–VJV) a SV–JZ so sklonom 60–85° na JZ resp. na JV Krehkoplastické deformácie sú reprezentované strižnými zónami s typickými štruktúrami mylonitov. Tieto poruchy tvoria až niekoľkometrové zóny smeru ZSZ–VJV (SZ–JV) a SV–JZ so sklonom 25–60° na JZ resp. JV, a doskovitú stavbu granitoidného masívu a majú poklesový charakter

H. KUCHA[1], B. RAJCHEL[2]: **Crystallochemistry of oxysulphides and their influence on mobility of Zn, Pb, As and Tl, Upper Silesian Zn-Pb deposits, Poland**

[1]AGH University of Science and Technology; Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, Ave. Mickiewicza 30. 30-059 Cracow, Poland
[2]Institute of Geology and Environmental Protection, Ave. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland

The Zn-Pb ores of the Upper Silesian district occur in the Triassic carbonate cover rocks. Part of the district is located over sub-outcrops of the Upper Silesian Coal Basin, part over the mineralized Krakow Variscides. The host rock, the Ore Bearing Dolomite (OBD), in entire District is enriched in Fe, Zn and Pb; the metals are either substituted in the carbonate structure or are present as finely dispersed

sulphides. Ore minerals in the Upper Silesia are represented by sphalerite, galena, pyrite, marcasite and Fe-Pb- and Fe-Pb-As-(Tl)--oxysulphides. The Upper Silesian Ores have been considered as mineralization of the Mississippi Valley Type lead-zinc (MVT Zn-Pb).

Sulphur valence was measured with an ARL SEMQ probe at the Institute of Mineralogy and Petrology, Mining University Leoben, Austria. Analyses were made at 20kV, with the following spectral lines and synthetic standards: F Kα(CaF_2), Cl Kα(NaCl), Na Kα, Al Kα, Si Kα($NaAlSi_3O_8$), Mg Kα(Mg_2SiO_4), K Kα($KAlSi_3O_8$), Ca Kα($CaCO_3$); Cl Kα(tugtupit); Mn Kα, Fe Kα, S Kα(FeS_2); Co Kα, Fe Kα, As Kα, Kβ(FeAsS), Zn Kα, Se Kα, Ni Kα, Sb Lα(NiSbS), Pb Mα(PbS). Samples from Pomorzany, Upper Silesia, Poland, were studied. Sulphur valence was determined from valence-related SKα and SKβ, shifts, valence-related satellites and fine scans of the SKβ, peak top. Measured sulphur valences are compared with sulphur valences calculated from the chemical formula.

Sulphur valences measured by the SKα shift are –0.05; +0.2; +0,5 and +0.75. Sulphur valences measured by the SKβ, shift give lower sulphur valences: –0.9; –0.8; –0.75; –0.6; –0.3. Occurrence of various oxysulphides of Fe, Pb and Zn results in an increased trace element contents including high contents of Fe, As, Pb and Tl. The high concentration of Fe, S and O in the studied minerals was observed. They contain 40.68 to 47.24 wt. % of Fe, 33.88–49.22 wt. % of S and 2.56–21.20 wt. % of O. The Pb and Zn contents (wt. %) vary from 1.24–3.09 and from 0.17–0.72, respectively. The As and Tl contents vary from 0.05–0.55 wt. % and from ≤0.05–0.67 wt.%, respectively.

Oxysulphides of iron are composed of several fine bands and inclusions of distinct compounds with different sulphur valences and different related oxygen content and distinct optical properties in reflected light. Oxysulphides are common minerals and have sulphur valences from –1 to +4. The higher sulphur valences are associated with appearance of Zn-carbonates. Many oxysulphides show oscillatory zoning with the respect to S valences suggesting fluctuation of precipitation regime from oxidizing to reducing. A preliminary research of crystallochemistry of Fe, Pb, As, (Tl) oxysulphides with mixed sulphur valences suggests the presence of viaeneite (Fe_4S_8O; S_2^{2-} and S_2^{6+}), subsulphide ($M^{2+}S_2O_4$; S^{3+}), disulphide ($M^{2+}S_2$, S_2^{2-}), and thiosulphates ($M^{2+}S_2O_3$, S^{2-} and S^{6+}).

H. KUCHA, M. WDOWIN: **Determination of crystal structure of $Cu_9Pb_{0.5}Fe_{0.4}S_6$ by XRD Gandolfi and TEM single crystal measurements**

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Cracow, Poland; wdowin@uci.agh.edu.pl

Sulphide-calcite veins cutting black shale in Kupferschiefer deposits, Poland, contain $Cu_9Pb_{0.5}Fe_{0.4}S_6$ mineral. This phase occurs with minerals bornite, "half" bornite, "quarter" bornite, digenite, chalcocite, sphalerite and galena.

$Cu_9Pb_{0.5}Fe_{0.4}S_6$ shows optical similarity to betekhtinite $Cu_9Fe_{0.6}Pb_{0.3}S_6$, but it differs from betekhtinite by:

a) twice higher Pb content and consequently by its chemical formula,

b) isometric crystal habit (betekhtinite forms elongated needle-shaped crystals),

c) XRD pattern and single crystal electron diffraction patterns (betekhtinite is orthorhombic).

The crystal structure of this mineral was studied by X-ray diffraction (XRD) Gandolfi camera (d-values, cell parameters) and single crystal transmission electron microscope (TEM) technique (single crystal diffraction patterns, interplanar angles).

Using this method, interpretation of X-ray diffraction and electron data shows that this mineral is triclinic. The following preliminary cell parameters were established from Gandolfi camera: a_0 = 7.50 Å, b_0 = 8.06 Å, c_0 = 9.20 Å and α = 87°, β = 98°, γ = 89° A comparision of measured and calculated d-values and interplanar angles show a good compatibility proving triclinic symmetry as appropriate solution for the XRD and electron diffraction data.

M. KUMMEROVÁ, M. ŠMIHUĽA, R. FARKAŠOVSKÝ: **Štruktúrna stavba strižných zón na styku lodinského komplexu s komplexom Bujanovej čiernohorského veporika**

Katedra geológie a mineralógie Technickej univerzity v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice

Čiernohorské veporikum buduje východný okraj západokarpatských internid. Tvoria ho komplexy kryštalinických hornín, mladopaleozoické až mezozoické obalové formácie a trosky chočského príkrovu. Na JZ je tektonicky oddelené od paleozoických hornín gemerika na margecianskej strižnej zóne. Východný a južný okraj je transgresívne prekrytý paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi.

Čiernohorské kryštalinikum tvoria tri litostratigrafické komplexy (Jacko, 1985). Spodný, lodinský komplex (ruly, svory a amfibolity) patrí do strednej (Bezák, 1994), miklušovský (migmatity a leukogranity) a komplex Bujanovej (ruly, migmatity, amfibolity a granitoidy) do vrchnej litotektonickej jednotky variskej stavby západokarpatských internid (Bezák, 1994).

Skúmané strižné zóny majú smer SZ–JV a stredný sklon na JZ (Jacko et al., 1996). Sú to alpínske štruktúry tektonicky oddeľujúce lodinský komplex od komplexu Bujanovej zónami krehkoplastických tektonitov – mylonitov. Mylonity študovanej oblasti sú charakteristické stavbou C/S, intenzívnym vývojom kliváže strižných pásov a subhorizontálnej lineácie vytiahnutia minerálov smeru SZ–JV na jej plochách. Deformácia v strižných zónach prebiehala v metamorfných podmienkach nízkeho stupňa (Korikovskij et al., 1989).

Plochy C strižných pásov sa skláňajú na J až JV Štúdium asymetrických vzťahov plochy C a S mylonitov potvrdilo pohyb nadložných krýh na týchto plochách v zmysle sz. – jv orientácie lineácie vytiahnutia minerálov na JV až VJV Tieto pohyby reprezentujú terciérnu krehkoplastickú reaktiváciu tektonitov v strižných zónach smeru SZ–JV

M. KUŹNIAKOWSKA, E. HELIOS-RYBICKA: **Impact of the Nitric Plant in Tarnów (southern Poland) on the contamination of surface water system with heavy metals**

AGH-University of Science and Technology, Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland; kuzniako@agh.edu.pl

Industrial waste disposal (Czajki I, II) are located in old gravel headings at the distance of 1.5 km from Nitric Plant and 0.8 km west from the right bank of the Dunajec River In the vicinity also another smaller rivers are located: the Klikowski stream, the Chyszowski drainage ditch and the Biała Tarnowska River

The aim of the studies – which are the first stage of broad investigation on given area – was to evaluate the contamination of the streams in the surroundings of the waste disposal on the basis of heavy metals concentration in water, suspended matter and bottom sediments and the selected physico-chemical parameters (pH. Eh, main anions). Samples (17) of water and bottom sediment were

taken from four rivers (the Dunajec, Biała Tarnowska, Klikowski stream, Chyszowski drainage ditch) The water samples were analyzed for concentration of anions and heavy metals using IC and ICP-MS methods respectively Concentration of Zn, Pb, Cu, Fe, Mn, Ni, Cr, Cd was measured using AAS for bottom sediments and ICP-MS for suspended matter samples.

The obtained results showed that sediment samples of the Dunajec River and the Biała Tarnowska River contain the metals as follows: 73–140 mg/kg Zn, 19–40 mg/kg Pb, 460–790 mg/kg Mn, 16–26 mg/kg Ni, 1.4–2.7 mg/kg Cr, 1.44–3.60 mg/kg Cd and 19–33 mg/kg Cu. According to LAVA classification bottom sediments of those rivers with exception of Cd are not polluted (class I) with studied metals. Taking into account the concentration of Cd in the sediment samples, they are strongly polluted (class II-III and III) The sediment samples were taken very close to the rivers bank, where the values of Eh and pH showed oxidized (150–220 mV) and neutral (pH 7 19–7.67) conditions. Obtained results showed in the suspended matter the higher concentration than in the bottom sediment samples. Zn (128–788 mg/kg), Pb (86–711 mg/kg), Ni (72–302 mg/kg), Cr (115–258 mg/kg), Cu (51–105 mg/kg) and lower amounts of Cd (0.79–0.93 mg/kg). Generally, suspended matter from the Dunajec River and the Biała Tarnowska River were classified as moderately polluted and unpolluted (class I and II).

Bottom sediments of the Chyszowski drainage ditch and the Klikowski stream showed higher amounts of heavy metals. The sediments were insignificantly enriched in Cu (46–123 mg/kg), Pb (72–170 mg/kg) and Zn (27–1156 mg/kg), whereas the Cd content was very high (4.26–22.91 mg/kg) Concentrations of Ni and Cr remained low 23–36 mg/kg and 1–22 mg/kg respectively. The sediments were classified as unpolluted and slightly polluted because of Ni and Cr, moderately and highly polluted with Cu, Pb, Zn and very strongly polluted with Cd.

The suspended matter samples in comparison with sediments showed the higher amounts of Cr (102–611 mg/kg), Ni (33–720 mg/kg) and Cu (54–317 mg/kg) Only in few samples the high amount of Zn (540–830 mg/kg) was found. Concentration of Pb and Cd was very low. The suspended matter samples from the Klikowski stream and the Chyszowski drainage ditch were classified to class II-III (moderately polluted) with Cr and Cu, class II-IV Ni (moderately to highly polluted) with Ni. The obtained pH values showed neutral and slightly alkaline conditions.

Higher amounts of metals were found in smaller streams (the Chyszowski drainage ditch, the Klikowski stream), situated closer to the waste disposal. In bigger rivers higher contents were stated in the samples taken close to the outlet. Especially Cd in bottom sediments seems to be of particular concern because of its high amount and mobility The impact of waste disposal on the elevated metals especially of Cd in the rivers solids is rather evident. Cadmium as very mobile metal is leached out from the waste particles and migrate to the river system, where because of pH and Eh changes it can be bound to the sediment particles.

E. ŁOJAN, H. KUCHA: **Minerals of heavy metals in sediments of the Wilga river, industrial area, Cracow**

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH-University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland; lojan@agh.edu.pl

The Wilga river is a tributary of the Vistula river It flows into the Vistula river as the largest and the most polluted tributary in the Cracow area.

Industrial works such as tanneries, foundries and electroplating plants using technologies based on heavy metals, discharged their liquid waste water to the Wilga river for many years. Their waste water and sewage together with expanded industrial infrastructure strongly influenced all components of the Wilga river environment. Pollutions such as heavy metals carried into the water, cumulate mainly in the bottom sediments. These sediments form a large mass and remain in the permanent contact with contaminated water Contamination of sediments remains high in spite of the fact that fur industry was reorganized and tanneries do not exist anymore. That is why the successive research of the bottom sediments of the Wilga river was carried out. Investigations of bottom sediments of the Wilga river were made on samples collected in the last of 1.5-km section of the river between the Rydlówka street and the Vistula river

The collected samples were divided into light – 77.56 % (clays, quartz) and heavy fractions – 22.44 % (iron oxide, oxysulphides, authigenic sulphides) Chemical analyses of samples were made with atomic absorption spectrometry (AAS) for Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb. Heavy fraction is enriched in [mg/kg]: Zn 210–26 839, Cu 95–13 858, Pb 225–17 939 and Cd 3–310. Concentration of Cr and Ni were considerably lower [mg/kg] 5–58 Cr, 4–51 Ni. In the light fraction amount of those elements was higher (Cr to 43, Ni to 20 mg/kg). Content [mg/kg] of Cu, Zn, Cd, Pb in light fraction was variable 52–107 Cu, 220–400 Zn, 1–4 Cd, 45–99 Pb. The bulk (unprocessed) samples contain the following amounts of metals [mg/kg] 2–16 Cr, 15–69 Ni, 8–143 Cu, 96–1273 Zn, 1–16 Cd and 18–262 Pb.

Investigations with X-ray method showed the presence of clay minerals (smectite, illite, kaolinite), potassium feldspars (sanidine, orthoclase), anorthite, calcite, quartz, iron oxides and pyrite.

Investigations with a field emission scanning electron microscope (FESEM) showed the presence of clay minerals intercalated with hydrated iron oxides and oxysulphides. The presence of covellite, chalcopyrite and pyrite in the heavy fraction was also confirmed.

Sulphides come probably from discharge sewage pipes, where in reducing conditions, precipitation of pollutions from industrial sewage took place. FESEM research suggests that observed epitaxial interlayers of clay minerals and oxysulphides were formed in the same process. River bottom sediments retain Eh from –45 to –14 and pH from 7.08 to 7.53, and under these conditions sulphides from discharge sewage pipes may be stable.

Obtained results show, that the mineral composition of the investigated fluvial sediments is the basic factor controlling the distribution of heavy elements in bottom sediments in the Wilga river The main heavy metal sorbents are hydrated iron oxides, iron oxysulphides and less clay minerals.

The investigation was financed by KBN, project No. 10.10.140. 304

J. MAJKA, A. PIECZKA, B. GOŁĘBIOWSKA: **Zonal tourmalines from hornfelses of Rędziny (Lower Silesia, Poland)**

AGH-University of Science and Technology, Dpt. of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland

The Rędziny quarry is located in the middle part of the Rudawy Janowickie Range within dolostones, surrounded by hornfelses, calc-silicate rocks and mica schists of the Kowary-Czarnów Unit (eastern envelope of the Karkonosze granite), containing a dispersed ore mineralization. Within dark-tingled andalusite bearing hornfelses numerous zoned crystals of tourmaline have been found. These tourmalines shown in EMP studies 7 stages of their crystallization. The core (43–50 % Sch, 42–48 % Drv, 8–5 % Ol) evolves toward varieties with lower amount of Al as a result of the [Na(Fe,Mg)](□Al)-1 substitution. Similar trends are visible in the zone II (47–52 % Sch,

43–49 % Drv, 2–4 % Ol). In the zone III (52–45 % Sch, 48–55 % Drv) and IV (41–47 % Sch, 59–53 % Drv, 2–0 % Ol) tourmaline is still more Al-depleted and Mg-enriched. A tendency of Mg-contamination was checked during crystallization of the zone V (40 % Sch, 56–60 % Drv, 0–4 % Ol) During the stages III-IV the substitution at the X site is independent from the $Mg(Fe)_{-1}$ substitution at Y site, and can be ascribed as $Ca\square(2Na)_{-1}$ replacement. An increase of Na and Al in the zone V suggests limited $NaAl(CaMg)_{-1}$ substitution. In contrast to preceding zones tourmaline VI shows maximum content of Al (25–35 % Sch, 41–48 % Drv, 28–21 % Ol) with tendency of $Fe(MgAl)_{-1}$ substitution, whereas tourmaline VII (34–38 % Sch, 44–51 % Drv, 18–11 % Ol) the $(Mg,Fe)Al_{-1}$ substitution. Both varieties are highly depleted of Si (~5.8 apfu) and distinctly of F (from 0.14 to 0.05–0.07 apfu). In the Fe-Al-Mg diagram (Henry and Guidotti, 1985) tourmalines I-V form well separated subsets within the field ascribed for tourmalines from metapelites and metapsammites not coexisting with Al-saturating phase. Two outermost zones form subsets within the field ascribed for tourmaline associated with metapelites and metapsammites coexisting with Al-saturating phase. Biotite coexisting with tourmaline sometimes slightly replaces outer zones of tourmalines. Its formation temperature ca 669 °C was estimated on the basis of Ti content (possible peak of the contact metamorphism). We seem that zones I-V were formed probably during regional metamorphic event. Zones VI-VII grew during early stage of contact metamorphism, probably before biotite crystallization. This metamorphic event was related to forming of the Karkonosze granite intrusion.

These investigations were sponsored by AGH-UST research grant No. 11.11.140.158.

O. A. ORLOVA. **Early Carboniferous flora of the Novgorod Region, Russia**

Department of Paleontology, Geological Faculty, Moscow State University, Vorobjevi Gory, 119992, Moscow, Russia; oorlova@geol.msu.ru

The paleobotanical collections from several localities, collected from the Upper Visean deposits on the northwest of Moscow Syneclise (Novgorod Region), have been studied. Material contains about 200 specimens of fossil plant remains, which come from ferruginous sandstones, sands, coal, and claystones. Of systematic compound it is necessary to note the prevalence of pteridosperm. Sterile leaf structures are represented by the imprints of fronds and pinnae belonging to the following species: *Adiantites antiquus* (Ett.) Stur, *A. machanekii* Stur, *Sphenopteridium bifidum* (L. et H.) Benson, *S. jurinae* O. Orl. et S. Snig., *S. gaebleri* Goth., *Rhodeopteridium hochstetteri* (St.) Purk., *R. goeppertii* (Ett.) O. Orl. et S. Snig., *R. tenue* (Goth.) Purk., *Sphenopteris distans* Stur, and *S. foliolata* Stur As for fertile structures (seed casts, imprints of synangia), there were determined *Rhynchogonium sulcatum* (L. et H.) Zal., *Boroviczia karpinskii* Zal. (Zallesky, 1905), and *Telangiopsis* sp. 1 Besides seed ferns, there are some lycopsids in the collections. They are represented by impressions and casts of stems, strobili, and "roots" concerning to genera: *Lepidodendron, Knorria, Lepidostrobus, Flemingites, Archaeosigillaria, Stigmaria* and *Novgorodendron*. Among arthrophytes it should be noted that the casts and impressions of stems of an only species – *Archaeocalamites radiatus* (Br.) Stur were found. Moreover the palynological description has been given for some plant localities. According to the miospore zonation for the Western Europe (Clayton et al., 1977) the palynoassemblages under study can be correlated with Perotriletes tessellates – Schulzospora campyloptera (TC), Raistrickia nigra – Triquitrites marginatus (NM), Tripartites vetustus – Rotaspora fracta (VF) Zones of the Upper Visean.

S. OZDÍNOVÁ: **Biostratigrafické a paleoekologické hodnotenie vrtu Semerovce ŠV-8 na základe vápnitého nanoplanktónu**

Geologický ústav SAV, Dúbravská 9, 840 05 Bratislava, Slovak Republic; geolsisa@savba.sk

V bádenských sedimentoch vrtu Semerovce ŠV-8 sa určila nanoplanktónová zóna NN5 – *Sphenolithus heteromorphus* – a NN6 – *Discoaster exilis*. Spoločenstvo vápnitého nanoplanktónu bolo bohaté kvantitatívne aj kvalitatívne. Prezreli sa vzorky z rozpätia 505,0 až 35,0 m.

Vzorky z úseku 505,0 až 349.0 m obsahovali spoločenstvo vápnitého nanoplanktónu typické pre nanoplanktónovú zónu NN5. Najrozšírenejším druhom bol *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Cyclicargolithus floridanus* (Roth a Hay) Bukry, *Reticulofenestra minuta* Roth, *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Gartner) Gartner, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner a zo stratigraficky významných najmä *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, ktorý je indexovou fosíliou zóny NN5, *Helicosphaera walbersdorfensis* Muller, *Discoaster musicus* Stradner, *Discoaster variabilis* Martini a Bramlette a *Calcidiscus premacintyrei* Theodoridis. Veľmi bohaté vzorky boli z rozpätia 421 až 376 m a zaznamenal sa v nich „boom" druhu *R. minuta* a *R. pseudoumbilicus,* ktoré tvorili vyše 50 % z nájdeného spoločenstva, čo spôsobil príliv živín ako výsledok kontaktu sedimentačnej panvy s otvoreným oceánom. Vo vzorkách sa našli aj rozsievky. Pri ich rastúcom počte klesalo množstvo jedincov vápnitého nanoplanktónu.

Vo vzorkách z úseku 349 až 305 m boli v nanospoločenstve badateľné isté zmeny Prevládal druh *R. minuta, R. pseudoumbilicus, C. pelagicus, H. carteri* a *C. floridanus,* ale vzrástol počet helikosfér, a to *H. walbersdorfensis* a *Helicosphaera waltrans,* a diskoasterov – *Discoaster variabilis, Discoaster musicus* a *Discoaster* sp. Na základe tohto spoločenstva, ako aj hojného výskytu druhu *S. heteromorphus* sa stanovila vrchná časť zóny NN5.

Vzorky z rozpätia 273–234 m obsahovali vápnité nanospoločenstvo zóny NN6. Popri prevládajúcom druhu *C. pelagicus. R. minuta, R. pseudoumbilicus, C. floridanus, H. carteri, Sphenolithus moriformis* (Bronnimann a Stradner) Bramlette a Wilcoxon a *Umbilicosphaera rotula* (Kamptner) Varol sa vyskytovali aj stratigraficky významné druhy, ako je *Sphenolithus abies* Deflandre, *Discoaster exilis* Martini a Bramlette a *D. musicus,* ale už nie *S. heteromorphus.*

Vo vzorkách z úseku 273–207 m sa jedince zmenšovali, prejavil sa celkový pokles počtu jedincov i druhov a vzrástlo množstvo rozsievok. Tieto charakteristiky a tiež zvýšený výskyt druhu *Braarudosphaera bigelowii* (Gran a Braarud) Deflandre signalizovali zmenu sedimentačného priestoru, jeho vysladenie a prísun terestrického materiálu.

Postupné zlepšovanie životných podmienok bolo badateľné vo vzorkách z rozpätia 207 až 194 m. Nájdené vápnité spoločenstvo bolo podobné ako vo vzorkách z úseku 273 až 207 m a patrilo do zóny NN6.

Vo vzorkách z rozpätia 163 až 35 m bol viditeľný postupný úbytok vápnitého nanoplanktónu a nájdené vápnité spoločenstvo patrilo do zóny NN6.

I. PEŠKOVÁ[1], R. VOJTKO[1], D. STAREK[2], Ľ. SLIVA[1] **Tertiary tectonics and paleostress reconstruction in the Central Carpathian Paleogene Basin (Orava region)**

[1]Department of Geology and Paleontology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovak Republic
[2]Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava, Slovak Republic

The aim of this work was to evaluate the fault and fold deformation of the Paleogene sedimentary sequence of the Subtatric Group and the

Neogene sedimentary sequence of the Orava – Novy Targ Basin. The main works were oriented to the fault–slip analysis and paleostress reconstruction during the Oligocene to Quaternary period.

The area of the southern and eastern Orava has complicated geological structure being is situated near contact zone between the Inner and Outer Western Carpathians. The area is affected by the strong strike-slip deformation along the Peripieniny lineament. The chronology of the determined tectonic regimes is as follows:

Oligocene W–E compression. This deformational stage is considered to be the oldest deformational stage and is characterized by the W–E compression. A similar compression was determined in Mesozoic formations of the Spišská Magura Mts. and was described from the Upper Senonian sediments and Mesozoic carbonate rocks in the Slovenské rudohorie Mts. We assume that it is a N–S compressional tectonic regime which rotated during the Miocene. This deformation stage is placed to the Late Eocene to Oligocene period and this regime is not well-preserved in the Upper Eocene to Lower Oligocene sediments of the Orava region. We imagine that it is caused by insufficient consolidation of the rocks tightly after sedimentation and gradual extinction of this deformation during the Late Oligocene.

Early Miocene NW–SE compression and NE–SW extension. This deformation phase is represented by the NW–SE oriented compressive tectonic regime. This phase was identified from fault slip data and also from the folding. The determined tectonic regime is dominant in all formations of the CCPB. This tectonic regime has been tenuously dated at the Early Miocene on the basis on regional knowledge of the final thrusting of the nappe of the Outer Western Carpathian accretionary wedge. This process also caused noticeable compression in the rear parts of the orogene. At the end of this deformational phase, the extensional tectonic regime took up and it is characterized by the NE–SW extension. This extension is poorly preserved and we consider it as the final phase of the NW–SE compression.

Karpatian to Middle Badenian N–S compression. After previous deformation, the N–S compression and perpendicular tension during the strike-slips tectonic regime started This tectonics has been tenuously dated at the Karpatian to Early Badenian.

Late Badenian to Sarmatian NE–SW compression and NW–SE extension. The third fault generation was developed during a pure NW–SE extensional tectonic regime. The third deformation phase was activated during the Middle to Late Badenian on the basis of its relationship with the previous stage.

Pliocene to Quaternary W–E extension. The youngest deformation phase recorded by the fault slip data is the W–E extension which was generated during the pure extensive tectonic regime. This deformation phase was measured predominantly in the Pliocene sediments of the Orava – Nowy Targ Basin and also in the Borové and Huty Formations of the CCPB. This tectonic regime produced evolution of the neoformed conjugate fault structures in the Pliocene sediments and neoformed conjugate and inherited faults on weakness planes in the Paleogene sediments. This deformational stage was detected in the Pliocene sediments, and therefore have been placed at the Plio-Quaternary Period.

G. RZEPA, J. BAZARNIK, A. GAWEŁ, M. MUSZYŃSKI:
Mineral composition of ferruginous concentrations from Brzączowice (Dobczyce region, the Polish Flysch Carpathians)

Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, AGH University of Science and Technology, al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland; grzesio@geolog.geol.agh.edu.pl

In the northern edge of the Dobczyce retention reservoir near Brzączowice (ca. 30 km SE of Cracow), sandstones and mudstones of the Istebna Beds crop out. Their more fine-grained and thin-bedded parts contain rusty or yellowish layers enriched in Fe compounds. The content of iron in the layers varies from a few up to 61 wt. %. Various types of concentrations were distinguished, including: (1) sandstones cemented with Fe oxyhydroxides, (2) goethite incrustations on the surfaces of sandstones, (3) sulphate-oxide concentrations composed of jarosite, goethite and detrital material, (4) phosphate-oxide aggregates, mainly composed of apatite, quartz, Fe and Mn oxides and (5) boxwork-like concretions, often composed almost of pure goethite. The most interesting are the latter and they were studied in detail The main Fe mineral is usually cryptocrystalline goethite. It builds walls as well as infillings of the "boxes" and often forms characteristic "palisades" and fan-shaped aggregates of elongated crystals, lining the walls of pores and fractures. Mn oxides are either dispersed or form incrustations, irregular concentrations, veins, dendrites and fracture infillings. The boxwork concretions often exhibit concentric, "ring-like" structure, resembling Liesegang rings. Their inner rings are enriched in Fe oxyhydroxides in comparison to the outer ones. The latter may gradually pass into the adjacent, sometimes altered rock.

The origin of the Fe concentrations studied is probably related to weathering under oxidizing conditions of primary Fe-bearing minerals that must have been present in the surrounding rocks. The presence of different forms of goethite indicates several stages and/or mechanisms of weathering, various Fe sources, etc. The boxwork-like structures were formed by precipitation of goethite from the solutions that penetrated cracks in sandstones and progressively replaced the primary rock with the iron oxyhydroxide. In sulphate secretions, goethite is probably a final product of co-existing jarosite transformation.

The investigations were supported by the AGH-UST research project No. 11.11.140.158.

M SABOL: **Fossil history of carnivores in Slovakia**

Department of Geology and Paleontology, Faculty of Science, Comenius University, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovak Republic; sabol@fns.uniba.sk

So far, more than 60 taxa of fossil carnivores from 10 families (Nimravidae/Barbourofelidae, Felidae, Viverridae, Hyaenidae, Canidae, Amphicyonidae, Ursidae, Phocidae, Mustelidae, and Procyonidae) have been found in Cenozoic deposits of the Slovak part of the Western Carpathians. The oldest record is known from the Middle Miocene (Badenian). However, the Pleistocene karst sediments yielded thus far the largest quantity of carnivore fossils. Based on the biostratigraphic, paleobiological, paleoecological and paleobiogeographical data, an fossil history of carnivores with respect to paleoenvironmental aspects can be reconstructed in the territory of Slovak Western Carpathians. 1) During the Middle Miocene, a subtropical climate prevailed. Amphicyonids and nimravids formed main predators in forested areas with the presence of lagoons, marshes or deltas near Paratethydian Sea, 2) Large mustelids dominated in open grassy land to open woodland, riparian to swamp forests near lakes and rivers in the time of the Late Miocene with warm temperate to dry subtropical climate; 3) In warm temperate climate of the Pliocene, forestal belts spread along river valleys and lakes, whereas drier habitats were situated in higher elevations. Top predators consist of large viverrids and saber-toothed cats; 4) During the changing of cold and warm Pleistocene periods, ancient faunal elements become extinct and the recent carnivoran fauna arose with large felids and dogs as main predators.

N. V. SERDYUK: **Typical Early Pleistocene association of microtoid voles from the beds of Ust-Kanskaya cave (Central Altai, Russia)**

Paleontological Institute of RAS 117997, GSP-7, Moscow, Profsoyuznaya str., 123, Russia; nataly@paleo.ru

Described fossil materials were extracted from Ust-Kanskaya cave. The Ust-Kanskaya cave is unique Paleolithic memorial It is situated in Central Altai. The cave has south layout and it is 1036 meters above sea level. The sediments of Ust-Kanskaya cave have 12 layers, some of them divide to more separate stratums.

The rich small mammals materials were disclosed in the each layer The fauna of small mammals from the middle and upper benches of sediments has Upper Pleistocene appearance. Low bench included the remains of species, which inhabited in earlier time at North Eurasia.

The tooth systematic of voles is found on the morphology of masticatory loops, of presence or absence of the outward cement and roots, of height crown of tooth. Early Pleistocene voles have simple structure of masticatory surface of M_1 In the composition we differ the basic elements of tooth: proto-, meta-, hypo-, entoconid and primitive paraconid. These outlines are typical for *Arvicola* tooth loops.

From the beds of Ust-Kanskaya cave the generic types *Allophaiomys, Prolagurus, Microtus (Terricola), Mimomys* were described. Among genus *Allophaiomys* we note two species: *Allophaiomys* cf. *deucalion* and *Allophaiomys* cf. *pliocaenicus*. *A.* cf. *deucalion* is early and primitive vole, the enamel on its teeth is differentiated. The enamel at the back walls on the low teeth is thicker than enamel at the front walls. The enamel at the front walls on the upper teeth is thicker than enamel at the back walls. *A.* cf. *pliocaenicus* has the tooth enamel differentiation typical for *Microtus*: the enamel at the front walls on the low teeth is thick. The first low molars (M_1) *Prolagurus* cf. *ternopolitanus* have broad confluence of the anteroconid elements. The first low molars of the *Microtus (Terricola) hintoni* have simple morphotype, anteroconid has rounded form. The species *Microtus (Terricola) gregaloides* is an ancestor of *M. (Stenocranius) gregalis*. The M_1 with broad (like Pitimys) confluence of loops in the base of anteroconid were found in the low beds of Ust-Kanskaya cave also. The teeth of *Mimomys* have tall crown, well notes roots, strong deposit of cement and differentiated enamel: the enamel at the back walls on the low teeth is thicker than enamel at the front walls. Possibly, there are teeth of "intermedius" group. In accordance with literary sources, the enumerated species inhabited the North Eurasia in different periods of time.

The sedimentation in Ust-Kanskaya cave is very complicated. The absolute age of this Paleolithic memorial is unknown. The voles with primitive tooth structure do not reveal above 8th layer I suppose, that interval in sedimentation was after deposit of the 8th layer According to the results of small mammals investigation the age of low layers (12–8th layers) is Early-Middle Pleistocene. The age of medium and upper layers (7–1st layers) is Late Pleistocene. At the same time, I do not except the redeposit in the cave. In the light of our researching, the priority direction in studying Ust-Kanskaya cave will be sedimentation decoding.

Conclusions

1 The age of low beds is Early-Middle Pleistocene

2. Probably, there was an interruption in the sedimentation on the border between 8–7 layers

3. The general species list was supplemented by 5 species of voles

S. SKOCZYŃSKA: **Acid mine drainage as a source of water pollution in the Upper Silesian Coal Basin (Poland)**

The Silesian University of Technology, Faculty of Mining and Geology, Institute of Applied Geology, ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Poland

One of the most serious problems associated with coal mining is the generation of acid mine drainage (AMD). AMD is formed by a geo-chemical and microbial reactions that occur when sulphur-bearing minerals such as pyrite (FeS_2) are exposed to air and water It results in the formation of sulphuric acid and iron hydroxide (forming the ocherous precipitate "yellow-boy"). An overall summary reaction for AMD formation is:

$$4FeS_2 + 15O_2 + 14\ H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_{3\downarrow} + 8H_2SO_4$$

Mining allows the introduction of oxygen to the deep geological environment and thus the oxidation of sulphide minerals. The same occurs when those minerals are brought to the surface and deposited in a coal mining waste pile. Mine drainage water typically has low pH values (between 2–5) and high concentrations of SO_4^{2-}, Fe^{2+}, Al^{3+} and Mn^{2+} The high acid and metal concentrations are toxic to aquatic life, wildlife and vegetation.

The problem connected with the mine drainage waters occurs in mines which are located in the southwestern part of the Upper Silesian Coal Basin (Poland). Oxidation reactions of sulphide minerals. present in the carbonaceous formation, occur in loose rocks, mining caverns and dislocation zones. Oxygen can be introduced into rock mass through hydrological windows and as a result of ventilation.

It was found that the most intensive sulphide minerals oxidation had occured in the "Marcel" mine, where in the overburden of productive formation occur hydrogeological windows. Chemical analyses of water from the shallowest mining floor – 200 m – indicated the low pH values (3.0–3.2 pH), high concentrations of SO_4^{2-} (8710–8810 mg/dm^3), and Fe^{2+} (2120–2230 mg/dm^3) – the typical parameters of acid mine water

Water from the "Moszczenica" and the "Jastrzębie" neighbouring mining areas was characterized by low pH (4.5–4.8 pH), very high concentrations of SO_4^{2} (1460–1480 mg/dm^3) and Fe^{2+} (205–255 mg/dm^3). It was observed that iron had precipitated in hydroxides form. In the "Moszczenica" coal mine the acid water flown out from old gobs occur 400 m below surface, in the "Jastrzębie" mine from a dislocation zone from a depth of 600 m.

In the "Zofiówka", "Pniówek" and "Morcinek" mines in waters flowing out from old gobs (from the depth of 580 m and 705 m in the case of the "Zofiówka" and "Pniówek" and 500 m in the case of "Morcinek") it was observed changing of the chemical composition in relation to inflow While inflowing waters did not contain SO_4^{2-}, outflowing were characterized by raised sulphates (several hundred mg/dm^3) and iron (a few mg/dm^3) contents.

The problem of acid mine drainage does not concern waters discharging from coal mines only but waters flowing through or nearby coal mining waste piles too. Analyses of water samples collected from the area of the "Smolnica" coal mining waste pile (located in the western part of the Upper Silesian Coal Basin) indicated to increased sulphates (1400 mg/dm^3) contents. The ocherous precipitate "yellow-boy" was observed in place of samples collection.

It appears that contaminated mine drainage waters might have become one of the major hydrogeological and geochemical problems in Upper Silesian Coal Basin.

K. SLAVOVA: **About a relationship between the change of ecological setting of the Black Sea region and the cycles of solar luminosity after the Last Glacial Maximum**

Institute of Oceanology. Bulgarian Academy of Sciences, 9000 Varna, P O. Box 152, Bulgaria; slavova@io-bas.bg

The ecological setting of the Black Sea basin is saved and is not changed after the standing climatic boundary Pleistocene/Holocene (~11 000 cal.yrs BP). During the Early Holocene (HI1) (11 000–7500 cal.yrs. BP) the conditions of sedimentation are preserved such as they are during the Neoeuxine. However during the Middle Holocene (HI2) (7500–3000 cal.yrs BP) the conditions of sedimentation changed. The Middle Holocene sediments lie on the sharp lithological boundary. The sharp lithological boundary between HI_1 and HI_2 testifies about sharp change of condition of sedimentation. The reconstruction of changes of climate from natural archives depends on the understanding of all processes involved in their formation and preservation. For construction of *regional climatic time scale* it is necessary: 1) to combine paleoclimatic data of a different nature got by use of different methods and analysis, 2) a process that ensure possibility for accurate correlation of dating from a different paleoclimatic data. It is ascertained that for the Black Sea region there is a cycle recurrence in the change of the climate after the Last Glacial Maximum until present. Most likely the understanding of the processes governing a formation of paleoclimatic records for mentioned period can give the established cycles of solar luminosity with the different duration. Furthermore the influence of solar insolation on the past climate, which is a result of variations of orbital parameters and the solar insolation which is a result of self variations of solar luminosity is delimited. Actually, the established cycles of solar luminosity are recorded in the change of paleoecological setting in the Black Sea region and they can explain the short-periodicity fluctuation of the Black Sea level.

M. STANISŁAWSKA: **Authigenic REE, Th and U phosphates in the Vendian metamudstones from the marginal part of the Małopolska Block, S Poland: Preliminary results**

Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, 30-063 Cracow, ul. Oleandry 2a, Poland; stanislawska@inomail.pl

Preliminary results of research on authigenic REE, Th and U phosphates from Vendian metamudstone samples of the NW marginal part of the Małopolska Block (S Poland) are reported. The study area is situated near the Cracow-Lubliniec fault zone, which may represent a fragment of the transcontinental tectonic line Hamburg–Cracow (Żaba, 1999). The investigated samples were collected from drill-cores in the vicinity of Myszków and Zawiercie (PZ-28, Ż-52, Ż-78). Earlier studies of the degree of diagenetic alteration, based on illitization of smectite, revealed a broad transitional zone between late diagenesis and anchimetamorphism within this Vendian-Lower Cambrian metasedimentary complex (Kowalska and Środoń, 2003).

Authigenic phosphates have recently gained special interest due to their potential as geochronometers, biomarkers, tracers of fluid mobility, provenience (based on REE or Nd isotopes) and micro-environment indicators.

Research was conducted on thin-sections using optical and scanning electron microscopy with X-ray energy dispersive analytical system (SEM-EDS). Identification of minerals is based on the chemical analysis and back-scattered electron imaging, due to micron-range dimensions of the objects.

The studied phosphates include mainly monazite and smaller amounts of xenotime. Apart from disintegrating detrital grains, hydrothermal/low-temperature anchimetamorphic origin is suggested. The authigenic phosphates are tiny, usually amorphous crystals (few μm) and have distinct chemical compositions (lower Th and U contents). A narrow xenotime vein was also found (Stanisławska, 2005). Precise controls of the authigenic phosphates growth need further detailed study that could reveal invaluable information on the processes which have contributed to the geology of the region.

This study is a part of M.Sc. thesis preparation under supervision of greatly acknowledged Dr. hab. M. Michalik and was funded by an internal research project of the Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University.

D. STAREK: **Príspevok k interpretácii základnej architektúry hlbokovodného depozičného systému na príklade oravskej časti centrálnokarpatskej paleogénnej panvy**

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava; dusan.starek@savba.sk

Sedimentologický výskum oravskej časti centrálnokarpatskej paleogénnej panvy umožnil vo „flyšovom" vývoji identifikovať pestré fácie a faciálne asociácie tvoriace základnú architektúru hlbokovodných depozičných vejárov meniacich sa laterálne a vertikálne pri sekvenčnostratigrafickom vývoji panvy.

Vo vertikálnom reze siliciklastického „flyšového" vývoja centrálnokarpatskej paleogénnej panvy na Orave možno vyčleniť dva základné turbiditové systémy odlišujúce sa litologicky aj stratigraficky – starší, kalový, a mladší, piesčitý. Pri stúpaní až vysokom stave hladiny mora v spodnom oligocéne sa veľká časť klastického materiálu zachytávala v pobrežnej oblasti a v hlbšej časti panvy sa akumuloval hlavne jemnozrnný pelagický a hemipelagický kalový materiál deponovaný turbiditmi (napr. Svorad, Jóbova ráztoka a Huty). Nasledujúci cyklus v oravskej časti centrálnokarpatskej paleogénnej panvy na rozhraní spodného a vrchného oligocénu korešpondoval s globálnym poklesom úrovne morskej hladiny a vedno s tektonickou aktivitou bol hlavným faktorom riadiacim depozíciu piesčitého hlbokovodného systému depozičných vejárov s dominantnou paleoprúdovou orientáciou od Z a JZ na V a SV.

Rez celou hlbokovodnou výplňou panvy na Orave od bázy po povrch tvorí ílovcová litofácia (hutianske súvrstvie), korešpondujúca so sedimentáciou kalového turbiditného systému (napr. kalovcové fácie svahu, bazénovej pláne, hrádzových a medzikanálových oblastí), zmiešaná pieskovcovo-ílovcová litofácia (zuberecké súvrstvie), ktorá zodpovedá depozícii spodného a distálnej časti stredného vejára v piesčitom turbiditovom systéme (zahŕňa tenkorytmické vývoje spodného vejára, depozíciu najdistálnejších častí plytkých distribučných kanálov a fácií migrujúcich lalokov), a pieskovcová litofácia (bielopotocké súvrstvie), ktorá korešponduje s vrchnou a strednou časťou depozičného vejára (pieskovcové litosómy depozičných lalokov „suprafánu", sedimenty distribučných kanálov, agradačných valov a medzikanálových oblastí).

Vertikálne sa turbiditné sekvencie menia v závislosti od postupnej progradácie piesčitých depozičných vejárov cez ílovcovú litofáciu jemnozrnných kalových vejárov. Sedimentárne súvrstvia centrálnokarpatského paleogénneho vývoja na Orave sa klasifikujú predovšetkým na základe dominantnej litológie (Gross et al., 1984). Sedimenty aj napriek rovnakej litológii môžu v rámci jednotlivých súvrství predstavovať fácie rozličných častí hlbokovodného depozičného prostredia. Na druhej strane fácie alebo faciálne asociácie centrálnokarpatskej paleogénnej panvy na Orave odlišujúce sa litológiou často vykazujú rovnaký stratigrafický vek a predstavujú diachronický laterálny vývoj hlbokomorských vejárov. Siliciklastické súvrstvia centrálnokarpatskej paleogénnej panvy možno interpretovať ako faciálne sústavy dnových vejárov.

V. ŠIMO: ***Diplocraterion*** **in the Lower Triassic transgressive succession of Drienok nappe (Western Carpathians, Slovakia)**

Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, P. O. Box 104, 840 05 Bratislava, Slovak Republic; geolsimo@savba.sk

The trace fossil *Diplocraterion* occurs rarely in Mesozoic sequences of the Western Carpathians. (Morphologically similar *Rhizocorallium* was described from Lower Triassic sequence in the Silica nappe.) The outcrop is situated in upper part of the Bodva Formation and lower part of the Szin Formation of the Drienok nappe. Mainly *Diplocraterion* and unique *Arenicolites, Skolithos* can be found in the Vlkanová section. Thickness of study trace fossils bearing sequence attains approximately 40 m. Two species of bivalves *(Anodontophora, Myophoria)* occur sporadically in shell concentrations. The sequence consists of flaser (minor) but mainly wavy and lenticular bedding. Shape of *Diplocraterion* is uniform but it varies in size. Monotypic *Diplocraterion* ichnoassemblage is typical of the Skolithos ichnofacies. *Diplocraterion* indicates transgressive flooding surfaces in deepening Lower Triassic environment in this case.

C. TÓTH: **Deinotheres (Proboscidea, Mammalia) of Slovakia, an overview**

Department of Geology and Paleontology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovak Republic

The deinotheres are an extinct side branch of the proboscidea, which can be characterized with following diagnostic features: elephant like skeleton, low skull, lophodont dentition, and downward curved symphysis of the mandible and with downward-pointing lower tusks. The dental formula is 0-0-3 for the lower and 1-0-3 for the upper deciduous teeth, 1-0-2-3 for the lower and 0-0-2-3 for the upper permanent dentition. Both (lower and upper) D4 and M1 are trilophodont, the remaining molars and premolars are bilophodont (except p3, which is in early forms fully bunodont). Fundamental morphology of teeth is very conservative. Horizontal teeth replacement is not developed; all permanent teeth may be erupted at the same time. Two genera belong to the family Deinotheriidae; *Prodeinotherium* and *Deinotherium*. The former holds the more primitive features, smaller size, less curved symphysis and well developed postmetaloph ornamentation on M2 and M3.

Deinotheres are restricted geographically to Old World. They originated in Africa, probably in Upper Oligocene or Lower Miocene. The prodeinotheres immigrated into Eurasia during the Early Miocene (this event is often designated as "proboscidean datum event"). The more advanced representatives of the family *(Deinotherium)* appeared during the Middle and Late Miocene, but their exact place of origin is still unknown. The last occurrence of deinotheres from Europe is recorded from Middle Pliocene, but the last representative *(D. bozasi)*, persists in Africa up to Early Pleistocene.

In comparison with the amount of the finds of Neogene proboscidea (Gomphotheridae, Mammutidae), the deinotheres in Slovakia are extremely rare. From the whole territory of Slovakia only seven localities are known. Six of these localities are situated in the Vienna basin and in Northern part of Danube lowland. In the East Slovakia basin, we record only one locality with the tooth p4 of *Deinotherium giganteum* (locality Fulianka, but stratigraphic position of this find is obscure). Some material is known only from literature. Cranial and postcranial material from Slovakia is not known at present, for this reason tooth size and cusp morphology are only criteria available for comparison.

The oldest remain is p4 dext. that belongs to either *Prodeinotherium* cf. *bavaricum* or *P. hungaricum?*, and it comes from Svinna near Banovce nad Bebravou. Age of this tooth is not exactly known, but from the finds of macroflora we refer it to Lower Badenian (MN-5?-6). The most peculiar feature of the premolar is a small size and very weak development of ectolophid.

Little younger dental material of *Prodeinotherium bavaricum* is known from Devínska Nová Ves (Zapfe's fissures) P4, M2, M3, assigned to MN 6a. From classical locality of Sandberg (also Devínska Nová Ves) teeth of *P. bavaricum* (D3) were also found that was mistakenly referred to *Deinotherium leavius*. Age of this locality is Late Badenian (MN 6b-7/8?)

From the Upper Badenian deposits from Borský Mikuláš (Záhorská nížina – northeastern part of Vienna basin) we know two fragments of ramus mandibula (dext. with p4 +m1, and sin. with m1+m2) and one isolated tooth (P3 dext.) Probably all belong to one specimen. From stratigraphic point of view and according to finds of malacofauna they were assigned to Upper Badenian (MN 6b-7/8?). Deinotheres of Sarmatian age are not yet documented from Slovakia. The only other occurrence (except Fulianka) of *Deinotherium giganteum* (M3 sin.) is know from Upper Panonian (MN 10) from clay pit near Pezinok. The most complete material referred to *D. proavum* was found in village Madunice (northern part of Danube lowland) Material consists of fragment of maxilla with P3 and P4 dext. and second fragment with M1 a M2 dext. From literature we know only one tooth from this locality (M3 dext.,) probably all these teeth belong to the same specimen. The most peculiar feature of these teeth is their extremely large size exceeding all yet published data. Age of these fossils is approximately Middle Dacian (MN 14).

From literature sources we know about one locality with occurrence of *Prodeinotherium* from Horné Obdokovce (northern part of Danube lowland) Here was found fragment of mandibula with p4 and m2. Stratigraphic position of this material is unknown. For this reason we assign it to *Prodeinotherium* sp.

O. TYLČER, A. ORLÍK: **TRANSCAT system prototype for water management decision support**

VŠB – TU Ostrava, 17 listopadu 15, Ostrava – Poruba, ondrej.tylcer.st@vsb.cz; antonin.orlik.hgf@vsb.cz

TRANSCAT project main objective is the creation of a Decision Support System (DSS) for optimal water management of transboundary catchments in the context of implementation of the EU Water Framework Directive. DSS must be able to cope with the complexity of the water resources systems and the uncertainty of decision-making. The DSS will be built around modules that allow simulation of the range of different climatic, topographic, environmental and socio-economic conditions found in various EU and candidate countries transboundary catchment areas.

In the modeling area, main objectives are the water balance modeling, saturated and unsaturated groundwater flow modeling (including surface water interactions), groundwater contaminant transport modeling, surface water flow modeling and surface water contaminant transport modeling.

System users comprise mainly of local and regional authorities, water supply and sewage water companies and areas of protection of the nature managers. These users also provided us with requirements, which were considered during the system construction.

Prototype is implemented in five pilot areas across the Europe: Pasvik river basin (Norway/Russia), Bělá river basin (Czech Republic/Poland), Šumava (Czech Republic/Germany), Guadiana river basin (Portugal/Spain) and Nestos river basin (Bulgaria/Greece).

Proposed system is build on the platform of independent open-source fully distributed architecture. System operates in the Internet environment and comprises four subsystems Data management, Mapping and spatial analysis, Modeling and Decision Support System.

These subsystems cooperate closely to perform range of various tasks regarding water management issues.

L. VIZI: **Application of the non-linear geostatistical approach for recoverable reserves (Jelšava – level 220)**

Technical University of Košice, Faculty of BERG, Dpt. of Mineral Deposits and Applied Geology, Park Komenského 15, 040 01 Košice, Slovak Republic

Nowadays the geostatistics cannot be ignored when dealing with the reserves evalution. It is now of common use in a large number of mining companies over the world. The time when only variograms and kriging were accessible is over Practitioners reguire more to access reserves in relation with cut-off grades. The so-called support effect, and constraints are no longer mysterious, and the knowledge of geostatistical solutions is not shared by scientific community only. Recoverable reserves estimation, either globally or locally, has become a standard geostatistical application in the mining industry.

A good knowledge of tonnage and grades within orebody is essential order to assess the economical feasibility of putting the mine (or its part) into production. A orebody is always made of several types of ore and waste minerals. Separating the ore from the waste is a difficult task, which is almost impossible to achieve for many reasons. the geological boundary between ore and waste is seldom clear in nature and the boundaries that are defined on economic criteria (such as a cut-off grade) do not even match any geological reality. During the exploitation of the mine, the true grade of the mining units is still unknown. Therefore the decision to send the mining unit to the ore plant or to the waste dump is still taken from the estimated grade and not from the true one. As a consequence it is not possible to avoid sending blocks to the wrong destination: rich mining units will end up on the waste dump because they are estimated as "poor", while poor mining units will feed the ore plants. In the geostatistical sense, recoverable reserves mean the ore tons T and metal quantity Q contained in those tons for a given mining block or selective mining unit (SMU) The average recoverable grade M equals the metal divided by the tonnage. Instead of dealing in absolute tons we consider the tonnage as the number of SMU's whose grade Z_V is above the cut-off grade z_c. This assumes that at the time of mining the real SMU grade Z_V is known. This is not true – during production only an estimate Z^*_V of this grade is known and calculated from production samples. Any mining engineer knows that recovered grades are lower when selectivity is poor In other words, the bigger mining units, the lower grades. The average grade of a huge block of several thousands of cubic meters can be considered as the average of the grades of smaller blocks of a few cubic meters contained in the big block. The distribution of grades of huge blocks is obviously less scattered than of the small samples. The only grades that are known experimentally are those of the samples; in order to forecast the distribution of grades for blocks of different dimension, geostatistics provides models of change of support that are based on the experimental histogram of sample grades as well as their spatial correlation through the variogram model. Linear methods such as Ordinary and Simple Kriging commonly fail to provide unbiased estimates of recovered ore tonnage and metal content, which means that a mining project can be exposed to undue risk. The risk is significant when SMU are small with respect to the data spacing. Non-linear estimation. such the Uniform Conditioning aims to condition the local grade--tonnage curves for each SMU. The so-called discrete Gaussian model is the applied, basically assuming, first, that the SMUs constitute a partion of the blocks, and second, the Gaussian values (after Gaussian anamorphosis transform) for SMUs and blocks have a bivariate normal distribution, only depending on change of support coefficients.

P VRŠANSKÝ: **Masové mutácie**

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, P O. BOX 106, 840 05 Bratislava 45, Slovenská Republika; geolvrsa@savba.sk
Laboratórium článkonožcov Paleontologického ústavu Ruskej akadémie vied, Profsojuznaja 123, 117868 Moskva, Ruská federácia, lab@palaeoentomolog.ru

Variabilita rozširovaná mutáciami a prirodzený výber v najširšom zmysle sú základnými podmienkami niektorých evolučných procesov alebo procesmi vyúsťujúcimi do samoorganizácie, ale paradox chýbania korelácie frekvencie mutácií a evolučného tempa význam mutácií celkom spochybňuje.

Výskyt masových mutácií hmyzu, dosahujúcich okolo 20 % vybraných skupín, blízko hranice jury a kriedy (Šar-Teg, Mongolsko) dáva jednoznačnú odpoveď na otázku o význame takýchto mutácií, a to kontrétne pri vzniku vyšších taxónov, ako sú čeľade atď Mutácie sa prejavili ako deformácia žiliek meniaca geometriu krídel a akumulovali sa počas viac ako 100 kyr trvajúcej zmenenej štruktúry selekčného tlaku. Výskyt masových mutácií časovo koreluje so vznikom alebo radiáciou nových regulačných mechanizmov, akými sú spoločenské dekompozítory, predátory, herbivory ale aj s výskytom najstarších kvitnúcich rastlín. Vznik nových elementov dočasne destabilizoval ekosystémy, ale po pomerne krátkom čase sa výrazne stabilizovali (stabilizácia trvala vyše 30 Myr)

M WEGNER, M MANECKI, T BAJDA: **Immobilization of lead from aqueous solutions using fertilizers**

Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, AGH – University of Science and Technology, al Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland; anduina1@interia.pl

Ionic lead in aqueous solutions is potentially very toxic to human and animals, and posses serious environmental and health hazards. Its presence in the environment results from extensive industrial activities such as mining and smelting, and from historical use of leaded gasoline, lead paint, and application of pesticides. Remediation of Pb-contaminated sites and wastes can be accomplished with application of phosphates (PO_4^{3-}), because lead reacts with soluble P to form pyromorphite $Pb_5(PO_4)_3Cl$. Pyromorphite is very stable and has extremely low solubility under the range of environmental conditions.

This research investigated the effectiveness of phosphorous fertilizers in immobilizing ionic Pb^{2+} from aqueous solutions. The two commercial fertilizers, "Superphosphate" and "Azofoska" were reacted with aqueous solutions containing from 20 to 25 000 mgPb/L for up to 1 week. The test solutions were prepared by dissolution of $Pb(NO_3)_2$ in 0.01 M KCl. Total lead concentration in aqueous solutions was determined using AAS. Precipitated solids were analyzed by XRD and SEM.

The results show that phosphorous fertilizers were very effective in immobilizing Pb, with lead removal ranging from 99.4 to 100 %. The "sorption" capacity reached 600 mg Pb per gram of fertilizer When the initial Pb concentrations were below 2200 mg Pb/L, the contamination was reduced to values below legal limit of 0.5 ppm for contaminated sewage and wastewaters. The primary mechanism of lead immobilization was dissolution of phosphate fertilizer and precipitation of

pyromorphite, which was the main product of the reaction. The reaction took place directly on fertilizer *(in-situ)* as well as by *ex-situ* reaction of dissolved phosphate with lead ions in solution.

These results suggest strongly that phosphorous fertilizers may provide a cost-effective way for reducing Pb contamination in water and soil. Formation of pyromorphite, which is very stable and insoluble. effectively reduces the leaching, migration, and bioavailability of lead in the environment. However, reaction with "Superphosphate" results in low pH of about 3 raising concern of potential remobilization of Pb in the long run.

This work was supported by the MEN as the AGH-University of Science and Technology grant No. 11.11.140.158.

D. WOJNARSKI, J. MATUSIK, T. BAJDA, M. MANECKI: **Reaction of Cd sorbed on ferrihydrite with phosphate ions**

AGH, University of Science and Technology; Faculty of Geology, Geophysics and Environment Protection, al. Mickiewicza 30, 30-059 Cracow, Poland; bajda@geol.agh.edu.pl

Cadmium is one of the main toxic heavy metals in environment. It forms soluble compounds which make it very mobile. Because of that little is known about the methods which would immobilize cadmium in the form of highly insoluble compounds. Similarly to other heavy metals, cadmium often occurs in soils in metastable form, for example as sorbed on the surface of soil minerals or organic matter

The main purpose of the experiment was to quantify the desorption of cadmium from ferrihydrite ($Fe_2O_3 \cdot 0.5H_2O$) induced by phosphate ions and to identify potential phases formed in the process. Cd-ferrihydrite were prepared by equilibration of synthetic ferrihydrite with 0.1 M Cd solution at pH = 3. Sorption of Cd on ferrihydrite equals to 19 μm/kg. Cd-ferrihydrite reacted with K_2HPO_4 at molar proportions Cd PO_4 equal to 3 2 and 3 20 at pH 5 and 7 In control samples the desorption of Cd in the absence of PO_4^{3-} and sorption of PO_4^{3-} in the absence of Cd were evaluated. Concentration of Cd in solution was determined with the use of AAS. PO_4^{3-} was analyzed by colorimetry. XRD and SEM were used to identify and characterize the solids.

Equilibrium concentration of Cd desorbed in control experiments (in the absence of PO_4^{3-}) was in the range of 28 to 31 μm/L at pH = 5 and 29 to 35 μm/L at pH = 7 In the presence of PO_4^{3-} concentrations of Cd were up to 50 % lower and formation of yet unidentified phase was observed on the surface of ferrihydrite. This indicates the reaction of cadmium with phosphate ions. Relatively mobile Cd adsorbed on ferrihydrite might undergo at least partial immobilization in the presence of phosphates in the environment.

This research was financed by the MEN through AGH-University of Science and Technology grant No. 11.11.140.158.

L. ZAHRADNÍK: **Mafic microgranular enclaves in Tribeč Mts.**

Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, P O. Box 104, 840 05 Bratislava, Slovak Republic

Mafic microgranular enclaves (MME) occur in I-type granitic rocks of the Tribeč Mts. Two petrographic types of enclaves have been distinguished: dioritic enclaves, composed mainly of biotite, plagioclase ± hornblende, and tonalitic enclaves with biotite, plagioclase, quartz ± alkali-feldspar The MME in Tribeč Mts. are interpreted as blobs of mafic magma, entrapped and quenched by host granodioritic magma in the processes of magma mingling (Petrík and Broska, 1989; Broska and Petrík, 1993).

The enclaves represent the fine-grained rocks composed of biotite, plagioclase ± hornblende, quartz, K-feldspar, accessory magnetite, sphene, apatite and zircon. Small enclaves (to 20 cm) have dioritic composition, the larger ones have tonalitic composition. The dioritic enclaves are composed mainly of biotite (Fe/(Fe + Mg) ratio 0.41 to 0.56) and plagioclase. Some plagioclases show inverse zoning with ~An_{90} cores and ~An_{68} cores. Mg-hornblende is present in some samples, locally replaced by secondary biotite. Plagioclase, quartz, biotite ± K-feldspar are major minerals of tonalitic enclaves. Cm-sized felsic domains, composed mainly of plagioclase, quartz and sphene (sphene--plagioclase ocelli, see below) are characteristic of this type of enclaves.

The fractional crystallization in parental dioritic magma should explain variations in the composition in Western Carpathian dioritic rocks, and can be the process, which partly controlled the composition of MME. Geochemical modeling of fractional crystallization for major elements, but mainly for rare earth elements shows, that a limited degree of fractional crystallization influenced the composition of tonalitic enclaves, mainly by the fractionation of hornblende.

The modeling of fractional crystallization for REE shows that only a limited degree of fractionation is realistic in the dioritic melt, so the composition of tonalitic enclaves could be significantly influenced by magma mixing. Many of magma mixing mineral textures occurring in tonalitic enclaves advert to important role of magma mixing processes.

The presence of acicular apatite in most of mafic microgranular enclaves is an evidence of rapid cooling of these mafic blobs entrapped in cooler granitic magma. Since the magma mixing processes are limited to liquid state of both components (Sparks and Marshall, 1986), mainly the solid-state diffusion can play significant role in reforming small dioritic enclaves. Rapid crystallization of biotite (biotitization of enclaves), causing high K_2O and Rb contents in enclaves is the main process in this stage.

J. ZAHRADNÍKOVÁ: **Impregnačná hydrotermálna mineralizácia na lokalite Píla v Tribeči**

Katedra mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava; janamichnova@yahoo.com

Lokalita je v rázdielskej časti Tribeča na V od kóty 594,9 m a na J od obce Píla. Buduje ju paleozoikum hronika, mezozoikum veporika (veľkopoľská sekvencia), neogénne vulkanity Vtáčnika a pokryvné sedimenty V roku 1996 až 2003 na nej prebiehal vyhľadávací prieskum na Au mineralizáciu carlinského typu. Sústredil sa na tri oblasti, ktoré tvoria okolo 500 m dlhú zónu smeru SZ–JV Píla-východ (Mačací vrch), Píla-stred (Psí vrch) a Píla-západ (Konský vrch)

Z mineralizovaných vzoriek alterovaných vulkanických a karbonátových hornín sa zistilo, že mineralizácia vo východnej a jv časti sledovaného územia tvorí dva samostatné paragenetické typy – Cu, Mo ± Au mineralizáciu porfýrového typu viažucu sa na neogénne vulkanické horniny a drahokovovú mineralizáciu, ktorá sa viaže na mezozoické karbonáty

Cu, Mo ± Au mineralizácia porfýrového typu sa vyskytuje v neogénnych vulkanických horninách Rudná mineralizácia sa v nich viaže na hydrotermálne alterované zóny a kremenné žilky Hlavnou alteráciou v skúmaných horninách je silicifikácia a sericitizácia, v ktorých je z rudných minerálov dominantný pyrit a molybdenit. sprievodnou chloritizácia a biotitizácia, kde je najmä pyrit a Fe-Ti oxidy Mineralizáciu v kremenných žilkách reprezentuje asociácia

pyrit, chalkopyrit, chalkozín, covellín a zlato, na kontakte žiliek Fe oxidy a hydroxidy, ako aj titanomagnetit.

Drahokovová mineralizácia v karbonátoch krížňanského príkrovu sa viaže na tektonicky postihnuté silicifikované a limonitizované dolomitové zóny. Vyskytuje sa v podobe impregnácií pyritu, arzenopyritu, skoroditu, ceruzitu ± zlata viažucich sa na kremenné žilky s oxidmi a hydroxidmi Fe. Au je prevažne v submikroskopickej forme. Táto mineralizácia sa niektorými znakmi odlišuje od mineralizácie carlinského typu (chýbanie Tl, Au v submikroskopickej forme v zmesi oxidov a hydroxidov zemitého vzhľadu, chýbanie Au v zónach pyritu bohatého na As). Pravdepodobná je spojitosť s blízkou Pb-Ag mineralizáciou na vyťaženom ložisku Ján Nepomuk alebo s mineralizáciou porfýrového typu, ktorá sa vyvinula vo vulkanických horninách.

F ZALEWSKI: **Patina on the bedrocks of the Giza region, Egypt**

Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH University of Science and Technology, Cracow, Poland

The Giza plateau, where in the period of the Old Kingdom of Egypt the famous complex of pyramids was built, nowadays embraces the west suburbs of Cairo. The outcrops of Oligocene limestones only in some places are covered with a thin layer of transparent patina. In the majority of places they are covered with the layer of sand of various thicknesses. The thickness of the patina developed on limestones does not exceed 0.2 mm (on the horizontal outcrops). However, on the vertical outcrops or considerably inclined outcrops in north-west direction the values of thickness are higher.

In microscopic observations carried out using a polarisation microscope the patina is trasparent and it has a slightly glassy polish. In the polarised light the patina displays isotropic optical qualities.

The observations carried out using the SEM method as well as the parallel chemical analyses carried out using the EDS method clearly point to the uniform composition of the whole layer of patina, whose practically exclusive ingredient is coal.

At present the research on the patina from the region is focused on the attempts at establishing its age.

O gemológii na Univerzite Konštantína Filozofa v Nitre

Spoločenský tlak po roku 1989 na slovenských vysokých školách a univerzitách viedol aj k vytváraniu nových študijných odborov, aké tam v minulosti neboli. Patrí medzi ne napr. aj environmentálna geológia, environmentalistika, múzejníctvo a rad ďalších. V tejto súvislosti si treba opätovne uvedomiť, že niektoré „klasické" geovedné odbory, ktoré sa v kategorizácii vedných odborov OECD vyskytujú vo všetkých troch úrovniach univerzitného (vysokoškolského) štúdia, už zastúpenie nemajú. Je tam zoológia (do ktorej patrí aj zoopaleontológia), geochémia v našom chápaní sa eviduje v rámci „chémie", geofyzika v rámci fyziky (Zeme) resp. „seizmiky" a i. Do kategórie nezaradených odborov patrí aj gemológia.

Niektorým geovedcom treba pripomenúť, že gemológia – hlavne jej obsah – nie je iba časťou mineralógie, ale syntézou vybraných kapitol mineralógie, petrológie, fyziky pevných látok, optiky, chémie, estetiky, sociálnych vied, zoológie a pod.

Spoločenskej objednávky na konštituovanie študijného odboru gemológia na niektorej slovenskej univerzite sa chopila Fakulta prírodných vied UKF v Nitre a na základe kvalifikácie jej kmeňových pracovníkov sa tomuto študijnému odboru zatiaľ priznala úroveň bakalárskeho štúdia. Pedagogickú činnosť súvisiacu s odborom v prvých rokoch okrem kvalifikovaných vedecko-pedagogických pracovníkov zo Slovenska zaisťovali (a dodnes pri nej spolupracujú) aj špecialisti zo zahraničia (prof. L. Rössler, riaditeľ strednej zlatníckej školy a zároveň prezident Rakúskej gemologickej spoločnosti, a RNDr. I. Turnovec z Českej republiky).

Patrím medzi tých vysokoškolských pracovníkov, ktorí svoje ústne pôsobenia na študentov (prednášky) veľmi úzko spájajú s dostatkom vhodnej študijnej literatúry, a preto vznikol aj interný učebný text *(Úvod do gemológie)*, zoznamujúci študentov s príslušnou problematikou. Náplň každej kapitoly si riadi vždy iný vyučujúci samostatne vo svojich predmetoch, napr. v kryštalografii, kryštalochémii, optike, všeobecnej a systematickej mineralógii a i. (preto sa im venuje iba krátke vysvetlenie). Uvedený učebný text bol rozmnožený bez akéhokoľvek finančného príspevku zo strany UKF, nepožiadali sme ani o pridelenie ISBN čísla, a tak nejde o oficiálne učebné texty, nemožno ich kúpiť v nijakom kníhkupectve a nik ich nedistribuuje. Tieto rozmnožené prednášky si študenti kupujú za symbolickú cenu papiera, väzby, tonera..

Na uvedenom všeobecnom pozadí RNDr. J. Majzlan, PhD. (UK Bratislava), pôsobiaci už roky na renomovaných zahraničných univerzitách, „vpadne" do problematiky a napíše (a časopis Mineralia Slovaca uverejní, 38/3, Geovestník, s. 8, v poradí už druhú) „zdrvujúcu" kritiku textu, ktorý nie je určený geologickej komunite. Priznávam, že niektoré aspekty uvedené v recenzii sme nedomysleli (napr. nedôsledný preklad z češtiny, ktorou svoju časť písal RNDr. I. Turnovec z ČR), no „neberiem" všetko, čo napísal kolega Majzlan, napr. kubicky stabilizovaná zirkónia resp. kubická zirkónia je systéza vyhotovená na báze oxidu zirkónu (oxid zirkoničitý ZrO_2) a stabilizátorov, názov aj výrobu zaviedli výrobcovia vo Švajčiarsku ako náhradu za diamant.

Verím, že si p. kolega so záujmom prečítal nielen naše učebné texty, ale najmä „prvú gemológiu" *Od drahého kameňa k šperku* s podnázvom Monografia(?) od Baroka a Tichého (2004, ako poznámku uvádzam, že prvú kritiku nášho interného textu dal do časopisu Mineralia Slovaca práve p. Barok). Vrelo mu ju odporúčam. Isto by sa z nej dozvedel viac o správnych názvoch a klasifikácii minerálov, hornín a syntéz ako z našich učebných textov.

Obidve zverejnené recenzie toho istého autora v časopise Mineralia Slovaca nepokladám za nič iné ako za pokus osobne odborne znemožniť autorku resp. autorov, ako aj samotnú fakultu. Pozadie a celé smerovanie recenzií je celkom iné a interné texty sa stali len vhodnou zámienkou. Ak si p. Majzlan kúpil (kde?) tieto učebné texty, ako uvádza, isto nie preto, aby sa poučil.

Chyby v texte sú už dávno opravené a v prednáškach (ktoré nik z kritizujúcich nepočul) na ne upozorňujeme. Opravy sme urobili s recenzentmi uvedenými v tiráži. Zareagujem iba na vypadnutú citáciu B. Klímu v zozname literatúry, ktorú sme nakoniec v texte nepoužili a zo zoznamu literatúry tak omylom neodstránili. B. Klíma je vedec veľkého mena, ktorého práce dokonale poznám (a nemusím ich mať ustavične pred očami, ako konštatuje dr. Majzlan), a takú maličkosť by určite prepáčil (nezaoberá sa totiž gemológiou ani geovedami, ale históriou). Recenzent nás upozorňuje na prevzatie obrázkov zo zahraničnej literatúry a poúča o copyrighte. Obr. 35 je zložený z viacerých obrázkov, takže ako celok nie je prevzatý zo zahraničnej literatúry, a to predsa p. kolega isto vie. Z celej recenzie textu autora vyplýva úplné zhrozenie. Škoda, že si nevšimol aj iné učebné texty, monografie a obrázky, kde je takýchto možných „zhrození" tiež neúrekom.

Ocením (určite nie kritikou) a istotne aj študenti, ak niekto (napr. fundovaný mineralóg) napíše gemológiu nie pre mineralógov, ale pre gemológov, spotrebiteľov, zlatníkov, brusičov či obchodníkov. Dávame

šancu iným, ktorým sa my v Nitre naozaj nemôžeme rovnať, a o to predsa šlo. Mrzí ma, že svojím počínaním nás obidvaja (v prvom rade p. Barok – a čo som prekvapená – aj p. dr Majzlan) „morálne" poškodili

Ľ. Illášová

Dovolím si ještě malou poznámku. Hlasné napadnutí účelového, jistě nedokonalého textu, je střelba kanonem na komára. Recenzenti by se měli věnovat spíš „monografii" *Od drahého kameňa k šperku* od Baroka a Tichého (2004). Ostatně Barokova recenze byla žlučovitou reakcí na mé upozornění, že se mnou jeho kniha nebyla konzultována, jak v ní napsal, a že jí pokládám za velmi, ale velmi nepodařenou (viz Zpravodaj české geologické společnosti 2004)

Překlepy a čechizmy, interpretované nesolidně jako zásadní chyby, jsou bezesporu naším autorským a redakčním problémem. Ale vzhledem k rozsahu a účelu, a to včetně několika skutečných chyb, nejde o fatální problém. Ať již oponenti tvrdí cokoli, se základy gemologie se studenti i tak seznámí.

I. Turnovec

J. Zuberec, M. Tréger, J. Lexa a P. Baláž: **Nerastné suroviny Slovenska.** 1. vyd. Bratislava, Vyd. Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra 2005. 350 s.

Úvodom treba v prvom rade oceniť počin vydať publikáciu takéhoto typu, pretože posledný opis ložísk celého Slovenska (Slávik et al., 1967) je už dávnou históriou, navyše úplne rozobranou, a jej zachované exempláre isto patria medzi najcennejšie solitéry v knižnici nielen ložiskového geológa. Mohlo by sa namietať, či pri súčasnom útlme ložiskovej geológie (s výnimkou uhľovodíkov) má takáto práca význam, keď sa hlavne na „rudnom poli" odohráva toho veľmi málo a dokonca ani celosvetový trend – s malými výnimkami (Au, U) – nenaznačuje zmenu tohto stavu. Na druhej strane je však naplno zdôvodniteľné, že kontinuita poznatkov o súhrnnej evidencii ložiskového potenciálu (majetku štátu) by sa nemala prerušiť, a to bez ohľadu na meniacu sa makroekonomickú situáciu, lebo pravidelne vydávané ročné bilancie sa sústreďujú iba na ekonomické parametre ložiskových fenoménov a geologické prostredie, v ktorom sa ložiskové objekty nachádzajú, ustupuje do úzadia.

Autori v sympaticky zelenej a vkusnej pevnej väzbe na 350 stranách textu vrátane 272 obrázkov a grafov a v niekoľkých desiatkach nečíslovaných tabuliek (tie sú číslované len v časti o geotermálnej energii) ponúkajú exkurziu do slovenského surovinového potenciálu. Urobiť to istotne nebolo jednoduché, pretože v nie takej dávnej minulosti nemalý počet špecialistov na príslušné suroviny v predmetnom geologickom priestore vykonal rad dôležitých prác. Pred autorským kolektívom bola neľahká úloha aj vzhľadom na úplne zmenenú situáciu v nerastných surovinách. Išlo hlavne o zvládnutie citlivého narábania s priestorom v publikácii pri prezentácii jednotlivých surovinových typov s nezanedbaním podstatných faktov. Z dnešného pohľadu je dosť prekvapujúce, že sa dodržalo „klasické" usporiadanie práce so zaradením rudných surovín na začiatok prehľadu ložísk, lebo ich podiel nie je v súčasnosti podstatný, čo sa napokon konštatuje aj v úvode publikácie. Členenie práce teda celkom nezodpovedá súčasným trendom, hodnoteniu a významu nerastných surovín vo svete, nielen na Slovensku, ak máme na zreteli ich ekonomický efekt.

Z práce nie je jasné, či bola recenzovaná, lebo mená recenzentov sa neuvádzajú. Kapitoly nie sú číslované – čo je zrejme rozhodnutie autorov, ale prehľadnosti práce a orientácii v nej to neprospelo. Prejavuje sa to najmä v obsahu – záverečné časti (klasifikácia zásob..., špecifiká oceňovania...) sú hierarchicky podriadené stavebným surovinám.

Úvodná časť (Nerastné suroviny v historickom kontexte) aj napriek tomu, že sme vzhľadom na návraty do histórie baníctva zaznamenali niekoľko hodnotiacich stanovísk, sa podľa nášho názoru – veď slovenské baníctvo bolo „motorom" feudálnej ekonomiky Rakúsko-uhorskej monarchie – mala trochu viac zvýrazniť, pretože to v tých časoch, trúfame si povedať, bol fenomén aj svetového významu. Necelá stránka textu, z toho o slovenských nerastných surovinách jeden stĺpec, je predsa len málo.

V ďalšej časti je stručný prehľad geologickej stavby územia Slovenska spracovaný podľa Bieleho et al. (1996), čo pokladáme za veľmi potrebný, pritom jasne spracovaný a dostatočný vstup do problematiky. Dojem kazí obr. 2. Schematická geologická mapa. Nie je pri nej uvedená mierka a lišta mierky je iba nakreslená, ale bez číselných údajov, a tak čitateľ môže len hádať.

V roku 2004 vyšiel v tom istom vydavateľstve súbor máp Nerastné suroviny Slovenska v mierke 1 : 500 000 od rovnakého autorského kolektívu bez komentujúceho textu. V úvode publikácie malo byť odvolanie na tento súbor, lebo recenzovaná monografia nemá nijakú prehľadnú ložiskovú mapu, a teda niet kam študované objekty lokalizovať. Časť o stratigrafickej pozícii ložísk si takúto mapu vyžaduje. Podľa nášho názoru by bolo vhodné zaradiť do úvodných častí klasifikáciu resp. systematizáciu ložísk, ktorých je vo svete hojnosť (napr. USGS Mineral Deposits Classification System, System of Geological Survey of Australia atď.).

Kapitola o stratigrafickej pozícii ložísk a výskytov v nadväznosti na orogénne štádiá je veľmi ilustratívna predovšetkým v tabuľkovej časti, a najmä geológom „ložiskárom" poskytuje vhodnú orientáciu v širokej geologickej časovej škále. V komentári k tejto tabuľke je však množstvo nepresností resp. neúplných údajov, čo vyvracia aj samotný nasledujúci text v celom rozsahu publikácie. Upozorníme aspoň na niektoré z nich. V názve kapitoly je aj slovo výskyty, a preto veta, že sa nezistili akumulácie U mineralizácie v staršom paleozoiku Spišsko-gemerského rudohoria, vôbec nie je korektná, lebo sa identifikovali priamo v súľovskom granite (napr. vo vrte HG1), v jeho exokontakte, v žilách s názvom H v okolí hnileckých granitových telies na Trohanke, v Čučme, v okolí Zlatej Idky a i.

Ani s tvrdením autorov, že sedimenty permu sú z hľadiska výskytu minerálov pomerne pestré, ale ekonomicky málo významné, nemožno súhlasiť. Vyvracia to aj text uvedený ďalej. Zrejme sa zabudlo na ložisko Novoveská Huta, v 80. rokoch 20. stor. Cu ložisko s najkvalitnejšou rudou vo vtedajšej ČSR, a napokon na celý produktívny pás s rojom žíl od Mlynkov až po Rudňany, ktorý sa v ďalšom texte opisuje. Rovnako je vynechaný permský evaporitový potenciál – Novoveská Huta, Šafárka. Neskôr sa táto informácia koriguje konštatáciou, že sa v tomto útvare vyskytujú komplexné Fe rudy. Nespomína sa výskyt medeného pieskovca v slivníckom a vojtechovskom horizonte severogemerického permu ani v súčasnosti nebilančná, no hojná U mineralizácia v nízkotatranskom hroniku. Rovnako veta z časti o nerudných surovinách Spišsko-gemerského rudohoria – staršom paleozoiku, že sa tam v malom množstve vyskytuje magnezit a mastenec, neguje značnú zásobu na novoobjavenom gemerskopolomskom ložisku v Dlhej doline z počiatku 90. rokov minulého storočia.

V publikácii sú miestami terminologické nepresnosti. Na s. 211 v obr. 168 je výraz treťohory – asi nie úplne odborný termín. Niekoľkokrát sa objavuje názov veporidy, ktorý je už aspoň dvadsaťpäť rokov odložený v archívoch.

Značný počet obrázkov je prínosom, škoda však, že sú prebrané zo Slávikovej publikácie aj s chybami, s akými boli publikované, a vo vtedajšej kvalite vykreslenia. Chýba mierka, a to horizontálna aj vertikálna, smerová orientácia (ide o desiatky obrázkov), čo sa pred štyridsiatimi rokmi mohlo považovať za predmet utajenia, ale dnes znemožňuje čitateľovi utvoriť si predstavu o veľkosti toho-ktorého ložiska. Často chýbajú niektoré vysvetlivky a celá obrázková časť budí dojem o nedostatočnej redakčnej úprave. Napr obr 208 na s. 246 je v prevrátenej pozícii, vysvetlivky pri vrte niekde chýbajú a nie sú vysvetlivky pri veľkých písmenách na obrázkoch (Š, R a V), napr. na obr 234. Ložiskový geológ ich význam pochopí, ale pre záujemcu mimo odboru je to rébus. Na obr 98 v stati o uhlí (s. 152) nie je zobrazený ani povrch terénu v rezoch, ani mierky. Možno nájsť aj skomoleniny mien autorov citovaných správ, ako aj „necitovanie" niektorých autorov, napr Novotný – Novoveská Huta, Polák – Močiar.. Prospel by väčší podiel obrázkov v plošnom vykreslení, hlavne na zvýšenie priestorovej predstavy a spresnenie väzby na jednotlivé litologické resp. tektonické prvky.

Na druhej strane oceňujeme náčrt praktického využívania jednotlivých typov surovín a niekde aj technologických vlastností, ako aj text o recyklácii a možnej náhrade suroviny. Okrem toho sa správne poukazuje na surovinový potenciál Slovenska v jednotlivých kategóriách energetických nerudných a v stavebných surovinách. Sumár potenciálu rudných surovín chýba.

Polymetalické konkrécie v Tichom oceáne sa opodstatnene zaraďujú medzi Mn rudy, lenže vzhľadom na aktuálnosť témy a variabilnú úžitkovú hodnotu suroviny by si zasluhovali samostatný opis s využitím novších podkladov a údajov, ako sa uvádzajú, a to aj preto, že sa táto problematika nedávno medializovala nie veľmi vhodne a tu bolo miesto na zdôvodnenie potreby takejto netradičnej aktivity.

Publikácia je dobrou inventúrou, čiže k jej analytickej časti nemožno mať zásadné pripomienky (zaujme redukcia priestoru pri stále exploatovaných ložiskách, napr Nižnej Slanej). Chýbajú závery prác Lorincza et al. z 90. rokov 20. stor z prieskumu Fe karbonátov z okolia Nižnej Slanej Keďže je to stanovisko autorov, dá sa o tom polemizovať, ale prečo sa šankovskému výskytu venuje tri razy viac miesta ako ložisku Manó-Gabriela, ktoré je v súčasnosti jediným slovenským ťaženým železorudným ložiskom, zostáva záhadou.

Z celkového prehľadu toku textu je zrejmé, že hlavne ložiskovým objektom v neovulkanitoch sa venuje zvýšená pozornosť, lebo zaberajú oveľa viac miesta ako objekty v starších útvaroch. Je to zrejme výsledok detailnejšieho opisu, ale to na druhej strane potláča staršie objekty, ktoré sú opísané oveľa stručnejšie. Treba zdôrazniť, že aj obrázky z tohto komplexu sú kvalitnejšie.

Nerudné nerastné suroviny sú z hľadiska šírky záberu a pestrosti typov mineralizácie spracované dôkladne a poskytujú súhrnný prehľad slovenského potenciálu.

Pri mastenci sa preberá ložisko Hnúšťa-Mútnik, ale prakticky sa nespomína resp. iba skromne veľké ložisko tejto suroviny Gemerská Poloma v Spišsko-gemerskom rudohorí, jeden z najúspešnejších výsledkov ložiskovej geológie 20. stor Uvádzaný rez (Malachovský, 1992) nie je z najnovších, lebo ložisko sa oveľa dôkladnejšie preskúmalo v nasledujúcich rokoch, a tak sa mali použiť výsledky výpočtu zásoby Killíka et al. (1995).

Vo vymenúvaní magnezitových ložísk sa pozabudlo na neťažené, ale preskúmané ložisko Latinák, ležiace na V od ložiska Burda-Poproč. Pretože ide o najvýznamnejšiu surovinu Slovenska, myslíme si, že menej ako štyri strany, ktoré sa jej venujú, je málo, hlavne ak si uvedomíme, že magnezit súborne dôkladne zhodnotila Abonyiová a Abonyi (1981).

Za pozitívne nóvum možno považovať časť o geotermálnej energii, ale aj ona je veľmi sporná a chýbajú v nej názorné praktické príklady (nielen tabuľkový výpočet lokalít), ktoré by koncom užívateľov – o. i. orgány štátnej správy, lebo aj im je publikácia venovaná – motivovali na konkrétne kroky na tomto poli. Z celej časti je polovica textu venovaná teórii a prehľadu potenciálu tohto druhu energie vo svete, čo je nesporne zaujímavé, ale málo adresné pre Slovensko, na ktorom 26 % jeho rozlohy považujeme z hľadiska geotermálnej energie za perspektívne. Zaradenie mapky perspektívnych oblastí je neoddiskutovateľným prínosom. Otázkou je, či sa nemali aspoň letmo načrtnúť možnosti tepelných čerpadiel.

Časť o nerastných surovinách v chránených územiach aktuálne načrtáva problémy pri exploatácii, keďže v týchto oblastiach je 31,5 % z celkovej ťažby Klasifikácia ložísk a ich oceňovanie tvoria vítanú nadstavbu, premostenie do ekonomickej reality. Kapitola o ťažbe a zásobe je stručná, ale dostatočne ilustratívna. Škoda len, že v závere práce nie je register ložísk, lebo ten by prácu a orientáciu v nej sprehľadnil.

V závere publikácie je kapitola o svetových trendoch (podľa Kužvarta a Kozáča) poskytujúca nesporne cenné a zaujímavé poznatky zo sveta, lenže žiadalo by sa preukázať, či sú aplikovateľné aj u nás. Chýba syntetický náčrt trendu a možností Slovenska aspoň na najbližších cca 20 rokov, ktorý by vychádzal z toho, čo doma máme alebo čo možno predpokladať resp. čo bude novo sa formujúca ekonomika EÚ potrebovať a na čo sa v surovinovej politike sústredí

Publikácii chýba záver, zhrnutie, predikcia o potenciáli nerastných surovín – aké možné nové suroviny sa dajú predpokladať, ktoré suroviny by mohli byť ešte zaujímavé vzhľadom na svetové ceny (napr reklasifikácia olejových bridlíc v nadväznosti na uhľovodíkovú krízu, ktorá trvá už niekoľko rokov) a dlhodobé trendy. Ako sme už spomenuli, monografiu ako inventúrny, analytický zoznam možno považovať za dostatočný vklad do ekonomickej geológie, ale očakávané syntetizujúce závery sú málo prierazné alebo chýbajú, a tak neformulujú názor resp. predstavu o reálnej budúcnosti nerastných surovín na Slovensku, čo tak trochu oslabuje výsledný dojem z nej.

Ľ. Kucharič

I. Paulička et al.: **Všeobecný encyklopedický slovník.** 1. vyd. Bratislava, Cesty 2005. 4. zv.

Rýchly a intenzívny rast poznatkov zo všetkých oblastí života človeka a jeho činnosti sa v posledných decéniách prejavuje v naliehavej potrebe ustavične dopĺňať, spresňovať i prepracúvať aj encyklopedické prehľady Nové poznatky treba triediť, konfrontovať ich s už jestvujúcimi zdrojmi, ale najmä odovzdávať čo najširšiemu okruhu potenciálnych používateľov Z takéhoto pohľadu treba vydanie každého syntetizujúceho písomného diela jednoznačne pokladať za pozitívum.

Na získanie či rozšírenie a spresnenie všeobecného prehľadu som sa v posledných týždňoch zoznámil aj s vnútornou štruktúrou, ako aj so samotným obsahom slovenských publikovaných encyklopédií. Bolo to šesť zväzkov *Encyklopédie Slovenska* (1981), jeden *Malej encyklopédie Slovenska* (1987), štyri (z dvanástich plánovaných) encyklopédie *Beliana* a *Všeobecný encyklopedický slovník* (Paulička et al.), ktorý vyšiel v štyroch zväzkoch v roku 2005. Naposledy spomenutému po podrobnom zoznámení sa s jeho štruktúrou, heslárom, spracovaním hesiel, rozsahom i proporcionálnosťou ich výkladu, jazykovou stránkou či jazykovou čistotou, ako aj s hierarchizáciou hesiel podľa dĺžky ich výkladu a pod venujem niekoľko údajov a poznámok.

Všeobecný encyklopedický slovník (ďalej VES) má 4046 strán rovnomerne rozdelených medzi všetky štyri zväzky, podľa zostavovateľa okolo 100 000 hesiel a patrí medzi stredne veľké encyklopédie. Tlač je dvojstĺpcová a každý súbor hesiel je podľa abecedy vyznačený na reze knihy farebným znakom. Na rozdiel od skôr vydaných slovenských encyklopédií má iba obmedzený počet tabelárnych prehľadov a nie sú v ňom obrázky ani náčrty, čiže obsah každého hesla sa opisuje, vysvetľuje či definuje jazykom (slovom, slovným spojením atď.).

Podľa môjho osobného dojmu VES nie je koncipovaný tendenčne, pomerne objektívne zachytáva vývoj a stav našej i svetovej spoločnosti a poznatky z rozličných oblastí vedy, technológie, kultúry a vzdelanosti Tým sa jednoznačne odlišuje od už skôr vydaných slovenských encyklopedických diel, ktoré sú veľmi silno poznačené ideológiou a z nej vyplývajúcou poplatnosťou.

VES má v porovnaní so súčasne vydávanou Belianou isté nedostatky, ale aj niektoré prednosti. Jednou z nich je aj to, že VES už má potenciálny používateľ k dispozícii celý, čiže je v dobrom slova zmysle „manipulovanejší" a – okrem iného – aj cenovo prístupnejší. Predáva sa za 2000–2200 Sk, čo je v podstate cena jedného zväzku Beliany Keďže sa už dá používať celý, vyhovuje aj slovenskému príslovíu „Kto rýchlo dáva, dvakrát dáva."

Ak sa odhliadne od synchrónne vydávanej Beliany, od publikovania rozsahom porovnateľnej encyklopédie na Slovensku uplynulo už štvrťstoročie (1981–2005), je logické, že za ten čas pribudlo veľa poznatkov z každej oblasti ľudskej činnosti. Významné je aj to, že sa v uplynulých desaťročiach slovenčina neprestajne obohacovala aj o nové slová preberaním z iných jazykov, že sa jej lexikálna zásoba – bežná, ale najmä odborná – internacionalizovala. Veľmi nápadné je to pri technických a technologických termínoch Okrem toho v tom období u nás vzrástol počet príslušníkov inteligencie, a to je najpočetnejšia kategória siahajúca po encyklopedických prehľadoch a informáciách vôbec. Fakt je aj to, že skôr vydané encyklopédie už nie sú v predaji.

Publikovanie encyklopédií je v súlade s trendom 21 stor., v ktorom celosvetový slogan *knowledge based society* nezostáva len v rovine proklamácie, ale potrebu aplikovať ho si uvedomuje každý vzdelaný príslušník spoločnosti Aj z toho pohľadu je vydanie VES pozitívny počin.

Inou a nezodpovedanou otázkou zostáva, či Internetom a inými prostriedkami masovej komunikácie vychovaná a vychovávaná mladá generácia je a bude ochotná systematicky budovať aj domáce knižnice a na ich zveľaďovanie dávať nemalé finančné prostriedky, ktorými väčšina mladých príslušníkov inteligencie (napr bez vlastného bytu, o. i. nevyhnutného aj na umiestnenie knižnice) neoplýva.

K recenzovanému VES mám niekoľko poznámok.

Výber a vyváženosť hesiel. Z tejto stránky má dielo azda najviac nedostatkov. Patrí medzi ne nesystematickosť, ale najmä chýbanie primeranej hierarchie hesiel. Ako príklad uvádzam: *Jurčo* (cyklista) zúčastnil sa OH v Moskve, bol náhradník (!). Najviac omylov a veľká subjektívnosť je asi vo výbere hesiel s menami osôb. Ich charakteristika býva často nevýstižná. Napr pri hesle Cambel, B., sa uvádza iba jedna monografia (plný titul) B. Cambela, ale to, že bol rektorom Univerzity Komenského, akademikom SAV a i., v charakteristike chýba. Vo vede hierarchicky najvyššie postavení DrSc. a prof DrSc. sa väčšinou neuvádzajú (mali by tam byť všetci!), kým rad nositeľov titulu PhD. resp. CSc., čo sú o rad nižšie kvalifikačné stupne, sa do slovníka dostal. Nevyváženosť je aj vo výbere hesiel z jednotlivých oblastí ľudskej činnosti V slovníku chýbajú napr heslá historicky významných a aj v súčasnosti dôležitých miest, napr Bologna, Haag, Hamburg, Halle a rad ďalších.

Heslá v mnohých prípadoch *nie sú aktualizované.* Vypadlo napr heslo SDKÚ a heslo Demokratická strana je definované neaktuálne. V tiráži sa neuvádza dátum redakčnej uzávierky, len to, že dielo vyšlo v roku 2005. Niektoré heslá majú doslova „úsmevné" definície. Napr Rudolf Schuster je slovenský dramatik činný v rôznych hosp. a politických funkciách..., od roku 1999 prezident SR. Súčasný prezident SR I. Gašparovič heslo nemá, hoci funkciu vykonáva od roku 2002 a VES vyšiel v roku 2005. Heslo Európska únia sa končí rokom 1995 a o vstupe SR do EÚ nie je ani zmienka. Nemálo chýb je v prepise egyptských mien. Slovenský prepis už jestvuje, napr Chufe, nie Cheops, Téby je po grécky, správne je Waset a i.

V rade prípadov je v slovníku odvodené slovo, ale základný termín chýba (čpavkovač je, ale čpavok nie). Neprijateľný je postponovaný atribút v termíne doba bronzová, doba kamenná, akvárium morské a i.

Rozsah (dĺžka) textu hesla sa ani len nepribližuje dôležitosti príslušnej osoby či deja pre vývoj spoločnosti (týka sa to nielen Slovákov, ale aj mien cudzincov) Nezanedbateľné sú nepresnosti vo výbere hesiel z prírodných vied (zo zoológie, botaniky, geológie). Uvádzajú sa napr aj z celosvetového hľadiska raritné druhy, ale mnohé endemity zo slovenského územia chýbajú.

Autori VES, žiaľ, prebrali v našej literatúre desaťročia tradované chyby podľa *Malej československej encyklopédie,* napr nie Čudské, ale Čadské jazero* a i. Z početných chýb vo výklade hesiel ako príklad uvádzam spojenie dobré mravy = právny súhrn pozitívnych morálnych zásad... Chybne je uvedená aj skratka DNK ako dezoxyribonukleová (správne deoxy...) kyselina Nesprávne je napr heslo Baradla = Aggtelek-Baradla a i Nesprávne je abecedné radenie niektorých, najmä arabských (no nielen ich) názvov, ak je pri nich člen al. Anachronicky pôsobí napr zaradenie hesla plemeno ľudské (staršie označenie rasa) Prof Pospíšil slovo rasa odmieta a navrhuje termín populácia. Termín plemeno sa v modernej slovenčine používa len v zootechnike!

Okrem mena Ing. Ivana Pauličku (vedúceho autorského kolektívu) sa v celom diele nijaké iné meno neuvádza. Pokladám to za prejav neúcty k desiatkam pracovníkov, ktorí sa na kompletizácii VES zúčastnili.

V encyklopédiách sa spravidla skratkou (gr., lat., nem a pod.) uvádza aj pôvod výrazu (slova) a v ťažších prípadoch aj výslovnosť Slovo miestopredseda (správne podpredseda) je zastarané. Pri niektorých športovcoch sa uvádza, že obsadili 1 miesto na olympiáde, hoci boli iba členmi tímov, ktoré sa tak umiestnili. Zaradenie miestneho názvu Březany (ČR), ale na druhej strane chýbanie Brezna nad Hronom**. Bánoviec nad Bebravou a i. signalizuje český zdroj pri tvorbe heslára. Jazero Bajkal nie je tektonická prepadlina, ale vypĺňa tektonickú prepadlinu. Býk sa uvádza len ako súhvezdie, ale nie ako zviera. Podľa slovníka je Bystrá potok, ale o obci Bystrá nie je ani zmienka. Chýba heslo banán, baník, Brhlovce a pri hornine bazalt je nevhodný výklad. Chýbajú napr heslá FIAT, FIFA a i. Spojenie silúrový systém je nonsens (= silúrsky systém). Pri chemických prvkoch je niekde na prvom mieste značka, napr Ga, inde pomenovanie slovom, napr draslík (K) Vo VES je gemma a gemmológia, ale v Beliane gema a gemológia (dá to niekto do poriadku?). Je heslo granit, ale chýba synonymum žula. Podobných *faux pas* je v diele požehnane.

S poľutovaním konštatujem, že ani v jednom zo štyroch zväzkov nie sú uvedené literárne resp. v elektronicky prístupných databázach umiestnené zdroje informácií použité pri spracúvaní heslára, ale aj pri výklade hesiel slovníka. Nie sú odkazy na nijaké špecializované domáce (a české) či zahraničné encyklopedické slovníky ani na súhrnné diela daného žánru.

Medzi klady počítam zahrnutie niektorých tabelárnych prehľadov (pápežov, ústavov SAV, názvov štátov a i.), ale chýba napr prehľad jednotiek SI, tabuľka na prepočítavanie teploty z °C na °F a opačne, prehľad starých (už nepoužívaných dĺžkových, hmotnostných a i.) jednotiek a mnohé ďalšie dáta.

Záver

Ako každé dielo má aj VES pozitíva aj negatíva. Výber z nich som už uviedol.

Najdôležitejšie pozitíva.

- aktuálnosť slovníka – vypĺňa medzeru na domácom knižnom trhu
- objektívnosť pri výbere hesiel, apolitickosť
- celková dobrá manipulovateľnosť so zväzkami (nízka hmotnosť)
- z pohľadu kupca inšpiratívne cena (2000–2200 Sk)

Základné negatíva:

• nápadná anonymnosť – okrem hlavného autora (editora?) sa ďalší autori neuvádzajú (v renomovaných encyklopedických slovníkoch bývajú skratky autorov za každým heslom!)

• chýbanie obrázkov typických fenoménov

• málo citlivý výber mien osôb

• neproporcionálnosť v rozsahu výkladu hesiel podľa ich významu

• nie najvhodnejší až vecne nesprávny výklad niektorých hesiel

• nesystematickosť v zaradení tabelárnych prehľadov v závere diela

Napriek tomu, že som pri písaní tejto recenzie použil dobre ostrúhanú ceruzku, VES odporúčam do pozornosti všetkým, ktorí pracujú v mentálnej sfére, ale aj v iných oblastiach (aj lúštiteľom krížoviek) a z času na čas potrebujú nazrieť do nejakého prehľadu, diela poskytujúceho spoľahlivé informácie. A takým recenzované dielo je. V prospech jeho zaradenia do rodinnej či osobnej knižnice svedčí aj jeho cena.

D. Hovorka

*** Poznámka redakcie:* Je Brezno, nie Brezno nad Hronom.

** Poznámka redakcie:* Jestvuje Čudské jazero (est. Peipsi järv, rus. Čudskoe ozero) aj Čadské jazero (angl. Lake Chad, fr Lac Tchad).

Jaskyne svetového dedičstva na Slovensku. Zostavil J. Jákal. Liptovský Mikuláš, Správa slovenských jaskýň 2005

Povrchový aj podzemný kras patria medzi najatraktívnejšie prírodné fenomény abiotickej prírody a Slovensko z hľadiska množstva, pestrosti, ale najmä estetickej hodnoty krasových javov patrí medzi najbohatšie krajiny Európy. Pritom najmä podzemný kras, doteraz objavené jaskyne v karbonátových horninových sekvenciách sú zároveň pokladnicou informácií o prehistorických a ranohistorických ľudských komunitách obývajúcich naše územie. Povrchový aj podpovrchový kras je aj miestom mnohých zachovaných resp. fosilizovaných zvyškov príslušníkov rozličných tried živočíšnej ríše poskytujúcich informácie o faune (ale aj o flóre) zo štvrtohôr, a tak sú predmetom intenzívneho štúdia vedcov radu špecializácií. Stála teplota a vyrovnaná vysoká vlhkosť niektorých jaskýň sa využívajú aj v klimatickej terapii pacientov s dýchacími ťažkosťami.

Nezanedbateľný je význam krasu, a najmä krasových jaskýň pri šírení vedeckých poznatkov o neživej aj živej prírode medzi mládežou a obyvateľstvom vôbec. Krasové javy – ponorné vodné toky, ich mechanická i rozpúšťacia chemická činnosť, vznik sintra, jeho variabilné sfarbenie podmienené prímesou oxidov a hydroxidov rozličných prvkov, hromadenie netopierích exkrementov, zvyšky predhistorických ľudských kultúr (Domica) a pod. – poskytujú trojrozmerný doklad o „metabolizme" zemskej kôry či o intímnej interakcii dvoch foriem prírody V uvedených oblastiach je najmä význam podzemného krasu (jaskýň) vo výchovnej a vzdelávacej činnosti nesporný a nezastupiteľný

Recenzované knižné dielo má 159 strán formátu A4, dvojstĺpcovú sadzbu s prevažne farebnými fotografiami, náčrtmi a schémami vysokej estetickej úrovne a dobrého technického stvárnenia priamo v texte. Škoda, že grafické súčasti nie sú číslované a že chýba aj ich register

Zostavovateľom publikácie je doc. RNDr J Jákal, DrSc. Ide o kolektívne dielo (osem autorov z rozličných vedných odborov a z riadiacich orgánov) s vyznačením autorstva jednotlivých kapitol. V texte nie sú odkazy na originálne alebo už zverejnené údaje, a tak napriek tomu, že niektoré bloky aj celé kapitoly majú vedeckú úroveň, patrí medzi odborné monografie. O jednotlivých jaskyniach na Slovensku alebo o čiastkových otázkach (archeológia jaskýň, ich paleoflóra, paleofauna a i.) sú rozličné rozsiahle práce niekoľkých kvalitatívnych kategórií, ale posudzované dielo je svojou komplexnosťou vrcholnou syntézou danej problematiky z celého nášho územia.

V posledných mesiacoch pred parlamentnými voľbami aj vysokí politickí predstavitelia Slovenskej republiky pochopili, že aspoň v predvolebnom období je vhodné prihlásiť sa k už celú dekádu proklamovanému sloganu UNESCO *knowledge based society* čiže k tzv vedomostnej ekonomike V tejto súvislosti sa všeobecne prijíma, že vysoko sofistikovaná výroba všetkých druhov či vlastne celý chod ľudských spoločenstiev v blízkej aj v ďalekej budúcnosti si bude vyžadovať vzdelanú generáciu schopnú plniť náročné úlohy 21 a ďalších storočí Vo veľkej miere to platí aj pre obyvateľov Slovenska. Z tohto hľadiska abiotická príroda poskytuje názorné a neopakovateľné príklady na chápanie a pochopenie „metabolizmu" litosféry, v rámci ktorej sa zrodilo ľudstvo s jeho víziami rozvoja alebo aspoň života v trvalo udržateľných podmienkach V takomto kontexte je recenzované dielo hodnotným príspevkom do poznania abiotickej prírody Slovenska a komplexnosťou, štylistickou prepracovanosťou, neopakovateľnými čiastkovými pohľadmi, ale aj vynikajúcim edičným stvárnením (J Jákal) istotne zohrá pozitívnu úlohu vo všetkých sférach riadenia problematiky neživej prírody štátneho územia a súčasne bude vhodným zdrojom hodnotných moderných informácií pre študentov 2 a 3 cyklu vysokoškolského štúdia našich univerzít či zdrojom poznatkov pre učiteľov škôl všetkých stupňov Publikácia nesporne nájde uplatnenie aj medzi pracovníkmi múzeí, iných osvetovokultúrnych zariadení a napokon bude aj zdrojom poučenia pre všetkých, ktorých záujmom je neživá príroda alebo aspoň niektoré jej fenomény

Originálnosť recenzovanej publikácie vidím v podaní súhrnu poznatkov o jaskyniach Juhoslovenského krasu, v komplexnom pohľade na problematiku, v kultivovanosti jazyka a vo vysokej odbornej a estetickej úrovni do nej zaradených fotografií, náčrtov a schém.

Uvádzam aj niekoľko poznámok resp. návrhov na zlepšenie pri jej prípadnej inovácii alebo pri ďalšom (najlepšie cudzojazyčnom) vydaní

• Súčasťou knižných monografií bývajú registre použitých termínov, ale recenzované dielo ich nemá.

• Fotografie, náčrty a schémy uvedené priamo v texte nie sú číslované, čo komplikuje situáciu pri uvádzaní odkazov na ne.

• Dielo nemá cudzojazyčné resumé a tým sa vylučuje zo zaradenia do svetových databáz.

O slovenských jaskyniach je vo svetových jazykoch spracovaných iba niekoľko čiastkových tém, ale úplne chýba komplexne chápaná monografia (a tou recenzované dielo je) publikovaná napr v angličtine Finančné krytie nákladov

vydania takéhoto diela by mohla zaistiť napr Slovenská agentúra pre rozvoj cestovného ruchu, ktorá má každý rok v rozpočte milióny Sk Navrhujem aktívne pôsobiť v tomto smere.

Záver

Recenzované knižné dielo *Jaskyne svetového dedičstva* na Slovensku (zostavovateľ J Jákal) patrí do kategórie odborných monografií Vysoko hodnotím komplexnosť spracovania problematiky Dielo je modernejšie ako predchádzajúce práce s identickou alebo s podobnou problematikou, bohatšie dokumentované farebnými fotografiami, náčrtmi a schémami a i plošne pokrýva väčšie územie (viac jaskýň). Keďže na našom knižnom trhu takýto titul vo svetovom jazyku doteraz chýba, navrhujem – aj s ohľadom na zahraničných turistov – vydať ho v angličtine Niekoľko čiastkových diel publikovaných v angličtine v odborných a vedecko-populárnych časopisoch nepokrýva dopyt medzinárodnej odbornej ani laickej komunity po publikáciách tohto zamerania.

Recenzované dielo aj napriek uvedeným čiastkovým nedostatkom (prevažne subjektívnej povahy) odporúčam do pozornosti všetkým obdivovateľom fascinujúceho sveta slovenských jaskýň

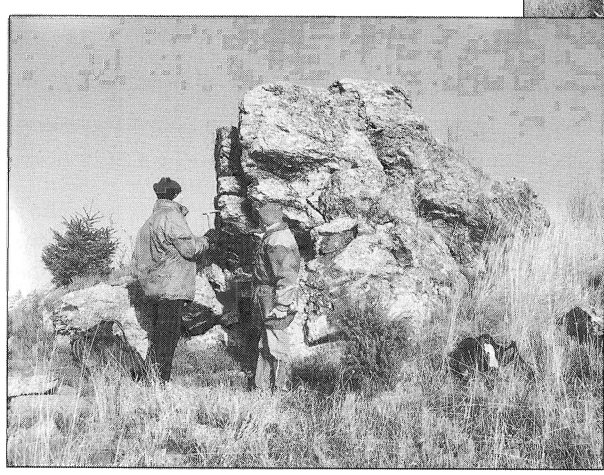
D. Hovorka

Terénna exkurzia v severogemerickej zóne

(2. december 2006)

Záverečná akcia košickej pobočky SGS v roku 2006 po trase Poráč – Holý vrch (1016) – Bukovec (1127) – Švedlár sa vďaka oneskorenému nástupu zimného počasia konala 2. decembra.

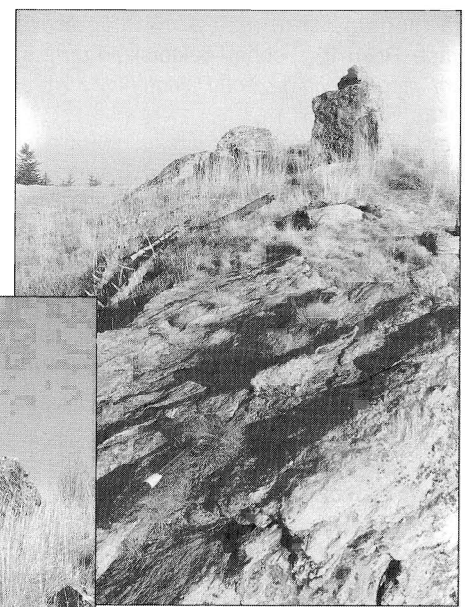
Na rozsiahlejšej korelačnej trase v severnej časti Spišsko-gemerského rudohoria sa účastníci exkurzie zoznámili s takmer dokonalým severo-južným litotektonickým profilom karbónskeho rudnianskeho súvrstvia dobšinskej skupiny a kontaktu spodnopaleozoickej rakoveckej a gelnickej skupiny gemerika. Na profile konštatovali výrazný rekryštalizačný postih polymiktných rudnianskych zlepencov a ich alochtónnosť voči podložnej rakoveckej skupine Tektonické rozhranie medzi vrstvami rudnianskeho zlepenca a vulkanickosedimentárnymi sekvenciami rakoveckej skupiny reprezentovali silne mylonitizované zelené fylity tzv folkmárskej fácie rakoveckej skupiny Aj podložné rekryštalizované bazaltové pyroklastiká a aktinolitické bridlice rakoveckej skupiny nasadali na flyšoidné sekvencie gelnickej skupiny tektonicky Tektonity rozhrania rakoveckej a gelnickej skupiny účastníci hodnotili v zóne medzi kótou Holý vrch (1016) a Bukovec (1127). Podľa sklonu planárnych štruktúr a lineácie v odkryvoch konštatovali generálny sklon na S a juhovergentnú násunovú tektoniku v duktilnom režime.



Časť účastníkov exkurzie hodnotí odkryv flyšoidného pieskovca na vrchole kóty Bukovec (1127).

Zistenia korešpondovali s generálnou juhovergentnosťou variskej orogenézy. zistenou v severogemerickej zóne pri nedávnom výskume.

Pri zostupe z kóty Bukovec (1127) smerom na J do Švedlára sa účastníci exkurzie zoznámili s ďalšími litologickými typmi gelnickej skupiny – zelenými fylitmi prakovskej fácie. rekryštalizovanými bazaltovými a keratofýrovými pyroklastikami a porfyroidmi

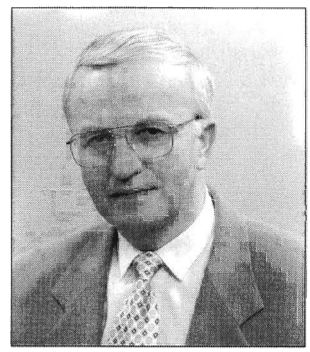


Mierny severný sklon telies flyšoidného pieskovca v tektonickom podloží rakoveckej skupiny v oblasti kóty Bukovec (1127).

Trasa bola geologicky a tektonicky veľmi hodnotná a účastníkov nadchla aj mimoriadnou malebnosťou Keďže jej hrebeňovú časť medzi kótou Holý vrch a Bukovec buduje hôľny reliéf, smerom na S dominovala panoráma Vysokých Tatier a smerom na J výhľad na centrálnu časť Spišsko-gemerského rudohoria. Odborná a krajinárska hodnota exkurznej trasy prevážila aj nad nevyhnutnosťou desiatich kilometrov pešej chôdze.

Z. Németh

RNDr. Pavol Grecula, DrSc., má jubileum



Významného životného jubilea – sedemdesiatky – sa v plnej tvorivosti a v pracovnom nasadení dožil popredný slovenský geológ RNDr Pavol Grecula, DrSc.

Pavol Grecula sa narodil 22. februára 1936 v Nižnom Žipove v okrese Trebišov. Po maturite na trebišovskom gymnáziu študoval základný geologický výskum na Fakulte geologicko-geografických vied Slovenskej univerzity v Bratislave. Štúdium skončil v roku 1959 s červeným diplomom ako promovaný geológ.

Jubilant obhajobou kandidátskej dizertácie *Geologická stavba strednej časti gemeríd a jej vzťah k rudným ložiskám* roku 1966 získal vedeckú hodnosť kandidát geologických vied (CSc.). Akademický titul doktor prírodných vied (RNDr.) dosiahol na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave roku 1967. V rokoch 1969–1972 na Vysokej škole technickej v Košiciach absolvoval postgraduálne štúdium drobnej tektoniky a petrotektoniky. Roku 1983 bol na stáži OSN zameranej na globálnu tektoniku a metalogenézu vo vtedajšom Leningrade. Roku 1986 obhájil doktorskú dizertáciu *Gemerikum – segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy* a získal vedeckú hodnosť doktor vied (DrSc.).

Jubilant začal v geológii aktívne pracovať v roku 1959 v n. p. Geologický prieskum. Pôsobil vo všetkých odborných funkciách a neskôr bol vedúcim perspektívneho odboru. Výsledkom bádateľskej tímovej práce bola *Geologicko-ložisková štúdia Spišsko-gemerského rudohoria,* ktorú v rokoch 1967–1973 spracoval 120-členný autorský kolektív. Jubilant bol spolu s J. Bartalským jej vedeckým redaktorom. Neskôr – v rokoch 1972–1992 – pôsobil v košickej pobočke Geologického prieskumu ako vedúci špeciálnej skupiny pre Spišsko-gemerské rudohorie. V závere tohto obdobia úspešne plnil rozsiahly projekt komplexných geologických, geofyzikálnych a geochemických prác *Spišsko-gemerské rudohorie – geofyzika.* V rokoch 1992–1995 bol geológom špecialistom a vedúcim oddelenia košického pracoviska a. s. Geocomplex, členom a neskôr predsedom predstavenstva tejto spoločnosti. V tom období sa začal riešiť nový komplexný projekt *Atlas geomáp Spišsko-gemerského rudohoria.*

1. januára 1996 sa jubilant stal riaditeľom novozaloženej Geologickej služby Slovenskej republiky v Bratislave (od 1. júna 2000 Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra). V roku 2001 sa vrátil k aktívnemu pôsobeniu v základnej geológii ako redaktor novopripravovanej *Geologickej mapy regiónu Slovenského rudohoria-východ v mierke 1 : 50 000* a s ňou súvisiacich vysvetliviek.

Podstatný vedecký prínos jubilanta vo sfére (1) novej regionálnotektonickej a platňovotektonickej interpretácie Spišsko-gemerského rudohoria a (2) problematiky metalogenézy – metamorfného modelu vzniku žilnej mineralizácie ovplyvnil náhľad podstatnej časti vedeckej komunity na geologické pozadie geodynamických a metalogenetických procesov v Západných Karpatoch.

Jubilant bol aktívnym propagátorom slovenskej geológie aj v zahraničí Aktívne sa zúčastňoval na plnení viacerých korelačných programov UNESCO/IUGS IGCP – č 5 *Korelácia variských a predvariských udalostí alpsko-mediteránnej oblasti,* č. 276 *Paleozoikum Tetýdy* a č. 443 *Magnezity a mastence – geologické a environmentálne korelácie.* Medzinárodná aktivita v spojení s paralelnými domácimi projektmi vyústili do rozsiahlych monografických prác – *Gemerikum – segment riftového bazénu Paleotetýdy* (1982), *Variscan and pre-Variscan events in the Alpine-Mediterranean belts* (red. H. W. Flügel, F. P. Sassi a P. Grecula, 1987), *Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Zv. 1* (red. P. Grecula, 1995), *Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt* (red. P. Grecula a Z. Németh, 1996), *Geological evolution of the Western Carpathians* (red. P Grecula, D. Hovorka a M. Putiš, 1997).

Pavol Grecula bol zakladateľom časopisu *Mineralia Slovaca* a jeho dlhoročným vedúcim redaktorom (1969–2006). Bol členom redakčných rád aj iných geologických časopisov – *Geologica Carpathica, Slovak Geological Magazine, Montanistica Slovaca* a poľského periodika *Przeglad geologiczny.*

Jubilant dlhoročne patril medzi piliere Slovenskej geologickej spoločnosti. V košickej pobočke SGS bol predsedom v rokoch 1980–1990. Neskôr – v rokoch 1992–1997 – bol predsedom slovenského výboru IAGOD a tiež vedeckej rady Fakulty BERG Technickej univerzity v Košiciach. Výsledkom jeho bohatej vedeckej práce je vyše sto odborných prác a viac zborníkov z vedeckých akcií. Keďže sa osobne zúčastnil na všetkých novodobých udalostiach slovenskej geológie resp. ich zažil, je priam zákonité jeho spoluautorstvo v publikácii *Významní predstavitelia slovenskej geológie* či redaktorstvo v rozsiahlej monografii *História geológie na Slovensku zv. 1* a *2.*

Mnohoročné skúsenosti a početné dáta zo Spišsko-gemerského rudohoria jubilant v súčasnosti zúročuje v pripravovanej mape *Slovenského rudohoria-východ v mierke 1 : 50 000* a v rozsiahlych vysvetlivkách, ktoré by vedeckej komunite mali byť k dispozícii v roku 2007

Jubilantovi RNDr. Pavlovi Greculovi, DrSc., želáme, aby ho pri vykonávaní súčasnej vedeckovýskumnej práce a pri ďalšej plodnej odbornej činnosti sprevádzalo železné zdravie, pozitívny prístup k životu, ako aj povestný „otcovský vzťah" k mladším kolegom, pre ktorých bol a je oporou aj studnicou poučenia. K blahoželaniu sa pripájajú kolegyne z redakcie časopisu *Mineralia Slovaca.*

Z. Németh

Zoznam publikovaných prác jubilanta a jeho detailnejší profesiový životopis od Dušana Hovorku a Milana Mišíka je uverejnený v Geovestníku časopisu Mineralia Slovaca (33, 2001, s. 7–11).

Pozdrav jubilujúcemu Otovi Fusánovi



Milý Oto,

čas naozaj neúprosne letí a Ty sa v týchto dňoch dožívaš krásneho životného jubilea. Nie je to tak dávno, čo som Ťa spoznal v Rožňave či v Spiš-Gemeri. Bolo leto 1955, práve som skončil 3. ročník vysokej školy a u Teba som praxoval. Ty to asi nevieš, ale pre mňa si už vtedy bol starší pán (a, prirodzene, aj Tvoji vrstovníci), pred ktorým, a hlavne pred jeho vedomosťami som mal veľký rešpekt. Vtip je v tom, že Ty si mal vtedy iba 33 a ja 24 rokov. Dovoľ mi teraz – pri Tvojich osemdesiatych piatych narodeninách – úprimne sa Ti poďakovať za všetko, čo som s Tebou (niekedy to bolo naopak) prežil nielen ako s geológom, ale aj ako s človekom.

Ďakujem Ti za to, že som sa musel naučiť geológiu Spiša-Gemera (gelnickú a rakoveckú sériu?) z nezviazaných textov, sledovať vŕtanie jadrovými súpravami, opis vrtných jadier, profil z Rožňavy do Jelšavy (bryndzové halušky pani Jolanky!). Na tejto trase si z cesty zdvihol skalu a opýtal si sa, čo je zač, akého je veku a z ktorého príkrovu. Povedal som, že je to vápenec strednotriasového veku, no pri príkrove som sa zasekol. Ty si naliehal, len povedz, povedz, a tak som povedal, že najrozšírenejší je krížňanský príkrov, nuž bude z neho. Pousmial si sa, palicou si do prachu nakreslil koreňové zóny príkrovov a vysvetlil si mi, že na juh od koreňovej zóny krížňanského príkrovu nemôžu byť jeho horniny (odvtedy si to pamätám). Pri ceste do Jelšavy sadla hustá hmla. Akurát sme boli na Troch chotároch a Ty si mi povedal: „Vyškriab sa na tento smrek, pozeraj vysoké komíny, potom rukou ukáž smer a tam je Jelšava.“ Veru, boli to prekrásne zážitky (a halušky nám chutili ako nikdy predtým).

Ďakujem Ti aj za neskoršiu úzku spoluprácu pri výskume geotermálnej energie, lebo zdroje energeticky zužitkovateľnej termálnej vody (t > 40 °C) sa viažu na hlboké štruktúry, ktorým si sa venoval akurát Ty. Na Tvoj a Kuthanov pokyn som v roku 1966 pre Štátnu komisiu pre techniku na Slovensku spracoval ***Štúdiu o termálnych vodách Slovenska, ich vzniku, rozšírení, zásobách, možnostiach získať ďalšie zdroje a o odporúčaniach na ich výskum a prieskum,*** *aby sa mohli komplexne a urýchlene využívať. V roku 1968 som už s Tebou, M. Kuthanom a s D. Vassom pre OSN (sekciu energie, oddelenie zdrojov a dopravy) pripravil štúdiu* ***Podklady na výskum priestorového rozloženia zemského tepla v Západných Karpatoch.*** *V nej (neskôr v projektoch geotermálnej energie z roku 1970 a 1974) sme už použili Tvoju mapu zakrytých oblastí južnej časti Vnútorných Západných Karpát. V roku 1973 sme v predstihu – tiež pre OSN – vedno s J. Forgáčom a Ľ. Zbořilom zhodnotili Žiarsku kotlinu. V najhlbšej časti depresie sme navrhli vrt (hlboký 3500–4000 m), v ktorom je teplota horninového prostredia 175–200 °C (neskôr 6000 m s teplotou °C). Expert OSN Robson, s ktorým sme prešli Slovensko, náš zámer schvaľoval, podporil ho aj podpredseda vtedajšej vlády J. Hanus, ale Praha ho neschválila, lebo ČSSR nebola rozvojovou krajinou. Pre históriu uvádzam, že hviezdy nám boli priaznivo naklonené, pôdu na návštevu sme pripravovali nielen počas mojej práce na expertíze v Salvádore v roku 1969–1970, ale aj pred ňou (riaditeľ M. Kuthan) a po nej (riaditeľ O. Fusán). Na Slovensku by nám bolo zostalo kompletné strojové, prístrojové a laboratórne vybavenie na vyhĺbenie geotermálneho vrtu a na jeho hodnotenie.*

Ďakujem Ti aj za ***Mapu základných blokov hlbinnej stavby Západných Karpát*** *z roku 1985, ktorá je prílohou monografie o podloží terciéru Západných Karpát z roku 1987. Hlbinné zlomy zasahujúce do vrchnej časti plášťa a oddeľujúce ich, ako aj zlomy zasahujúce do spodnej časti kôry som chápal ako nesporný dôkaz o rozšírení provincie zdrojov uhličitej vody v Západných Karpatoch a o plášťovom pôvode CO_2. Podobne sa Tvoja* ***Tektonická mapa podložia terciéru Vnútorných Západných Karpát,*** *ktorá je z tej istej monografie, stala geologickým podkladom pre tvorbu* ***Geologickej mapy ČSSR (časť Západné Karpaty)*** *v mierke 1 : 500 000 z roku 1989 (v rukopise je v archíve ŠGÚDŠ).*

S najväčším uznaním a s rovnakou radosťou Ti ďakujem za zhrnutie našej úzkej spolupráce (ako dôchodca si na úväzok pracoval na projekte geotermálnej energie v ústave) v diele ***Atlas geotermálnej energie Slovenska*** *z roku 1995. Vytvoril si úrovňové geologické mapy predterciérneho podložia až do hĺbky 6 km (krok 500, 1000 a 2000 m), ako aj texty k nim. Projekt bol postavený na roky 1991–1995, no úrad nám termín skrátil do roku 1994 a financie sme naň dostali až koncom roka 1991, takže sme ho zvládli za tri roky. Stále si ma presviedčal, že sa to nedá, a ja Teba naopak, že sa to dá. Boli to tri roky naozaj úmornej práce, pre krátkosť času veľmi trpkej, no výsledok bol radostný. Ani neviem, či sme si na záver aspoň posedeli. Vidí sa mi, že nie, lebo ja som ho štátnej komisii predkladal vo februári 1995 už ako dôchodca. Na škodu slovenskej geológie som už nemal možnosť predstaviť hotové diela v zahraničí. Nech je nám zadosťučinením list významného maďarského geotermika prof. L. Stegenu z 11. augusta 1996, v ktorom okrem iného napísal, že je to najexcelentnejšie základné dielo, aké pozná.*

S veľkou radosťou poukazujem na príkladné zužitkovanie základných geologických poznatkov v aplikovanej geologickej disciplíne a na vzornú spoluprácu hydrogeológa s geológom (čerešnička na torte).

Milý kamarát Otino, veľmi často a rád si spomínam aj na naše spoločensko-odborné posedenia v rámci ústredného SGS. Spolu s Tonkom Bielym a Ondrejom Samuelom – neskôr aj s Ferkom Čechom za asistencie Martušky Mašurovej – sme u Jána Gašparika riešili hŕbu nielen odborných, ale aj spoločenských a iných otázok a problémov.

Napokon Ti ďakujeme za Tvoju človečinu. Isto sa pamätáš na roky 1967–1968, keď som v „dubčekovskom období" bol predsedom ROH v ústave. Keďže som na previerkach neodvoval to, čo som počúval v Prahe na schôdzkach predsedov ROH rezortu geológie, a referoval som o tom v ústave, bol som za to „normalizátorsky" potrestaný. Milý Oto, Ty si niesol za mňa zodpovednosť až do Tvojho odchodu do dôchodku. Osobne som Ti veľmi vďačný za Tvoj ľudský postoj a vďačný by Ti mal byť aj celý ústav, lebo si ho ako riaditeľ ochránil pred všetkými neprávosťami.

Som rád, že Ti môžem k Tvojmu významnému životnému jubileu úprimne zablahoželať a pri tejto vzácnej príležitosti ešte raz sa Ti poďakovať za dlhoročné kamarátstvo a za štyridsaťročnú spoluprácu. Drž sa, aby som Ťa mohol aj s priateľmi – A. Bielym, M. Zakovičom, J. Šefarom a M. Bielikom – naďalej navštevovať, spomínať nielen na časy minulé a rozprávať sa s Tebou. O čom? Predsa o geológii.

O. Franko

Za akademikom Bohuslavom Cambelom, DrSc.



Uprostred tohtoročného horúceho leta 9. júla dotĺklo srdce významného slovenského geochemika a univerzitného pedagóga akademika prof. RNDr. Bohuslava Cambela, DrSc. Katedra geochémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského i celá slovenská geológia v ňom navždy stratila horlivého propagátora geochémie, kolegu a vzácneho človeka, ktorého práca, život a skúsenosti boli pre mnohých motorom do vedeckej práce, odbornej a pedagogickej činnosti Zo slovenskej geologickej komunity odišla nenahraditeľná vedecká osobnosť a zanechala po sebe dielo nielen veľkého rozsahu, ale aj mimoriadneho významu.

Akademik B. Cambel sa narodil v Slovenskej Ľupči. Po maturite na Gymnáziu v Banskej Bystrici študoval v rokoch 1939–1945 na Prírodovedeckej fakulte Slovenskej univerzity v Bratislave a orientoval sa na mineralógiu, petrológiu, výskum ložísk a geochémiu. Roku 1948 získal doktorát prírodných vied.

V roku 1943 sa už ako študent stal asistentom Mineralogicko-petrografického ústavu Prírodovedeckej fakulty Slovenskej univerzity. V roku 1952 bol zástupcom docenta a po roku docentom na Fakulte geologicko-geografických vied Univerzity Komenského a vedúcim katedry nerastných surovín, ktorú sám založil a viedol jedenásť rokov. V roku 1957 ho vymenovali za riadneho profesora geochémie. Roku 1969 založil Katedru geochémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, prvú svojho druhu v Československu, ktorá sa pod jeho vedením stala významným geochemickým pracoviskom a doteraz pripravila viac ako 200 absolventov.

Akademik B. Cambel vychoval veľa odborníkov. Patrí medzi nich aj 35 doktorandov, ktorí sa veľmi dobre uplatnili vo vede a školstve, ale aj v rozličných odvetviach hospodárstva. Akademik B. Cambel okrem plodnej vedeckovýskumnej a pedagogickej činnosti vykonával aj významné funkcie na fakulte a univerzite – bol prodekanom (1952–1953), prorektorom (1953–1957), dekanom (1959–1961) a rektorom (1966–1969).

Od roku 1963 bola popri Univerzite Komenského druhým dôležitým pôsobiskom akademika B. Cambela Slovenská akadémia vied. Nastúpil tam ako vedúci geologického laboratória. Od roku 1966 bol riaditeľom Geologického ústavu SAV a v tejto funkcii zotrval až do odchodu do dôchodku koncom roku 1989. V rozhodujúcej miere sa zaslúžil o vybudovanie Geologického ústavu SAV v Bratislave a neskôr jeho pobočky v Banskej Bystrici.

Akademik B. Cambel získal významné posty a ocenenia aj v SAV – bol členom Predsedníctva SAV (1964–1970), členom korešpondentom SAV (od roku 1964), členom korešpondentom ČSAV (od roku 1968) a akademikom SAV (od roku 1972). Je nositeľom radu domácich a zahraničných ocenení a čestným doktorom Kyjevskej univerzity. V rokoch 1966–1990 bol hlavným redaktorom odborného časopisu Geologický zborník Geologica Carpathica, ktorý sa stal medzinárodne uznávaným vedeckým periodikom

Ťažisko vedeckovýskumnej práce akademika B. Cambela bolo vo výskume kryštalických hornín, s ktorými sú úzko späté významné výskyty nerastných surovín Najväčšiu pozornosť venoval Malým Karpatom, podal podrobnú syntézu geologického vývoja malokarpatského kryštalinika, jeho geochemickú, mineralogickú a petrologickú charakteristiku a vysvetlil genézu pyritových a antimonitových rudných ložísk. Pozornosť venoval aj geochronologickému datovaniu západokarpatských kryštalických komplexov (s J. Veselským) Veľmi priaznivý ohlas v medzinárodných odborných kruhoch mali aj monografie zamerané na geochémiu amfibolických hornín Západných Karpát (s L. Kamenickým) a na stopové prvky v sulfidoch (s J. Jarkovským). Za naposledy spomenutú monografiu autori dostali aj štátnu cenu. V rámci medzinárodnej spolupráce akadémií vied a vysokých škôl bol akademik B. Cambel vedúcim medzinárodného kolektívu študujúceho granitoidné horniny. Dlhé roky bol členom mineralogickej a geochemickej komisie Karpatsko-balkánskej asociácie.

Rozsiahla je aj publikačná činnosť akademika B. Cambela, a to tak doma, ako aj v zahraničí. Samostatne alebo v spolupráci s domácimi aj zahraničnými autormi publikoval vyše 200 vedeckých prác (z toho 22 monografií) Napísal aj niekoľko príležitostných príspevkov k rozličným udalostiam, jubileám, písal recenzie i vedecko-populárne články, programové a prognózne úvahy.

Akademik B. Cambel bol mimoriadne významnou osobnosťou slovenskej vedy, zakladateľom geochemického výskumu na Slovensku, neúnavným organizátorom v oblasti školstva a vedy. V mene spolupracovníkov – osobitne z Katedry geochémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, jeho doktorandov a študentov, ako aj celej geologickej pospolitosti vyjadrujeme zosnulému akademikovi Bohuslavovi Cambelovi vďaku za jeho bohatú a úspešnú dlhoročnú vedeckovýskumnú, publikačnú, výchovnú a pedagogickú prácu

Česť jeho pamiatke

J. Veselský a *O. Ďurža*

Významné životné jubileá členov Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 2007

Päťdesiatroční jubilanti

RNDr. Daniela Boorová, CSc.	29. 1. 1957
RNDr. Anna Čechová	11. 6. 1957
RNDr. Ľubica Iglárová	22. 11. 1957
RNDr. Milan Kohút, CSc.	1. 3. 1957
doc. RNDr. František Marko, CSc.	21. 3. 1957
RNDr. Štefan Méres, CSc.	24. 12. 1957
RNDr. Peter Ostrolucký, CSc.	25. 6. 1957
RNDr. Alica Sihelníková, CSc.	13. 11. 1957

Šesťdesiatroční jubilanti

RNDr. Michal Elečko, CSc.	6. 4. 1947
Mgr. Peter Janiak	4. 7. 1947
RNDr. Peter Kubeš, CSc.	28. 6. 1947
RNDr. Ľudovít Kucharič, CSc.	8. 1. 1947
doc. RNDr. Tibor Sasvári, CSc.	15. 8. 1947
Ing. Ján Smolka, CSc.	20. 10. 1947
Mgr. Stanislav Šoltés	1. 9. 1947
RNDr. Peter Wagner, CSc.	16. 8. 1947

Sedemdesiatroční jubilanti

RNDr. Milan Háber, CSc.	5. 11. 1937
RNDr. Vladimír Hanzel, PhD.	4. 9. 1937
RNDr. Ivan Repčok	5. 5. 1937

Sedemdesiatpäťroční jubilanti

RNDr. Paulína Snopková	22. 6. 1932
RNDr. Ľubomír Zbořil	31. 12. 1932

V mene celej geologickej verejnosti všetkým jubilantom srdečne blahoželáme a do ďalších rokov želáme veľa tvorivých síl a dobré zdravie.

RNDr. Ladislav Šimon, PhD.
predseda SGS

Hlavné akcie SGS v roku 2006

V roku 2006 sa v bratislavskej pobočke konali dva odborné semináre a bolo sedem samostatných prednášok zo všetkých základných oblastí geológie (mineralógie, petrológie, sedimentológie, inžinierskej geológie a hydrogeológie). Na pôde SGS prednášali aj významní zahraniční hostia (D. Harlow, M. E. Tucker). Najviac prezentácií (46) bolo na tradičnom Predvianočnom seminári SGS 14. decembra 2006. 4. mája 2006 sa konal mineralogicko-petrologický seminár s troma prednáškami. Počet účastníkov na prednáškach bol od 7 do 50.

Po prvý raz sa uskutočnila aj celodenná terénna exkurzia SGS mikrobusom venovaná paleozoickým a mezozoickým sekvenciám Považského Inovca za účasti jedenástich členov. Organizačne ju zabezpečil M. Kohút a D. Plašienka. Na jar 2006 pod vedením J. Michalíka prebiehali dve terénne exkurzie venované stratigrafii mezozoických sekvencií Malých Karpát.

SGS bola spoluorganizátorom aj 1. stredoeurópskej mineralogickej konferencie, ktorá sa konala 12.–14. septembra 2006 vo Vyšnej Boci za účasti vyše 100 odborníkov z deviatich európskych krajín. Organizovali ju členovia SGS D. Ozdín, P. Uher a Ľ. Iglárová.

Odborné akcie SGS v roku 2006 zavŕšila terénna exkurzia 2. decembra 2006, ktorú zorganizovala košická pobočka SGS. Exkurzná trasa vedúca malebným horským terénom v severnej časti gemerika bola zameraná na litotektonické vzťahy karbónskych a spodnopaleozoických sekvencií (stručná reportáž z exkurzie je pred týmto príspevkom – s. 21).

L. Šimon, M. Kohút, Z. Németh, Ľ. Iglárová

Plán činnosti SGS na rok 2007

Bratislavská pobočka SGS

15. marec (štvrtok)
3. mineralogicko-petrologický seminár SGS, ŠGÚDŠ Bratislava
(zabezpečuje P. Uher)

27. apríl (piatok)
Jarná terénna exkurzia do Malých Karpát
(zabezpečuje J. Michalík)

19. máj (piatok)
Terénna exkurzia do Tribeča (mikrobus)
(zabezpečuje P. Uher a M. Kohút)

október 2007
Jesenná exkurzia Putikov vrch – Banská Štiavnica (2 dni)
(zabezpečuje L. Šimon a Ľ. Iglárová)

13. december (štvrtok)
Predvianočný seminár SGS
(zabezpečuje D. Plašienka)

Košická pobočka SGS

20. marec (utorok)
Cesta na Kilimandžáro, Tanzánia (M. Stolár)

apríl 2007
Prednáškové popoludnie: *Geológia a tektonika stykovej zóny gemerika a veporika v úseku Rejdová – Breznička*
(zabezpečuje Z. Németh)

jún 2007
Prednáškové popoludnie a terénna exkurzia: *Gemerikum – prezentácia novej geologickej mapy v mierke 1 : 50 000*
(zabezpečuje J. Kobulský a Z. Németh)

november 2007
Prednáškové popoludnie: *Prezentácia geologických výsledkov členov košickej pobočky SGS za rok 2007*
(zabezpečuje Z. Németh)

Gemologická odborná skupina SGS

29. marec (štvrtok)
Prednáška: *Zafír z Hajnáčky – nové fakty a interpretácie*
(P. Uher)

apríl 2007
Vyžiadaná prednáška českého odborníka na smaragd a český granát

október – november 2007
Prednáška. *Drahé kamene Madagaskaru*

Inštrukcie autorom

Všeobecne

1. **Rukopis v dvoch exemplároch a originály obrázkov musia byť zhotovené podľa inštrukcií pre autorov časopisu Mineralia Slovaca.** V opačnom prípade redakcia článok vráti autorovi pred jeho zaslaním recenzentovi.
2. **Článok môže mať najviac 30 rukopisných strán včítane literatúry, obrázkov a vysvetliviek.** Uverejnenie rozsiahlejších článkov musí schváliť redakčná rada a ich zaradenie do tlače bude zdĺhavejšie.
3. **Články sa uverejňujú v slovenčine, češtine alebo v angličtine.** Abstrakt a skrátený text článku (resumé) sú v angličtine (ak je článok v angličtine, v slovenčine).
4. **Text článku treba poslať redakcii na diskete 3,5" alebo CD spracovaný v editore MS Word (PC) alebo MS Word a QuarkXPress (Mac).**
5. Súčasne s článkom treba redakcii zaslať **autorské vyhlásenie, že nijaká časť článku ešte nebola publikovaná a originálne sú aj obrázky. Prevzaté obrázky musia byť legalizované získaním práva na opätovné publikovanie (copyright).** Vyhlásenie musí obsahovať meno autora (autorov), akademický titul, rodné číslo a trvalé bydlisko.

Text

1. Úpravu textu včítane zoznamu literatúry treba prispôsobiť súčasnej úprave článkov v časopise.
2. **Text sa má písať s dvojitou linkovou medzerou (riadkovačom 2), na strane má byť 30 riadkov a v riadku asi 60 znakov.**
3. Abstrakt aj s nadpisom článku treba písať na samostatný list. Má obsahovať hlavné výsledky práce (neopakovať to, čo vyjadruje už nadpis), má byť bez citácií a nemá mať viac ako 200 slov (Abstraktu treba venovať náležitú pozornosť, lebo slúži na tvorbu anotácií.)
4. **Text má obsahovať úvod, charakteristiku (stav) skúmaného problému, metodiku práce, zistené údaje, diskusiu a záver.**
5. Zreteľne treba odlíšiť východiskové údaje od interpretácie.
6. Neopakovať údaje z tabuliek a obrázkov, iba ich komentovať a odvolať sa na príslušnú tabuľku alebo obrázok.
7. Text treba členiť nadpismi, hlavné písať dostredu a vedľajšie na ľavý okraj strany. Používať možno najviac tri druhy hierarchických nadpisov. Ich dôležitosť má autor vyznačiť ceruzkou na ľavom okraji strany takto: 1 — najvyšší, 2 — nižší, 3 — najnižší.
8. V texte uprednostňovať citácie v zátvorke, napr. (Dubčák, 1987; Hrubý et al., 1988), pred formou .. podľa Dubčáka (1987). Ani v jednom prípade neuvádzať krstné (rodné) mená.
9. Umiestnenie obrázkov a tabuliek treba označiť ceruzkou na ľavom okraji rukopisu alebo stĺpcového obťahu.
10. Grécke písmená použité v texte treba identifikovať na ľavom okraji slovom (napr sigma).
11. Pri písaní treba dôsledne rozlišovať pomlčku od spojovníka.
12. Symboly, matematické značky, názvy skamenelín, slová a pod., ktoré sa majú vytlačiť kurzívou, treba v rukopise podčiarknuť vlnovkou.
13. **Pri článkoch písaných v slovenčine treba abstrakt, kľúčové slová a resumé predložiť redakcii aj v angličtine. Názov článku, vysvetlivky k obrázkom a názvy tabuliek sa predkladajú redakcii v slovenčine aj v angličtine.**

Ilustrácie

1. Ilustrácie musia byť vysokej kvality, majú dokumentovať a vysvetľovať text. **Ilustrácie sa musia pripravovať s vedomím, že budú zmenšené na šírku stĺpca (81 mm) alebo strany (170 mm).** Tomu treba prispôsobiť ich veľkosť a formu resp. zoskupenie. Vhodne upravený obrázok (veľkosť písmen, hrúbka čiar) možno reprodukovať aj v pomere 1 1, ale odporúča sa kresby (perovky) urobiť väčšie, ako budú vytlačené. Perovky majú byť zhotovené sýtym čiernym tušom. Úmerne k predpokladanému zmenšeniu treba zvoliť hrúbku čiar, veľkosť písma, čísiel, hustotu šrafovania a pod. Text možno napísať väčším aj menším písmom (nie verzálkami – veľkými písmenami), a to podľa toho, čo sa má zvýrazniť. Obrázky treba popisovať šablónou, nie voľnou rukou. Optimálna veľkosť písma v časopise po zmenšení je pri veľkých písmenách a číslach 2 mm a pri malých 1,6 mm. Ak je článok v slovenčine, popisy v obrázkoch musia byť v slovenčine a pri článkoch v angličtine musia byť aj ilustrácie v angličtine.

Originál (pred zmenšením) môže mať najviac 340 x 210 mm. **Maximálny rozmer ilustrácie vytlačený v časopise je 170 x 230 mm.** Skladacie ilustrácie treba úplne vylúčiť.

Obrázky urobené na počítači treba redakcii poslať vytlačené laserovou tlačiarňou v kamerálnej podobe pri vysokom rozlíšení (min. 300 DPI) a tiež pôvodné súbory na diskete 3,5" alebo na CD. **Pri tvorbe obrázkov redakcia odporúča pracovať s programami vo vektorovom zobrazení (napr. Corel Draw),** nepoužívať veľmi tenké čiary (tzv. vlasovej hrúbky) ani na obrysy, ani vo výplni. Neodporúča sa používať softvérové výplne (napr v Corel Draw). Výplne sa musia skladať zo samostatne vysádzaných objektov. Nevhodná je aj rastrová výplň.
2. Všetky ilustrácie včítane fotografií musia obsahovať grafickú (metrickú) mierku.
3. Zoskupené obrázky, napr fotografie a diagramy, musia byť pripravené (nalepené) ako jeden obrázok a jeho časti treba označiť písmenami (a, b, c atď.). Takto zoskupené obrázky sa citujú ako jeden obrázok. Zoskupené fotografie treba starostlivo upraviť a nalepiť na biely kriedový papier
4. Fotografie musia byť ostré, čiernobiele, kontrastné a na lesklom papieri. Je vhodné zmenšiť ich minimálne o 50 %. **Prípadné fotografie vo forme počítačových súborov (vo formáte JPG alebo TIF) musia mať vysoké rozlíšenie, najmenej 600 DPI.**
5. Na všetkých obrázkoch na okraji (na fotografiách na zadnej strane) treba ceruzkou uviesť číslo, meno autora a na fotografiách šípkou aj orientáciu obrázka.
6. Na mapách a profiloch treba používať jednotnú formu vysvetliviek, aká je pri prvom obrázku.
7 Názvy obrázkov a vysvetlivky treba priložiť k textu na osobitnom liste v slovenčine a v angličtine.
8. Všetky ilustrácie sa musia citovať v texte.
9. Ilustrácie sa zasielajú redakcii už imprimované. Pri korektúre ich už nemožno opravovať a dopĺňať
10. Farebné ilustrácie sú vítané, ale náklady na ich tlač hradí autor

Tabuľky

1 Tabuľky sa píšu na osobitný list. Ich rozsah a vnútornú úpravu treba voliť tak, aby sa tabuľka umiestnila do stĺpca (81 mm) alebo na šírku strany (170 mm). Rozsiahlejšie tabuľky sa neprijímajú.
2. Údaje sa zaraďujú do tabuľky, iba ak sa nedajú uviesť v texte.
3. Nadpis tabuľky a prípadný sprievodný text sa uvádza na osobitnom liste v slovenčine a v angličtine (úpravu nadpisov pozri v časopise).
4. Vertikálne čiary v tabuľkách nepoužívať
5. Tabuľky sa číslujú priebežne a uverejňujú sa v číselnom poradí.

Literatúra

1. V zozname literatúry sa v abecednom poradí uvádza iba literatúra citovaná v danom článku. Citácia označená „v tlači" sa môže uviesť v zozname, len ak je z citovaného článku aspoň stĺpcová korektúra. Citácia „osobná informácia" sa cituje iba v texte (Zajac, os. informácia, 1988).
2. Používať nasledujúci spôsob uvádzania literatúry:

Knižná publikácia
Gazda, L. & Čech, M., 1988: Paleozoikum medzevského príkrovu. Bratislava, Alfa, 155.

Časopis
Vrba, P., 1989: Strižné zóny v komplexoch metapelitov. Mineralia Slov., 21, 135–142.

Zborník
Návesný, D., 1987: Vysokodraselné ryolity. In: V Romanov (red.). Stratiformné ložiská gemerika. Špec. publ. Slov. geol. spol., Košice, 203–215.

Manuskript
Radvanský, F , Slivka, B., Viktor, J. & Srnka, T., 1985: Žilné ložiská jedľoveckého príkrovu gemerika. Záverečná správa z úlohy SGR--geofyzika. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves, 28.

3. Pri článku viac ako dvoch autorov sa v texte cituje iba prvý autor s dodatkom et al., ale v zozname literatúry sa uvádzajú všetci.
4. Ak sa v článku (v knižnej publikácii) cituje názov, údaje a pod. iného autora, ktorý nie je spoluautorom publikácie, v texte sa cituje vo forme (Gerda in Kubka, 1975), ale v zozname literatúry sa uvádza iba Kubka, J., 1975.

V prípade nejasností si možno vyžiadať podrobnosti e-mailom na adrese mineralia@gssr-ke.sk