

GEOLOGICKÉ VÝZKUMY

na Moravě a ve Slezsku

GEOLOGICAL RESEARCH

in Moravia and Silesia

**v roce
in the year**

1997

V. ročník

**Český geologický ústav, pobočka Brno
Katedry geologických věd PřF Masarykovy univerzity
Česká geologická společnost, pobočka Brno
BRNO 1998**



Úvodem

Sborník GVMS slaví první malé výročí. Dostáváte do rukou pátý ročník odrážející především geologické aktivity regionálního, tj. moravského a slezského zaměření. Při této příležitosti jsme považovali za užitečné sestavit souhrnnou, tématicky členěnou bibliografii všech dosavadních ročníků. Souborný autorský rejstřík je uspořádán tak, že za jménem autora je římská číslice ročníku. Za lomítkem je číslo strany, na níž daný příspěvek začíná. Pro lepší regionální orientaci opět vkládáme na počátky kapitol mapky Moravy a Slezska. Čísla u lokalit nebo oblastí na mapkách znamenají počáteční strany příslušných příspěvků.

Další změnou, ke které pátý ročník dospěl, je rozšíření zastřešujících organizací o Českou geologickou společnost. Tato užitečná symbióza vyplývá z více okolností. Prvou je účast čtyř členů výboru brněnské pobočky ČGS na vydávání sborníku (Hanžl, Otava, Přichystal – redakce, Suk – redakční posouzení). Druhou je získání podpory 10 000,-Kč na tisk - na zvýšení nákladu GVMS. Hlavním cílem tohoto spojení je však další zvýšení informovanosti geologické obce o dění v regionu. Proto chceme zavést zvyk, že členové brněnské pobočky ČGS (to je asi 100 členů), kteří zaplatili v daném roce příspěvky, si mohou v redakci, na seminářích, či na členských schůzích vyzvednout zdarma výtisk posledního sborníku.

Závěrem úvodu trochu statistiky: V pěti ročnících GVMS publikovalo 179 autorů celkem 281 příspěvek. Tématicky padl 51 příspěvek do kapitoly KRYSTALINIKUM, 88 do PALEOZOIKA, 53 do MEZOZOIKA a TERCÍERU, 42 do KVARTÉRU a 47 příspěvků se týkalo ostatních okruhů (APLIKOVANÁ GEOLOGIE, GEOARCHEOLOGIE, ENVIRONMENTÁLNÍ GEOLOGIE, atd.)

Nezbývá nám než poděkovat všem přispěvatelům za zájem a povzbudit je do dalších let.

Za redakci J. Otava a A. Přichystal

Pokyny pro autory příspěvků do VI. ročníku GVMS

Osnova příspěvku:

Název (česky, anglicky)

Autoři (Josef Novák, František Pospíšil)

Adresy (celá adresa, včetně směrovacího čísla, event. e-mail)

Klíčová slova (max. 5, anglicky)

Mapa (24-13 Bystřice n. Perštejnem, 24-14 Boskovice)

Abstrakt (pouze v případě účelnosti, anglicky, německy, polsky)

Vlastní text

Citace v textu uvádějte podle uvedeného vzoru: Chlupáč (1994); (Liew et al. 1989); (Franke 1994, Kalvoda 1995); (Šalanský in Prouza 1992); (Graham - Powel 1984),

Literatura (dle norem "Pokyny pro autory geologických publikací '77" a dodatků z r. 1982, ÚÚG Praha)

Technické pokyny:

Příspěvky odevzdejte na disketě 3.5 jako textový soubor uspořádaný podle uvedené osnovy v textovém editoru WORD for WINDOWS v. 7.0 (případně nižší). Použití jiných editorů konzultujte s redakcí. Přiložte vytištěný kompletní příspěvek včetně obrázků, tabulek, odstavců a speciálních typů písma.

Texty (včetně nadpisů) nijak neformátujte, nedělte slova, odstavce ukončete klávesou ENTER, první řádek odstavce neodsazujte, nadpisy nezvýrazňujte, nezarovnávejte zprava, proložené, podtržené nebo tučné místo v textu bude zachováno. Nezapomeňte na mezeru za interpunkčním znaménkem. Speciální znaky barevně zvýrazněte v tištěném příspěvku. Popisy k přílohám zařaďte za textovou část následovně: Obr.1, Tab.1, text popisu bez tečky na konci. Do textu v žádném případě nevkládejte obrázky, tabulky ani žádné jiné přílohy. V případě přítomnosti cizojazyčného abstraktu je nutno doplnit i popis příloh v příslušném jazyce.

Tabulky vytvořené v tabulkovém editoru (nejlépe EXCEL v. 7.0 a nižší) přiložte jako zvláštní soubor. Tabulky zpracované v textových editorech nebudou akceptovány.

Pérovky musí být kontrastní a dobře čitelné, počítejte s jejich zmenšením. Obrázky digitálně zpracované předejte, prosím, ve formátu TIFF (rozlišení 600 dpi), WMF, nebo jako samostatný soubor ve WORDU. Preferujte rastrovou výplň před stupněmi šedé. Fotografie se nepřijímají.

Při tvorbě obrázků mějte na paměti čitelnost při zmenšení do tiskového formátu. Preferovány jsou obrázky jednosloupcové (šířka 80 mm) nebo dvousloupcové (šířka 164 mm). Maximální výška obrázku je 225 mm.

K příspěvku přiložte poznámku jakým programem byl zpracován.

Redakce si vyhrazuje právo odmítnout špatně připravený příspěvek.

Příspěvky pro další ročník Geologických výzkumů na Moravě a ve Slezsku posílejte
nejpozději do 31. 1. 1999
podle uvedených pokynů na tuto adresu:

Redakce GVMS
Český geologický ústav
Leitnerova 22
658 69 B R N O

nebo

Doc. RNDr. A. Přichystal, CSc.
Katedra geologie a paleontologie PřF MU
Kotlářská 2
611 37 B R N O

OBSAH Contents

Autorský rejstřík
Index of authors

KVARTÉR Quaternary

Jiří Faimon, Slavomír Nehyba2	
Recentní tvorba sférických závalků na lokalitě Rudice - Seč	
Recent formation of spherical mud balls at Rudice - Seč	
Antonín Ivan4	
Morfotektonika okrajového sudetského zlomu v oblasti styku lugika a silesika v Rychlebských horách	
Morphotectonics of the Marginal Sudetic Fault at the contact of Lugicum and Silesicum in the Rychlebské hory Mts.	
Jaromír Karásek5	
Orientační litologický průzkum svahových sedimentů na Stránské skále	
Preliminary lithological reconnaissance of the slope deposits at the Stránská skála Hill	
Karel Kirchner, Antonín Ivan7	
Ke geomorfologii Národního parku Podyjí a přilehlého území	
To the geomorphology of the Podyjí National Park and adjacent area	
Rostislav Morávek9	
Geochemie sintrů z krasových zón těžebního segmentu mezi IV-III etáží lomu vápenky Vitošov a její vztahy k vápencům vitošovského ložiska	
Geochemistry of sinters from karstic zones of the mining segment between shelves IV-III of the quarry of Vitošov lime works and its relationship to the limestones of the Vitošov deposit	
Rudolf Musil11	
Vývoj údolní sítě v jižní části Moravského krasu	
Development of the episodic stream valley in the southern part of Moravian Karst	
Ivan Veselý, Jaromír Karásek16	
Projev inverze tvarových prvků na Malé Klajdovce v Brně	
Display of the inverted topography at the Malá Klajdovka in Brno	

MEZOZOIKUM A TERCIÉR Tertiary and Mesozoic

Miroslav Bubík, Oldřich Krejčí, Zdeněk Stráník, Lilian Švábenická20	
Belovežské souvrství hostýnské litofaciální zóny magurského flyše v Hostýnských vrších	
Beloveža Formation of the Hostýn lithofacial zone of the Rača Unit in Moravia	
David Buriánek, Zdeněk Dolníček23	
Relikty předmiocenních zvětralin v lomu na Hádech	
Relics of the pre-Miocene weathering products in the quarry "Hády" (Brno)	
Mojmír Eliáš25	
Jerlochovické stěny - nová chráněná lokalita v okrese Nový Jičín	
Jerlochovické stěny - a new protected locality in the Nový Jičín District	
Josef Havíř26	
Geometrická analýza neogenních štěrků na několika lokalitách ve střední části karpatské předhlubně	
Geometric analysis of the Neogene gravels at some sites in the central part of the Carpathian Foredeep	
Jiří Otava, Petr Sulovský, Oldřich Krejčí29	
Výsledky studia detritických granátů křídových sedimentů račanské jednotky magurské skupiny	
The results of study of the detrital garnets from the Cretaceous sediments of the Rača Unit of the Magura Group (Outer Carpathians)	
Pavla Petrová, Zdeněk Novák, Václav Valeš32	
Zpráva z výzkumu vrtu Černovice HVI - 61	
A report on research in Černovice borehole HVI - 61	
Antonín Přichystal, Ivan Repčok, Oldřich Krejčí33	
Radiometrické datování trachyandezitu od Uherského Brodu (magurská skupina flyšového pásma)	
Radiometric dating of trachyandesite near the town of Uherský Brod (Magura Group of the Carpathian Flysch Belt)	
Eva Schinzelová35	
Paleontologická charakteristika a stratigrafické zařazení méně známých lokalit na Hodonínsku	
The paleontological characterization and stratigraphic classification of less known Pannonian localities of Hodonín and its surroundings	
Petr Skupien39	
Předběžná palynologická analýza spodnokřídových uloženin na profilu Komorní Lhotka (vnější Západní Karpaty)	
Preliminary palynological analysis of the Lower Cretaceous deposits in the Komorní Lhotka section (Outer Western Carpathians)	

PALEOZOIKUM

Palaeozoic

Eva Franců, Jiří Otava	44
Odrasnost vitrinitu břidlic "mírovského kulmu" a drahanského kulmu	
Vitrinite reflectance of the selected Palaeozoic shales, Central Moravia	
Jindřich Hladil	46
Nástin variské tektonické rotace na Moravě při hlubokém porušení kůry	
Outlines of Variscan tectonic rotation with deep dislocation of the crust	
Jindřich Hladil	50
Přehled základních eustatických rysů devonských pánví Českého masivu: různé tektonické situace	
An overview of basic eustatic features of the Devonian basins in Bohemian Massif: different tectonic settings	
Martin Janoška, Ilja Pek, Jan Zapletal	52
Význam ichnofosilií v mírovském "kulmu"	
Importance of Ichnofossils in the Mírov "Culm"	
Zdeněk Losos, Antoni Muszer, Václav Vávra, Jana Hladíková	56
Rudní mineralizace polské části žulovského masivu	
Ore mineralization from the Polish part of the Žulová Massif	
Radek Mikuláš, Ilja Pek	58
Ichnofosilie z jílových břidlic stínavsko-chabíčovského souvrství (devon) od Stínavy	
Trace fossils from the shales of the Stínava-Chabíčov Formation (Devonian) at Stínava	
Pavel Novotný, Jiří Zimák, Petr Dvořák	60
Nový nález uhlí u Plumlova	
A new found of coal at Plumlov	
Jiří Otava	62
Trendy změn ve složení siliciklastik drahanského kulmu a jejich tektonická interpretace	
Trends of changes in the composition of siliciclastics of the Lower Carboniferous at the Drahany Upland (Moravia) and their geotectonic interpretation	
Marek Slobodník, Phillipe Muchez	65
Geochemie kalcitových žil v paleozoických horninách Moravského krasu	
Geochemistry of calcite veins in the Paleozoic rocks of the Moravian Karst	
Jiří Zimák	68
Hydrotermální zrudnění v lomu u Pohořan (kulm Nízkého Jeseníku)	

Hydrothermal ore mineralization in the quarry near Pohořany (Culmian of the Nízký Jeseník Upland)

Jiří Zimák	70
Neznámá štola u Hrubé Vody a hydrotermální mineralizace v haldovém materiálu (kulm Nízkého Jeseníku)	
An unknown adit at Hrubá Voda and hydrothermal mineralization in the dump material (Culmian of the Nízký Jeseník Upland)	
Jiří Zimák, Václav Vávra	72
Monazit v silikátových Fe-rudách typu Lahn-Dill u Chabíčova	
Monazite in silicate Fe-ores of the Lahn Dill type near Chabíčov	
Jiří Zimák, Václav Vávra	73
Poznámky k nerostnému složení camptonitu z Mariánského údolí u Olomouce	
Comments on the mineral composition of camptonite from Mariánské Údolí near Olomouc	
Jiří Zimák, Václav Vávra, Dagmar Krausová	75
Výskyt barytu ve stílnomelanové Fe-rudě z důlní míry Prokop u Šternberka	
Occurrence of barite in the stílnomelane iron ore from the mining claim Prokop near Šternberk	

KRYSTALINIKUM

Crystalline complex

Pavel Hanžl, Kristýna Buriánková	78
Petrografie a geochemie metagaber od Pucova (moravikum) a z Omic (brněnský masív)	
Petrography and geochemistry of metagabbros from the village of Pucov (Moravicum) and from the village of Omice (Brno Massif)	
Jaromír Karásek	80
Krystalický vápence a s ním spjatá hydrogeologická struktura u Senorad	
Marble and with it connected hydrogeological structure near Senorady	
Dagmar Krausová, Jiří Zimák	82
Krystalová struktura a chemismus wollastonitu z vybraných moravských a slezských lokalit	
Crystal structure and chemistry of wollastonite from selected Moravian and Silesian localities	
Pavel Novotný, Jiří Zimák	85
Granátem bohaté pásy v amfibolické rule u Sobotína	
Garnet-rich bands in amphibole gneiss at Sobotín	
Miloš René	89
Petrografie a chemismus svorů z okolí Petrova nad Desnou	
Petrography and chemical composition of the mica schists from environs of Petrov nad Desnou	

Václav Vávra, Bohuslav Fojt, Dušan Kopa	91
Rudní akcesorie rul pláště žulovského masívu	
Ore accessories in gneisses of the Žulová pluton mantle	

APLIKOVANÁ GEOLOGIE

Applied geology

Jaroslav Aichler, Vratislav Pecina	94
Dokumentace sesuvů spojených s povodněmi v roce 1997 v jesenické oblasti	
Documentation of landslides connected with floods in 1997 in the Jeseníky area	

Jiří Faimon	97
Má rozpouštění „nových povrchů“ geochemický význam?	
Is the dissolution of “fresh surfaces” geochemically significant?	

Jiří Faimon	99
Rozměry kinetických konstant a rovnováha	
Units of the kinetic constants versus equilibrium	

Josef Havíř, Zuzana Skácelová	100
Tektonické mikrozemětřesení od Valašského Meziříčí z 1. 5. 1997	
Tectonic micro-earthquake from Valašské Meziříčí, 1. 5. 1997	

Oldřich Krejčí, Karel Kirchner	103
Charakteristika jevů způsobených extrémními srážkami v roce 1997 v oblasti karpatského flyše na Vsetínsku: návrhy řešení způsobených škod	
Characteristics of phenomena caused by extreme precipitations in 1997 in the Vsetín district: proposal for solution of the formed damages	

Jindřich Štelcl, Jiří Zimák	109
Zhodnocení obsahu a distribuce přirozených radioaktivních prvků v prostoru speleoterapeutické léčebny na 2. patře	

ložiska Zlaté Hory - jih	
Evaluation of the abundance and distribution of the nature radioactive elements in the speleoterapeutic hospital at 2. level of the mine Zlaté Hory - jih	

Jindřich Štelcl, Jiří Zimák	112
Výsledky gamašpektrometrických měření v Javoříčských jeskyních	
Results of the gamma-spectrometric measurements in the Javoříčko Caves	

Vávra Václav	115
Kvantitativní fázová analýza ve směsích s obsahem elektrárenských popílků	
Quantitative phase analysis of the mixtures with fly ashes	

Jan Vít, Jaroslav Aichler, Vratislav Pecina	118
Červencová povodeň v oblasti Jeseníků - příčiny, průběh a následky	
July flood in the Jeseníky area - reason, course and after effects	

Josef Zeman, Pavel Müller, Zbyněk Boháček, Jan Toul, Miloslava Kovářová, Martin Komárek	123
Dynamika změn v obsazích anorganických a organických polutantů: aplikace modelového řešení	
Dynamics of changes in the content of inorganic and organic pollutants: application of the model analysis	

Josef Zeman, Pavel Müller, Martin Komárek	125
Dynamika výměny těžkých kovů mezi sedimentem a vodním prostředím	
Dynamics of heavy metal exchange between sediment and water	

Souhrnná bibliografie 1993-1997	129
Complete bibliography 1993-1997	

Sborníky - seznam	138
Volumes - index	

Autorský rejstřík 1993-1997	138
Index of authors 1993 - 1997	

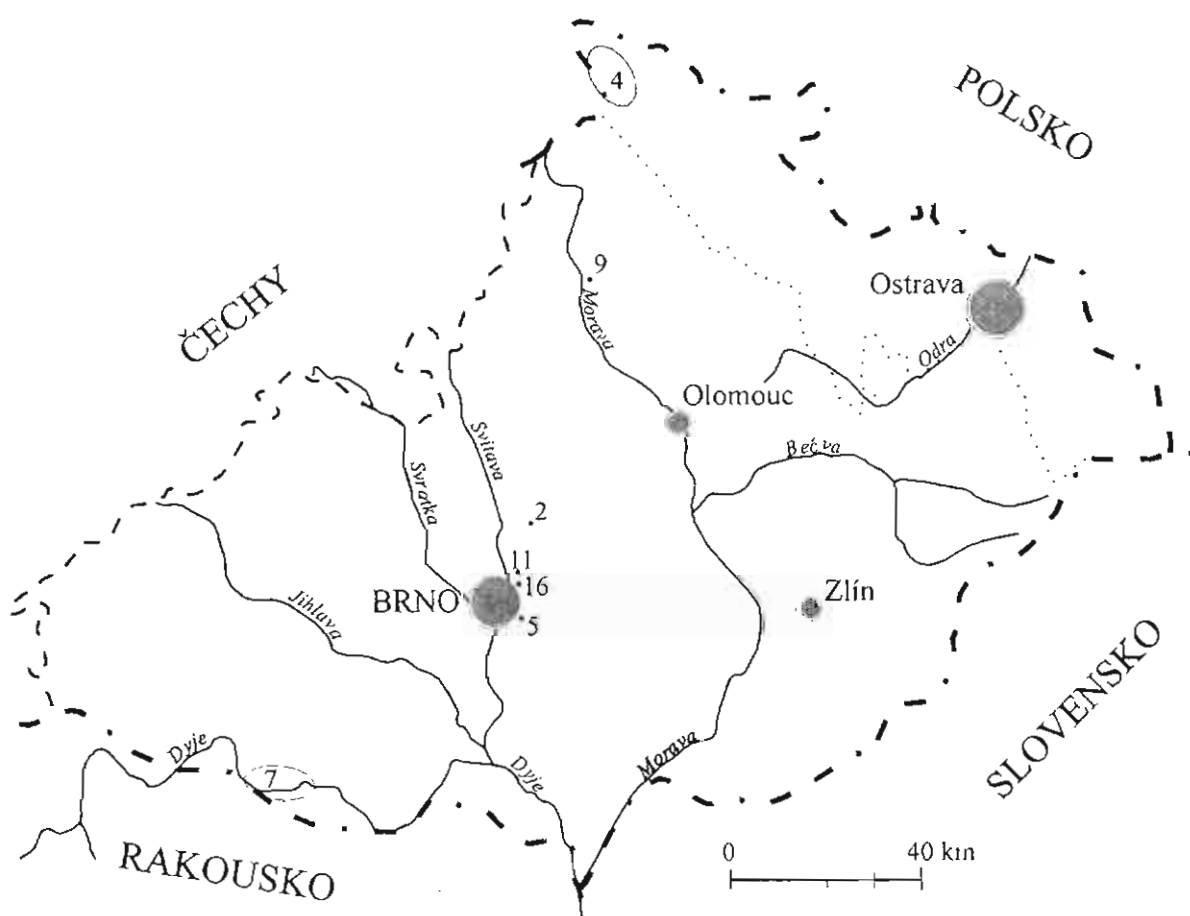
AUTORSKÝ REJSTŘÍK

Aichler J., 94, 118
Boháček Z., 123
Bubík M., 20
Buriánek D., 23
Buriánková K., 78
Dolníček Z., 23
Dvořák P., 60
Eliáš M., 25
Faimon J., 2, 97, 99
Fojt B., 91
Franců E., 44
Hanžl P., 78
Havíř J., 26, 100
Hladíková J., 56
Hladil J., 46, 50
Ivan A., 4, 7
Janoška M., 52
Karásek J., 5, 16, 80
Kirchner K., 7, 103
Komárek M., 123, 125
Kopa D., 91
Kovářová M., 123
Krausová D., 75, 82
Krejčí O., 20, 29, 33, 103
Losos Z., 56
Mikuláš R., 58
Morávek R., 9
Mucchez P., 65
Musil R., 11

Muszer A., 56
Müller P., 123, 125
Nehyba S., 2
Novák Z., 32
Novotný P., 60, 85
Otava J., 29, 44, 62
Pecina V., 94, 118
Pek I., 52, 58
Petrová P., 32
Přichystal A., 33
René M., 89
Repčok I., 33
Schinzelová E., 35
Skácelová Z., 100
Skupien P., 39
Slobodník M., 65
Stránil Z., 20
Sulovský P., 29
Štelcl J., 109, 112
Švábenická L., 20
Toul J., 123
Valeš V., 32,
Vávra V., 56, 72, 73, 75, 91, 115
Veselý I., 16
Vít J., 118
Zapletal J., 52
Zeman J., 123, 125
Zimák J., 60, 68, 70, 72, 73, 75, 82, 85, 109, 112

K V A R T É R

QUATERNARY



RECENTNÍ TVORBA SFÉRICKÝCH ZÁVALKŮ NA LOKALITĚ RUDICE - SEČ

Recent formation of spherical mud balls at Rudice - Seč

¹ Jiří Faimon, ² Slavomír Nehyba

¹Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: faimon@sci.muni.cz

²Katedra geologie a paleontologie PřF MU Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: slavek@sci.muni.cz

(24-41 Vyškov)

Key words: *recent process, earth pinnacles, mud balls, terrestrial deposits*

Úvod

Lokalita Seč je opuštěná kaolínová těžebna v katastru obce Rudice na Blanensku, kde jsou odkryty sedimenty rudických vrstev. Rudické vrstvy jsou interpretovány jako pestré terestrické sedimenty spodnokřídového stáří, odrážející intenzivní chemické zvětvávání zdrojových hornin. Jsou zachovány v terénních sníženinách a depresích, jejichž vznik je spojen s krasovým zvětváváním. Vrstvy jsou tvořeny nepravidelnými polohami kaolínických jíílů a písků a jílovitopísčitých rohovcových štěrků. Pisky jsou obvykle jemnozrné až střednozrné, s hojnou jílovitou příměsí. Pelitické sedimenty jsou variabilnější, a to jak v zastoupení hrubozrnějších frakcí, tak i mineralogicky (převaha kaolinitu, křemen, dále zjištěn halloysit, smektit, hematit atd.). Typické jsou pestré barvy sedimentu (Bosák 1979a, 1979b).

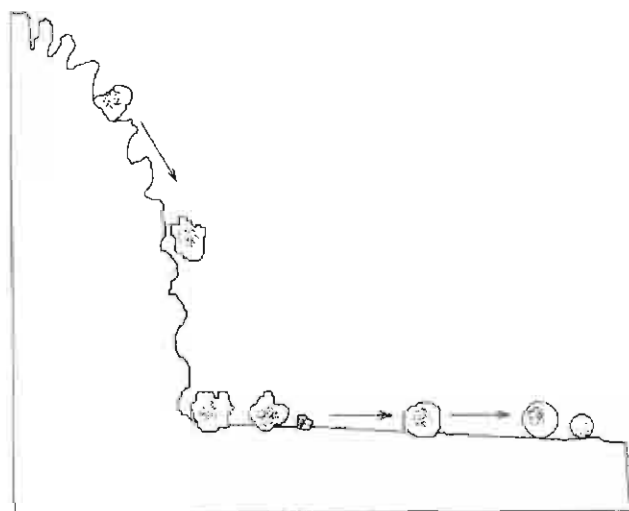
Jako závalky jsou označována zpravidla jílovitá tělíska zaobleného tvaru nacházející se v písčitých sedimentech (Petránek 1963). Jejich vznik souvisí s rozrušením nepevných jílovitých sedimentů a s jejich

opracováním během transportu. Mechanismus vzniku je často spojován s abrazí břehu moře či jezer, erozí říčních břehů, erozí dna pánve prouděním, atd. (Picard - High 1973). Předložená zpráva popisuje vznik kaolínových závalků *sférického tvaru*, s rozměry několika mm až cm, v rámci recentních terestrických sedimentů. Celý proces je spojen s působením erozních sil meteorických vod, gravitačních sil a je ovlivněn mechanickými vlastnostmi sedimentu.

Procesy, probíhající na svazích těžebny

Při vydatných srážkách, krátce po dopadu dešťových kapek, je plošný splach na svazích těžebny nahrazen dešťovým ronem. Díky zrnitostní nehomogenitě sedimentů, dochází k vymílání mikroskopických ronových stružek, přednostnímu toku vody a selektivní erozi. Celý povrch je tak systematicky rozdělován do množství nepravidelných geometrických obrazců (řádově několik cm). Postupující proces vede k jejich dělení a tím zvyšování počtu. Současně dochází k zahlubování ronových stružek. Tento jev je podporován střídáním mokřích a suchých období a tvorbou puklin ve vrstvách sedimentu. Vznikají tak tvary, mající charakter zemních mikropyramid (výška několik cm). Působením gravitačních sil a kinetické energie dešťového ronů dochází k porušení stability pyramid a posléze k jejich zřícení. To je obecný mechanismus uvolňování nepravidelných jílových agregátů (hrudek) ze svrchní části svahu (obr.1).

Vzniklé agregáty jsou rychle transportovány především gravitačními silami k patě svahu. Zde lze nepřetržitě nalézt větší množství těchto objektů o rozměru několika cm s nepravidelným tvarem. Klíčový vliv na uvolňování jílovitých agregátů má, kromě erozního působení meteorických vod, především sklon svahu. V místech tvorby agregátů byly naměřeny sklony od 30° do 60°. Délka svahu (20-30 m) nemá podstatný vliv na jejich tvarování, vzhledem k rozložení sil a malému tření při pohybu svahem válením a saltací (obr.2).



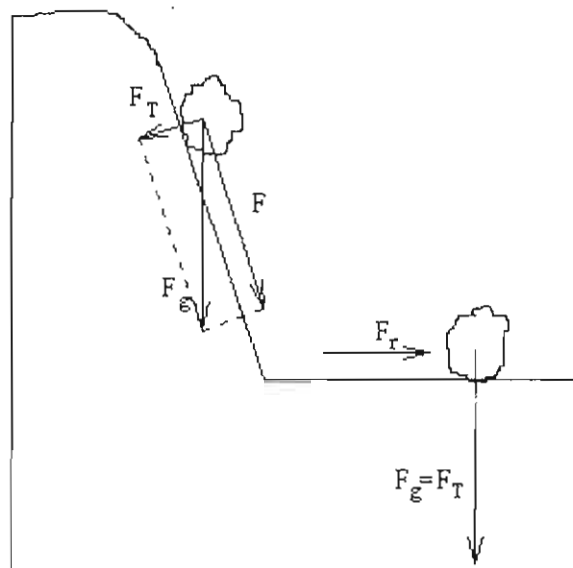
Obr. 1 - Uvolňování jílových agregátů při mechanické erozi svahu a formování závalků obrousováním a mechanickou deformací během transportu po dně sedimentačního bazénu

Procesy, probíhající na dně sedimentačního bazénu

Jílovité agregáty jsou transportovány vodním proudem (dešťový ron) válením po dně bazénu, směrem k místům s nižší polohou. S malým sklonem dna ($5 - 0^\circ$) se výrazně zvyšují třecí síly (obr.2) a agregáty jsou opracovávány obrušováním a pravděpodobně i mechanickou deformací, často až do ideálně sférického tvaru. Jak klesá kinetická energie proudícího média, agregáty jsou z vodního proudu postupně deponovány, aniž by nutně dosáhly nejnižšího bodu bazénu. Na místě jsou pohřbeny vytríděnou frakcí sedimentu: drobnými klasty a pískem, transportovanými i sedimentujícími převážně ze suspenze. Menší agregáty jsou nesený dále a nejmenší agregáty mohou dosáhnout nejnižšího bodu bazénu. Jílovité závalky sférického tvaru tak nakonec zůstávají pohřbeny v polohách písčitéch sedimentů s šikmým zvrstvením, nebo v rytmicky se střídajících horizontálních laminách jílu a písku (laminity). Zatímco ve vzdálenostech 14 m od paty svahu byly nalezeny pouze zaoblené elipsoidní agregáty, mnoho drobných závalků již sférického tvaru (s průměrem menším jak 1 cm) bylo deponováno ve vzdálenosti kolem 55 m od svahu. V tomto místě dochází k rozevření výnosového kužele, poklesu sklonu na 3° a tím i poklesu kinetické energie vodního proudu. Maximální vzdálenost závalků (občas i s průměrem $> 1\text{ cm}$) od paty svahu a zároveň tak i maximálně zaznamenaná délka transportu po dně bazénu činila 95 m.

Shrnutí

Na základě prezentovaného mechanismu můžeme dobře vysvětlit vznik některých jílovitých závalků v rámci terestrických sedimentů. Klíčové se v celém procesu jeví gravitační síly, erozní a transportní síly dešťového ronu, obrušování, mechanická deformace a kohézní síly v sedimentu. Při selektivní erozi svahu se uvolňují jílové agregáty, které jsou při trakčním transportu po dně bazénu tvarovány válením do sférického tvaru. Jak klesá energie vodního proudu, jsou tyto agregáty postupně ukládány a pohřbívány dalšími vrstvami sedimentu. Velké agregáty (cm) jsou pohřbívány hrubšími sedimenty (drobné klasty,



Obr. 2 - Rozložení sil při tvorbě závalků. F_T je síla tření, působící kolmo na podložku. F_g je gravitační síla, F je výsledná síla, působící ve svahu (síla rohu je zanedbána). Po dně bazénu jsou závalky transportovány kinetickou silou vodního proudu F .

písek) blíže k patě svahu. Menší agregáty jsou transportovány hlouběji do sedimentační pánve a pohřbívány jemnějším sedimentem. Postupem času dojde k úplné denudaci svahu a k vyplnění bazénu souvislou vrstvou písčitéch sedimentů s dominantním horizontálním zvrstvením. Pohřbené závalky zůstanou ve vrstvách bez zjevných stop po existenci svahu, který se primárně podílel na jejich tvorbě. To může vést k nepřesnostem v budoucí interpretaci depozičního prostředí.

Zdá se, že výše popsaný mechanismus je univerzální pro vznik řady přírodních objektů sférického tvaru. Některé sférické objekty, nacházené v sedimentech a tendenčně popsané jako „konkrece“, mohly vzniknout výše popsaným mechanismem: primárně jako závalky (jílovité nebo z jiných kohézních materiálů - např. gelů SiO_2), které teprve sekundárně mohly být postíženy chemickými a mineralogickými přeměnami.

Literatura:

- Bosák, P. (1979a): Spodnokřídový fosilní kras Rudické plošiny v Moravském krasu. - Čs. Kras, 31, 57-67. Praha.
 Bosák, P. (1979b): Geneze a stáří sedimentů rudického typu v depresích Moravského krasu. - Čas. Mineral. Geol., 24, 47-55. Praha.
 Petránek, J. (1963): Usazené sedimenty. - Praha.
 Picard, M.D. - High, J.R. (1973): Sedimentary structures of ephemeral streams. - Developments in Sedimentology, 17. Amsterdam.

MORFOTEKTONIKA OKRAJOVÉHO SUDETSKÉHO ZLOMU V OBLASTI STYKU LUGIKA A SILEZIKA V RYCHLEBSKÝCH HORÁCH

Morphotectonics of the Marginal Sudetic Fault at the contact of Lugicum and Silesicum in the Rychlebské hory Mts.

Antonín Ivan

Ústav geoniky AV ČR, pobočka Brno, Drobného 28, P.O.Box 23, 613 00 Brno, e-mail: ugn@isibmno.cz

(04-43 Bílý Potok, 14-22 Jeseník)

Key words: Marginal Sudetic Fault, Rychlebské hory Mts., mountain front, morphotectonics

Okrajový sudetský zlom (OSZ) je jedním z nejvýraznějších morfologických projevů mladých tektonických pohybů v sv. části Českého masivu (Skácel 1989; Buday et al. 1995). Jeho zlomový svah odděluje členitý reliéf Rychlebských hor na zdviženém jz. sudetském bloku od převážně nižšího a zdánlivě jednoduššího reliéfu sudetského podhůří na pokleslém bloku předsudetském. Tvar svahu, jeho pozice a vztahy k okolnímu reliéfu ukazují na složitý etapovitý vývoj.

Důležité geomorfologické poznatky vyplývají z křížení OSZ s moravskoslezskou tektonickou zónou, reprezentovanou ramzovským nasunutím a nýznerovským dislokačním pásmem na styku lugika a silezika. V prostoru tohoto křížení se morfologický projev OSZ mění a porucha ztrácí svůj okrajový charakter. Zatímco v lugiku vznikl na OSZ výrazný, až 250 m vysoký zlomový svah, v sileziku je topografický projev zlomu méně výrazný a jsou zde jen nadměrně široká zlomová údolí, případně údolí a sedla na zlomové čáře, charakteristická pro celý další průběh zlomu napříč Hrubým Jeseníkem.

Rozdíl mezi reliéfem zdviženého a pokleslého bloku je velmi nápadný. Na zdviženém sudetském bloku se reliéf osního hřbetu zvedá od SZ k JV jen pozvolna z cca 800 m a dosahuje maximální výšky na Smrku (1125 m) mezi ramzovským nasunutím a nýznerovským dislokačním pásmem. Na pokleslém předsudetském bloku se ve stejném směru zvedá stupňovitě z cca 200 m až na 990 m a typ reliéfu se mění z erozně-akumulačního na erozně-denudačního. Na předsudetském bloku se tak v s. předpolí zlomového svahu na OSZ objevuje od SZ k JV postupně vyšší, různě starý a geneticky odlišný reliéf.

Vy zdvižený sudetský blok tvoří petrograficky pestré horniny orlicko-kladského krystalinika a staroměstského pásma, pokleslý předsudetský blok převážně granit a metamorfní plášť žulovského plutonu. Na předsudetském bloku není průběh ramzovského nasunutí a nýznerovské dislokační zony zcela jasný, předpokládá se pod neogenními a kvartérními sedimenty u Javorníka ve Slezsku, tzn. asi 20 km dále na SZ než v pohorí. Rozdíl vysvětluje Oberc (1967, viz též Skácel 1989) hlubší denudací předsudetského bloku (nejméně 2,5 km). Pro

tento výklad svědčí i menší hloubka Moho na předsudetském bloku (Żelazniewicz - Cwojdzinski 1994).

Zatímco hlavní rysy megareliéfu určuje zlomová tektonika, mezo- a mikroreliéf okrajového svahu na OSZ určují petrografické složení hornin a detailní stavba jednotlivých pásem. Vezmou-li se v úvahu geologické faktory a charakter reliéfu pokleslého předpolí, je možno rozlišit mezi Bílou Vodou a Dolní Lipovou na OSZ tři úseky:

1) Úsek Bílá Voda - Vlčice (14 km), v němž velmi výrazný zlomový svah tvoří převážně horniny orlicko-kladského krystalinika (orlicko-kladské klenby). Předpolí tvoří plochý reliéf na terciérních a kvartérních sedimentech.

Úsek doprovázejí úpatní kry, s paralelním javornickým a diagonálním bělovodským zlomem omezujícími od J příkop Paczkow - Kędzierzyn vyplněný miocenními a kvartérními sedimenty o mocnosti až kolem 500 m (Dyjur 1983), u nás až 300 m (Prachař 1971). Sedimenty překrývají starý paleoreliéf na hluboce kaolinizovaném krystaliniku. Povrchový plochý reliéf se sklání velmi pozvolna k S k údolí Kladské Nisy. V morfologii svahu se vedle odolnosti hornin odráží i kolmý průběh pruhů hornin na linii OSZ, přispívající navíc k lokalizaci konsekventních údolí do méně odolných hornin. Svah na sněžnických rulách je vyšší (až 250 m) a má lomený profil, odrážející více fází pohybů. Svahy na méně odolných svorech a pararulách stroňské série jsou nižší (kolem 100 m) a odrážejí pouze mladší etapu zlomových pohybů (morfologický efekt starší etapy pohybů stačila denudace odstranit).

2) Úsek Vlčice - Vápenná (9 km) s méně vysokým okrajovým svahem v horninách staroměstského pásma. V předpolí je granitový reliéf mírně S a Z ukloněné kry Žulovské pahorkatiny, vymezený na S zlomem Bernartice - Hukovice (Skácel 1989). Granitový reliéf s ostrovními horami (Boží hora 526 m) a četnými tvary zvětrávání žuly představuje zbytek paleogenního reliéfu typu etchplénu utvářeného v podmínkách teplého a vlhkého, nejméně subtropického podnebí, které dokládají kaoliny u Vidnavy a krasové mogoty u Supíkovice. Na zdvihové kře se pruhy hornin staroměstského pásma stáčíjí do směru OSZ. Průběh

zlomu je kulisovitý, okrajový svah je nízký (30-80 m), celková výška stejně jako nadmořská výška úpatí vzrůstají od SZ k JV. Na horní hraně svahu vyběhá plochý úpatní povrch typu pedimentu, druhotně silně erozně rozčleněný, vzniklý ještě před fází pohybů jimiž nízký okrajový svah vznikl.

3) Úsek od Vápenné po Dolní Lipovou (8 km), v němž na OSZ vzniklo nadměrně široké údolí horní Vidnávky, které odděluje vysoký reliéf Hornolipovské hornatiny na j. straně údolí od nepatrně nižšího, ale rovněž hornatinného reliéfu Sokolského hřbetu na s. straně. Hornolipovská hornatina tvoří silně rozčleněnou klenbovitou elevaci. Na protilehlé straně OSZ spadá žulový reliéf nejvyšší kóty Sokolského hřbetu Studničný (992 m)

příkře do sedla Na Pomezí (579 m). Asymetrický profil sedla naznačuje možnou interpretaci OSZ jako kerného přesmyku a sudetského bloku jako automorfní hrástě, která nabízí vysvětlení velké mocnosti převážně detritických terciérních sedimentů na přilehlé části předsudetského bloku.

Z nadmořské výšky zbytků zarovnaného povrchu v osní části Rychlebských hor a hluboce kaolinizovaného pohřbeného povrchu na předsudetském bloku vychází amplituda mladého (mladoterciérního + kvartérního) kerného zdvihu až kolem 1500 m. Zlomový svah na OSZ je projevem jen části těchto pohybů.

Literatura

- Buday, T. et al. (1995): Význam bělského a klepáčovského zlomového systému a jeho pokračování do Karpat. - Uhli - Rudy - Geol. Průzk., 9, 275-282, Praha.
- Dyjur, S. (1983): Ewolucja trzeciorzędowych przedgórskich rowów tektonicznych centralnych i wschodnich Sudetów. - III Sympozjum Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce, 155-181, Wrocław-Warszawa.
- Oberc, J. (1967): Fleksura brzeżna Sudetów i stanowisko tektoniczne krystaliniku Gór Rychlebskich. - Čas. Mineral. Geol., 12, 1, 1-12, Praha.
- Prachař, L. (1971): Závěrečná zpráva vyhledávacího průzkumu miocénu v širším okolí Uhelné ve Slezsku. - Strojopis, UD, Liberec.
- Skácel, J. (1989): Křížení okrajového zlomu lugika a nýznerovského dislokačního pásma mezi Vápennou a Javorníkem ve Slezsku. - Acta Univ. Palackianae Olomucensis, Geogr.-Geol., 95, 31-45, SPN, Praha.
- Żelaźniewicz, A. - Cwojdzinski, S. (1994): Deep crustal structure of southwestern Poland and a proposal of two reflection seismic profiles. - Kwart. Geol., 38, 1-26, Warszawa.

ORIENTAČNÍ LITOLOGICKÝ PRŮZKUM SVAHOVÝCH SEDIMENTŮ NA STRÁNSKÉ SKÁLE

Preliminary lithological reconnaissance of the slope deposits at the Stránská
skála Hill

Jaromír Karásek

Katedra geografie, PřF MU Brno, Kotlářská 2, 601 37 Brno

(24-43 Šlapanice)

Key words: slope deposits, coarse clasts, climatic conditions, provenance

V průběhu letošního roku zahájil ústav Anthropos Moravského zemského musea další etapu paleontologického a archeologického průzkumu svahových sedimentů na sz. svahu Stránské skály pomocí kopaných sond. Předmětem průzkumného zájmu jsou především dvě fosiliferní polohy špatně tříděných svahových sedimentů, z nichž jedna tvoří výplň korozních dutin ve spodních

rohovcových vápencích, a druhá, zastižená pouze spodní kopanou sondou, má značně nerovný povrch a mírně zvýšeným obsahem limonitu v jemnějších zrnitostních frakcích se barevně liší od světlejšího nadloží. Tímto nadložím je vápencový svahový detrit s dosti velkým podílem sprašového materiálu, který byl zastižen v obou sondách a je paleontologicky sterilní.

Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, Brno 1998

V obou fosiliferních polohách je paleontologicky nejbohatší zrnitostní frakce 1-5 mm, která je síťováním a plavením separována. Jejím paleontologickým obsahem jsou především fragmenty kostí drobné obratlovčí fauny, vzácně pak ulity plžů, často též pouze fragmentární.

Pro orientační litologické posouzení jsem měl k dispozici ze spodní limonitizované polohy pouze vzorek vyseparované frakce 1-5 mm, takže nemohu posoudit velikost objemového podílu nadsítných a podsítných frakcí. Ze vzorku o 2000 zrněk bylo zjištěno následující složení:

- 82,9 % ostrohranná vápencová zrna
- 6,1 % ostrohranná rohovcová zrna
- 4,4 % fragmenty fauny
- 3,6 % křemen, většinou dokonale zaoblený
- 2,9 % ostrohranná zrna limonitu

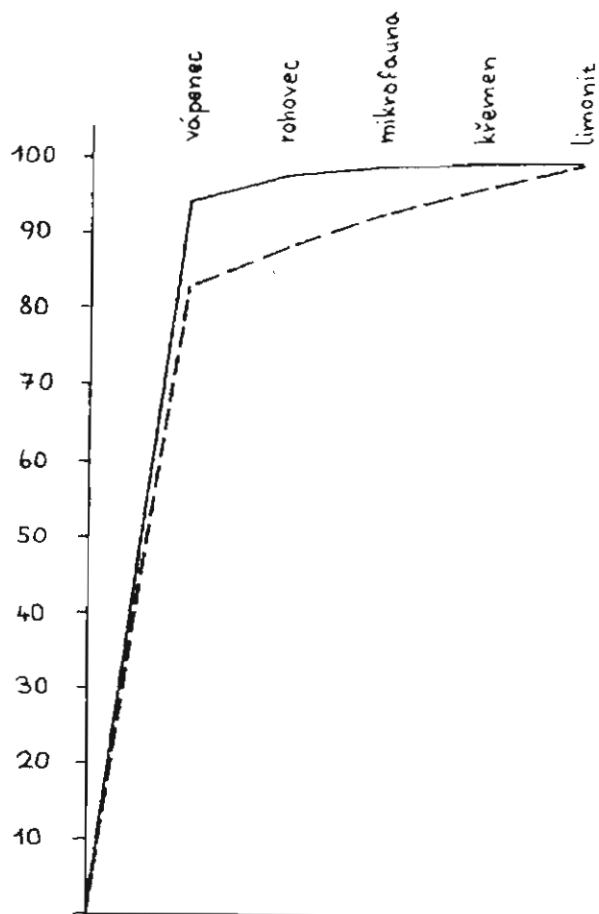
Kvalitativně bylo konstatováno, že dvě zrna křemene měla charakteristickou červenofialovou barvu příznačnou pro křemen brněnských spodnosedonských slepenců a byl nalezen též ostrohranný úlomek načervenalého aplitu.

Vzorek svahových sedimentů z korozních dutin jsem měl k dispozici neseparovaný a po odstranění nadsítných i podsítných frakcí se zmenšil volně sypaný objem vysušené zeminy asi na 25 % objemu původního. Ze zpracovaných 2000 zrn frakce 1-5 mm bylo zjištěno následující složení:

- 93,9 % ostrohranná vápencová zrna
- 3,4 % ostrohranná rohovcová zrna
- 2,2 % fragmenty fauny
- 0,35 % ostrohranná zrna limonitu
- 0,15 % křemen dokonale zaoblený

Kvalitativně jsou tedy vzorky obou poloh shodné s výraznou dominancí detritu místních hornin (vápeneč, rohovec, limonit). Zjevně alochtonní je křemen, nápadně odlišný od ostatních složek téměř dokonalým zaoblením. Jeho provenience je nesporná; z výplně jedné trhliny ve vápenci bezprostředně nad zkoumanou svahovou sérií popsal Nehyba (1995) křemenné štěrkopíský, z nichž křemenná zrna nepochybně pocházejí (srov. též Pelíšek 1995).

Ostrohrannost klastů všech místních hornin vzbuzuje dojem, že jde výhradně o produkty jejich mechanického zvětrávání. Překvapivá je zvláště u vápencových úlomků, na nichž nelze pozorovat ani ve spodní limonitizované poloze stopy korozního zaoblení. Prokáže-li se, že nalezená fauna vskutku odpovídá teplomilné fauně cromerského interglaciálu, pak půjde



Obr. 1 - Součtové křivky podílů litologických typů (plná čára - výplň korozních dutin, čárkovaná - limonitizovaná poloha)

nesporně o faunu v parautochtonní pozici, o čemž ostatně svědčí zjevně fragmentární ráz osteologického materiálu.

Na základě uvedených skutečností lze potvrdit závěr Nehyby (1995), že sedimentologickými metodami výzkumu svahových sedimentů na Stránské skále nelze dospět k rekonstrukci klimatických poměrů, za nichž byly ukládány. Za současného stavu poznání není ani možné rozhodnout, do jaké míry se podílely různé typy svahových pohybů na vzniku zkoumaných poloh. Jednoznačně lze zatím vyloučit pouze sesuvy. Velké bloky vápence jsou snad produktem skalního řízení v kombinaci s creepem a soliflukci, jejichž vzájemný podíl na formování jednotlivých poloh nelze zatím spolehlivě odhadnout.

Literatura

- Nehyba, S. (1995): Contribution to the knowledge of some coarse clastics in the area of the Stránská skála hill. - *Anthropos*, Vol. 26 (ed. R. Musil), 43-46, Brno.
- Pelíšek, J. (1995): Geochemistry and granulometric composition of talus cone deposits. - *Anthropos*, Vol. 26 (ed. R. Musil), 47-52, Brno.

KE GEOMORFOLOGII NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ A PŘÍLEHLÉHO ÚZEMÍ

To the geomorphology of the Podyjí National Park and adjacent area

Karel Kirchner, Antonín Ivan

Ústav geoniky AV ČR, pobočka Brno, Drobného 28, P.O.Box 23, 613 00 Brno, e - mail: ugn@isibrno.cz

(34-11 Znojmo, 34-24 Hnanice, 34-13 Dyjákovice)

Key words: Podyjí National Park, Quaternary sediments, escarpment etchplain, regional geomorphology

Při geomorfologických výzkumech reliéfu v Národním parku Podyjí (NP Podyjí) a přilehlém okolí v roce 1997 jsme se zaměřili na některé lokality v kaňonovitém údolí Dyje i na neobvyklé rysy východního okrajového svahu Českého masivu. Rovněž jsme věnovali pozornost reliéfu předpolí okrajového svahu, které tvoří v jihozápadní části Dyjsko-svrateckého úvalu heterogenní geomorfologický podcelek Jaroslavické pahorkatiny.

1. Problém terasových akumulací v hluboce zařezaném údolí Dyje

V návaznosti na nedávné výzkumy (Kirchner - Ivan - Brzák 1996) jsme pokračovali v průzkumu zbytků fluvialních akumulací situovaných ve vyšších relativních výškách nad údolním dnem Dyje. Soustředili jsme se na východní část NP Podyjí, kde řeka Dyje tvoří až 150 m hluboké kaňonovité údolí v žulách dyjského masivu s výraznými i méně výraznými zakleslými meandry. V návaznosti na výše citovanou práci i nové poznatky lze konstatovat, že zbytky fluvialních akumulací se vyskytují ojediněle, byly nalezeny na vypuklých svazích mohutných meandrových oblouků (Šobes, Gališ). Byly odkryty buď na mírných svazích v zářezech hlubokých cest, nebo se nacházejí na výrazných svahových zálomech (spočincích), kde jsou rovněž odkryty ve stěnách úvozových cest, nebo vystupují při okraji spočinků. Existují však také zálomy na svazích, kde se doposud nepodařilo relikty fluvialních šterkopísků nalézt, i když jejich existence je velmi pravděpodobná (např. meandr Barák).

K ověření rozsahu již objevených šterkopískových reliktů a hledání dalších jsme využili geofyzikálních měření získaných radarem Pulse EKKO 100A a interpretaci geologicko-geofyzikálních řezů (Hubatka 1997). Byly získány informace o plošném rozsahu šterkopísků, hloubce a porušenosti žulového podloží i mocnosti nadložních kvartérních sedimentů na lokalitách Králův stolec a Býčí skála na levém břehu Dyje, asi 4,5 km JZ od Znojma. Na lokalitě Králův stolec byl na základě geologicko-geofyzikálního řezu určen rozsah šterkopísků asi na 60x70 m, jejich mocnost dosahuje 2-5 m. Mocnost sprašových hlín a svahových sedimentů v nadloží šterkopísků dosahuje 0,5-3 m. Báze šterkopísků byla určena v rozmezí 250 až

258 m, jejich povrch 255 až 260 m v délkovém rozsahu profilu 60 m. Tyto hodnoty napovídají o vyšším sklonu žulového podloží (7°) i povrchu šterkopísků (5°), než by odpovídalo klasické akumuláční říční terase. Na lokalitě Býčí skála byl veden 300 m dlouhý profil zhruba v ose krátkého plochého hřbetu směru ZSZ-VJV. Interpretace geologicko-geofyzikálního profilu naznačila pravděpodobné uchování zbytků dvou šterkopískových akumulací, oddělených skalní elevací tvořenou povrchovými balvany žuly. U zbytku výše položené akumulace v týlové části hřbetu dosahuje mocnost kvartérních sedimentů až 5,5 m (šterkopísky do 2 mocnosti), v dolní části plošiny až 12 m (z toho mocnost šterkopísků 3-4 m). Vyjma zmíněný balvanitý skalní práh tvoří povrch hřbetu spraše a svahové hlíny. Podle interpretace i zde dosahuje povrch i báze šterkopísků sklonů vyšších než 5°. Existenci a charakter šterkopísků bude zapotřebí ověřit vrtem nebo sondou, i když při jiz. omezení plošiny objevil Brzák (1996) velmi drobný zřetelně opracovaný fluvialní šterk, nepodařilo se však určit zda se jedná sediment v primárních nebo sekundárních uložitých poměrech.

Oproti původním předpokladům (Kirchner - Ivan - Brzák 1996) se nyní domníváme, že bude velmi obtížné srovnávat s možností datování fluvialní šterkopískové relikty v hlubokém údolí Dyje a terasové systémy v Dyjsko-svrateckém úvalu. Bude však zapotřebí pokusit se o podrobnější průzkum již známých výchozů šterkopísků s určením stáří a vyhledávat další nadějně lokality.

Geologicko-geofyzikální profily na obou lokalitách naznačily silné porušení dyjské žuly údolního svahu a doplnily poznatky o dřívějším antropogenním ovlivnění lokalit stavěnými kamennými zemědělskými terasami. Pod vrstvou svahových sedimentů byly interpretovány zbytky těchto teras, které se v profilu svahu projevují nevýrazným lomem spádu.

2. Skalní reliéf na východním okrajovém svahu Českého masivu

Soubor tvarů východního okraje Českého masivu mezi Znojmem a Retzem, vzniklý na tektonicky porušené dyjské žule je velmi pestrý a zahrnuje písčité kaolinické

zvětraliny (u Hnanic), ostrovní hory v různém stupni destrukce (Havraníky, Šatov), projevy exfoliace (Popice, Hnanice) a drobné, pravděpodobně mladší mikrotvary (tors, balvany typu corestones, skalní mísy). Tyto tvary se, podobně jako v celém Českém masívu, vyvíjely za zcela odlišných, teplejších a vlhčích, klimamorfogenetických podmínek než jsou dnešní. Ukazují, že ve vývoji reliéfu měly rozhodující význam procesy intenzivního hlubokého chemického zvětrávání na bazální zvětrávací ploše, za současného odnosu produktů zvětrávání subaerickými procesy na povrchu terénu (etchplanace), vedoucí ke vzniku zarovnaného povrchu typu etchplénu. Tomuto charakteru napovídá i označení Auflösungzone (Nowak 1969) v reliéfu rakouské části okraje masívu. Specifický ráz vývoji reliéfu okraje masívu, jehož dnešní pozice existuje od svrchního eocénu (Seifert 1992) dalo utváření flexurního ohybu, kde planační procesy vedly k vývoji srázového etchplénu (escarpment etchplain, Thomas 1994). Jeho vývoj přerušily resp. ukončily mořské transgrese v miocénu, které členitý subaerický reliéf pohřbily. Nedořešenou otázkou zůstávají abrazní účinky mořských transgresí. Epeirogenetický zdvih po regresi moře vedl, vedle utváření hlubokých kaňonovitých údolí, k odnosu terciérních sedimentů a exhumaci starších tvarů a k jejich přemodelování procesy kryogenní a mírně teplé klimamorfogenetické oblasti. V horní části okrajového svahu byla exhumace terciérních tvarů úplná, v dolní části dosud pokračuje.

3. Reliéf Jaroslavické pahorkatiny

Jaroslavická pahorkatina tvoří východní předpolí Českého masívu, v níž četné výstupky krystalinika způsobují, že reliéf pahorkatiny je ve srovnání s jinými částmi čelní hlubiny různorodější, geneticky složitější a

můžeme v něm rozlišit čtyři geomorfologické okruhy:

1) Širokou Chvaletickou sníženinu severojižního směru s plochým měkkým reliéfem na miocenních sedimentech a spraších a celkovým sklonem k S a současně V. Sníženinu protékají napříč od Z k V v mělkých rozvěvených údolích potok Daníže a jeho pobočka Vrbovecký potok. V prostoru jejich soutoku jsou téměř rovné úpatní plošiny (360 m). Problémem zůstávají plošně rozsáhlé a výškově dosti diferencované würmské lakustrinní sedimenty (Bátek - Čtyrkoký a kol. 1990).

2) Asymetrickou ukloněnou kru Načeratické hrástě s výrazným zlomovým svahelem obráceným k Z a k V ukloněnými zbytky zarovnaného povrchu a průlomovým údolím Dyje mezi Dobšicemi a Tasovicemi, tvořeným drobnými kotlinovitými úseky (se svahy silně porušenými těžbou kamene a štěrkopísku).

3) Mírně k východu se sklánějící Strachotickou plošinu s plochým reliéfem říčních teras severně od údolí Daníže (Karásek 1975). Údolí Daníže má na nejdolejším toku charakter průlomového údolí v miocenních sedimentech.

4) Vyšší pahorkatinný reliéf Pohraničního hřbetu na moravsko-rakouské hranici, se sečnými plošinami na miocenních sedimentech a reziduálními stěrky (290 m.n.m). U bývalé obce Ječmenišť je na státní hranici v sedimentech karpátu hluboké údolní rozvodí mezi pravou pobočkou Daníže a levou pobočkou Pulkavy. Nápadná jsou sklonově asymetrická údolí pravých poboček Daníže, vyhloubená v pískách karpátu.

Geomorfologický výzkum je řešen v rámci grantu GA AV ČR reg. č. A3086601/1996.

Literatura:

- Bártová, J. (1987): Podrobný výzkum pleistocénu Znojemska. - Dipl. práce. MS, Katedra geologie a paleontologie PřF MU, Brno.
- Bátek, P. - Čtyrkoký, P. a kol. (1990): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000 34-131 Šatov. - 72 s. ÚÚG, Praha.
- Brzák, M. (1996): Fluvialní akumulace v údolí Dyje v NPP a jeho okolí. - Výzkumná zpráva. 34 s., MS, Katedra geografie PřF MU, Brno.
- Hubatka, F. (1997): Zpráva o geofyzikálním měření na lokalitě Znojmo-Královův stolec. - 16 s., MS, Geofyzika a.s., Brno.
- Karásek, J. (1975): Geomorfologická charakteristika reliéfu jižní části Znojemska. - Sborník ČSGS, 90, 177 - 189, Praha.
- Kirchner, K. - Ivan, A. - Brzák, M. (1996): K rozšíření kvartérních fluvialních sedimentů v údolí Dyje v NP Podyjí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 21-23, Brno.
- Nowak, H. (1969): Beiträge zur Geomorphologie des nordwestlichen Weinviertels und seiner Randgebiete. - Geographischer Jahresbericht aus Österreich, 32, p. 109 - 129, Wien.
- Seifert, P. (1992): Palinspastic reconstruction of the easternmost Alps between Upper Eocene and Miocene. - Geologica Carpathica, 43, 6, 327-331, Bratislava.
- Thomas, M.F. (1994): Geomorphology in the tropics. A study of weathering and denudation in low latitudes - p. 460, Wiley, Chichester.

GEOCHEMIE SINTRŮ Z KRASOVÝCH ZÓN TĚŽEBNÍHO SEGMENTU MEZI IV-III ETÁŽÍ LOMU VÁPENKY VITOŠOV A JEJÍ VZTAHY K VÁPENCŮM VITOŠOVSKÉHO LOŽISKA

Geochemistry of sinters from karstic zones of the mining segment between shelves IV-III of the quarry of Vitošov lime works and its relationship to limestones of the Vitošov deposit

Rostislav Morávek

Vlastivědné muzeum, nám. Republiky 5, 771 73 Olomouc

(14-43 Mohelnice)

Key words: Vitošov limestone, petrography, geochemistry, karsological characteristics

Ložisko vitošovských vápenců se nalézá 5 km jv. od Zábřehu n. M. Vápence zde vystupují v prostoru mezi obcemi Lesnice - Vitošov - Hrabová ve směru SSZ - JJV v délce zhruba 3 km. Pruh vápenců je situován na z. až jz. svahu kóty 588 Bílý Kámen. Ložisko vitošovských vápenců je již dlouhé období předmětem zájmu a těžby, jeho historií se zabývali Gába - Poprach (1979), Poprachová (1991). Zejména v posledních desetiletích došlo postupně k vybudování rozsáhlého těžebního a zpracovatelského komplexu v centrální části ložiska, kde jsou v současné době vápence těženy společností Vápenka Vitošov, s.r.o., v instruktivně založeném stěnovém etážovém lomu s velmi progresivní dobývací technologií. Nejvýraznější je metoda „presplit - blasting“ uplatňovaná na závěrových stěnách lomu. Její použití vytváří ze závěrového svahu charakteristickou dominantu této lokality. Regionálně jsou vitošovské vápence součástí obalových jednotek desenské klenby a svým postavením a charakterem jsou velmi blízké vápencům svrchní části skupiny Branné. Stratigraficky jsou řazeny do středního devonu. Geologicko - petrografickými poměry a stratigrafickou pozicí vitošovských vápenců se zabývala celá řada autorů, z novějších prací především Koverdinský - Hladil (1985), Koverdinský (1994) aj. Ložisko bylo rovněž pro ověření a výpočet zásob podrobeno v několika etapách rozsáhlého průzkumu. Nejnovější ložiskový průzkum na lokalitě Vitošov, prováděný v letech 1994-1996, v jehož rámci byly zhodnoceny a zařazeny i výsledky předchozích etap, zpracoval Černý (1996). Poměrně malý zájem byl na této lokalitě prozatím věnován krasové problematice. Ve zprávě Černého (1996) je vyhodnoceno zkrasování ložiska pouze z hlediska znehodnocení suroviny % stupněm zkrasování bloků, resp. ker a jeho vlivu na těžbu. Z výsledků tohoto průzkumu vyplývá, že větší stupeň zkrasování je v západní kře ložiska, nižší ve východní kře a zkrasování v západní kře roste z nadloží směrem do hloubky. Vzhledem k současným výskytům krasových jevů je tedy s postupující těžbou velký předpoklad objevů krasových zón a dutin s velmi pozoruhodnou a bohatou krápníkovou výplní. Teprve v posledních letech je cíleně a pravidelně věnována krasové

problematice na vitošovském ložisku zvýšená pozornost. Těžbou odkrývané krasové zóny a jevy jsou dokumentovány a zároveň v nich prováděny záchranné sběry. Zkrasovělé pukliny, drenovací kanály a menší jeskyně se zde vyznačují velkou a velmi pestrout sintrovou, a to jak nátekovou, tak i krápníkovou a především tzv. pizolitickou výplní (Morávek 1998a). Tento materiál, z něhož je vytvářena ucelená kolekce k trvalému uchování všech typů sintrů lokality, bude postupně mineralogicky, geochemicky i karsologicky zpracováván. Přes malý plošný rozsah krasu lokality a chybějící povrchové krasové jevy je možno lokalitu na základě výjimečného a bohatého charakteru podpovrchových jevů a jejich výplní typově vyčlenit v rámci regionálního dělení krasových území v Jesenické oblasti jako samostatný Vitošovský kras. Ten je reprezentován především typickými úzkými zkrasovělými puklinami, menšími dutinami a propast'ovými puklinovými jeskyněmi s převažujícím pestrým a členitým vývojem pizolitických agregátů, které tvoří hlavní typ sintrových výplní krasových zón. Základní charakteristika Vitošovského krasu a tzv. pizolitů jako typické výzdoby v jeho jeskyních byla zpracována Morávkem (1998a, 1998b). Tato zpráva podává první přehled o makro a mikrosložkách ucelené vybrané kolekce všech základních typů sintrových výplní v podobě náteků, krápníkových a pizolitických agregátů z celého těžebního segmentu mezi IV-III etáží, tj. výškového horizontu ložiska mezi 325 a 309 m.n.m. Není v možnostech tohoto příspěvku uvést makroskopický popis jednotlivých analyzovaných vzorků. Jejich popis, duplicitní vzorky z analýz č. 1 až 18 a ostatní dokumentační materiály jsou uloženy v archivu a geologických sbírkách Vlastivědného muzea v Olomouci, kde jsou k dispozici k srovnávacímu studiu. Pro základní posouzení vztahu chemizmu matečné horniny a sintrových výplní v krasových dutinách zde jsou pro srovnání uvedeny i průměrné hodnoty chemického složení základních typů vitošovských vápenců, jak je ve své zprávě charakterizoval a zhodnotil Černý (1996), viz. tab.č.1. V rámci jednotlivých etap průzkumu ložiska v letech 1958, 1991, 1996 bylo prokázáno, že vápence v jeho celém dobývacím poli vykazují vysokou

homogenitu a vyrovnanost chemického složení. Při zpracovávání charakteristiky a klasifikace surovinových typů a těžebních bloků vyčlenil Černý (1996) na ložisku pro účel řešení průzkumu ve své zprávě dva typy vápenců. Obdobně toto rozdělení uplatnil i Morávek (1976). V jeho práci je však více zohledněn petrografický aspekt, a to zejména u laminovaného typu vápence se zvýšeným obsahem SiO_2 na bázi ložiska a neuplatňuje skutečnost, prokázanou později rozsáhlou průzkumnou vrtnou sítí, na

níž naopak upozorňuje Černý (1996), že se již chemicky „čisté“, laminované vápence vyskytují i ve vyšších částech souvrství mezi kompaktními vápenci.

Obecná charakteristika dvou základních typů vitošovských vápenců: 1. T-10: světle šedý, šedý až šedomodrý kompaktní, jemnozrnný (zrno 0,03-0,3 mm) krystalický vápenc 2. T-11: šedý až tmavošedý laminovaný krystalický vápenc.

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cu ppm
Typ T - 10 Vápenec kompaktní	0.82	0.02	0.40	0.16	54.73	0.37	0.021	0.06	0.02	0.023	10
Typ T - 11 Vápenec laminovaný	4.27	0.04	0.88	0.40	52.37	0.46	0.03	0.29	0.01	0.074	3
Výplně krasových dutin - hlíny	26.88	0.37	10.26	2.70	31.14	0.57	0.126	0.90	0.05	0.104	21

Tab. 1 - Vitošovský vápenc - průměrné chemické složení (zpracováno Černým 1996 - z celého souboru analýz všech průzkumných etap ložiska)

Č.vz.	Č.s.b.př.	%										ppm				
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	MnO	BaO	CaCO_3	Cu	Zn	Ni	Pb	Sr
1	GK2055	1,28	<0,01	<0,05	0,07		54,75	0,28	<0,005		97,73	9	10	14	1	53
2	GK2056	2,36	<0,01	<0,05	0,05		54,65	0,15	<0,005		97,55	10	13	12	9	53
3	GK2057	1,05	<0,01	0,38	0,14		55,03	0,12	<0,005		98,23	10	16	13	4	19
4	GK2058	0,85	<0,01	0,08	0,06		55,13	0,34	<0,005		98,41	9	12	10	15	50
5	GK2059	0,99	<0,01	0,17	0,11		54,68	0,33	<0,005		97,60	10	15	12	0,8	55
6	GK2060	1,45	0,02	0,50	0,20		54,33	0,25	0,007		96,98	10	10	13	0,6	29
6b	GK2061		0,02		0,14	0,45	51,54	2,58	0,016	<0,001	91,99					20
7	GK2062	1,23	0,02	0,31	0,13		54,64	0,27	0,005		97,53	9	8	12	0,6	33
8	GK2063	1,32	0,01	0,45	0,18		54,60	0,25	0,005		97,46	10	9	13	0,4	39
9	GK2064	1,50	0,03	0,81	0,34		54,63	0,14	0,009		97,51	13	16	14	1	14
10	GK2065	1,61	<0,01	0,59	0,09		54,08	0,39	<0,005		96,53	13	10	15	1	67
10b	GK2066		<0,01		<0,01	0,09	54,92	0,58	0,007	<0,001	98,03					30
11	GK2067	0,58	<0,01	<0,05	0,27		55,03	0,13	<0,005		98,23	11	10	14	2	27
12	GK2068	1,52	<0,01	<0,05	0,21		54,84	0,28	<0,005		97,89	10	8	9	1	84
13	GK2069	1,62	<0,01	<0,05	0,05		54,69	0,46	<0,005		97,62	9	6	12	0,8	108
14	GK2070	0,36	<0,01	<0,05	0,06		55,38	0,74	<0,005		98,85	10	4	10	2	175
15	GK2071	0,29	<0,01	<0,05	0,03		55,80	0,21	<0,005		99,60	11	5	7	2	44
16	GK2072	0,40	<0,01	<0,05	0,12		55,35	0,18	<0,005		98,80	13	7	15	8	32
17	GK2073		0,04		0,27	0,13	54,05	0,24	0,014	<0,001	96,48					<10
18	GK2074	2,975				0,38	53,87	0,11	0,025		96,32					200

Tab. 2 - Analýzy sintrů z krasových zón IV - III lom. segmentu vápencového ložiska Vitošov. (Pozn.: Pracoviště provedených analýz - č. vz. 1 až 16 Gematest spol. s r. o., Černošice, č. vz. 6b, 10b a 17 laboratoř ČGÚ Praha - kontrolní, č. vz. 18 laboratoř PŘF MU Brno)

Pozn.: indexy T-4, T-10, T-11 převzaty ze závěrečné zprávy Černého (1996). Ve zprávě Černého bylo při stanovení typu vápenců vedle makroskopického rozlišení jako hlavní dělicí kritérium zvolen vyšší obsah SiO_2 než 3%. Toto chemické hledisko je u vitošovských vápenců nestandardní, protože i některé laminované typy vykazují velmi vysoký obsah CaO až přes 55% a nízkou přítomnost SiO_2 pod 1%. Zároveň je nutné upozornit na skutečnost, že byly v několika vrtech v rámci průzkumu ověřeny polohy velmi čistých vápenců vysoko nad průměr, s obsahy CaO přesahující 55%, např. V14: 33,70-49,00 m = 55,20%, V25: 57,00-66,00 m = 55,75%, tj. 99,51% CaCO_3 , V207: 0,00-51,40 m = 55,50%. Naopak v laminovaných vápencích na bázi ložiska dosahuje obsah SiO_2 , resp. nerozpustného zbytku až 10-20%. Z vlastních analýz sintrových výplní krasových zón segmentu IV-III etáží lokality Vitošov

vyplývá, že se tyto sekundární karbonátové hmoty chemizmem velmi blíží primárním vápencům převažujícího základního typu suroviny T-10 (viz tab.č.1 a 2). Předpoklad, že sintrová hmota bude vykazovat velmi vysoké hodnoty CaCO_3 , blíží se čistému kalcitu, se nepotvrdila, průměrná hodnota z 20 analýz různých typů sintrů má hodnotu 97,47% CaCO_3 . Tato se téměř shoduje s průměrnou hodnotou základního typu vitošovského kompaktního vápence - 97,69% CaCO_3 . Obdobně je tomu i u ostatních složek, v některých sintrech je poměrně vysoký obsah SiO_2 , až 2,5-3,0 %, způsobený pravděpodobně přítomností prachových částic SiO_2 v krystalizačním roztoku. Pozoruhodným jevem je nízký obsah Fe, přestože většina vzorků krápníků a pizolitů vykazuje pestré zbarvení přírůstkových linií, některé až výrazně tmavočervenohnědou barvu. Ani v těchto tmavých vzorcích

nepřesáhl obsah Fe_2O_3 v žádné z analýz 0,4% a ukazuje se, že i velmi nízká složka Fe již způsobuje intenzivní zbarvení sintrové hmoty. Obsahy vybraných mikroelementů, stanovené v laboratořích uvedených v tab. č. 2, zhruba odpovídají klarkovým hodnotám vápence a u

žádného z prvků nebyla zjištěna výraznější akumulace. Nižší hodnota se projevila pouze u obsahu Sr. Zajímavé výsledky jistě přinese srovnání chemizmu této kolekce sintrů z dalšími vzorky získanými z nižších těžebních segmentů v průběhu těžby příštích let.

Literatura:

- Černý, R. (1996): Závěrečná zpráva Vitošov č.ú. 1/94.- MS, Archiv Vápenka Vitošov, s.r.o. Brno.
 Koverdinský, B. (1994): Litologický vývoj a stratiformní mineralizace při západním okraji silezika. U-R-GP 1/94,15-17. Praha.
 Koverdinský, B. - Hladil J. (1985): Stáří vitošovských vápenců (devon, severozápadní Morava). - Věst. Ústř. Úst. geol., 60,1, 1-7. Praha.
 Morávek, R. (1976): Ke geologii a petrografii vápencového souvrství u Vitošova. - Zpr. Vlast. Úst. Olom., 179,1-8. Olomouc.
 Morávek, R. (1998a): Kalcitové pizolity z krasových dutin vápencového ložiska Vitošov. - Mineral., 1/98. Brno.
 Morávek, R. (1998b): Objev puklinové jeskyně ve vápencovém lomu Vitošov. - Zpr. Vlast. Muz. Olom., 275 (v tisku). Olomouc.
 Gába, Z. - Poprach, R. (1979): Vitošovský vápenec. - Vlastivědné zajímavosti, OVM Šum., 167,1-4. Šumperk.
 Poprachová, D. (1991): Historie těžby a zpracování vápence ve Vitošově do konce druhé světové války. - Čas. Sev. Mor. 61, 27-34. Šumperk.

VÝVOJ ÚDOLNÍ SÍTĚ V JIŽNÍ ČÁSTI MORAVSKÉHO KRASU

Development of the episodic stream valley in the southern part of Moravian Karst

Rudolf Musil

Katedra geologie a paleontologie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: rudolf@sci.muni.cz

(24-42 Vyškov)

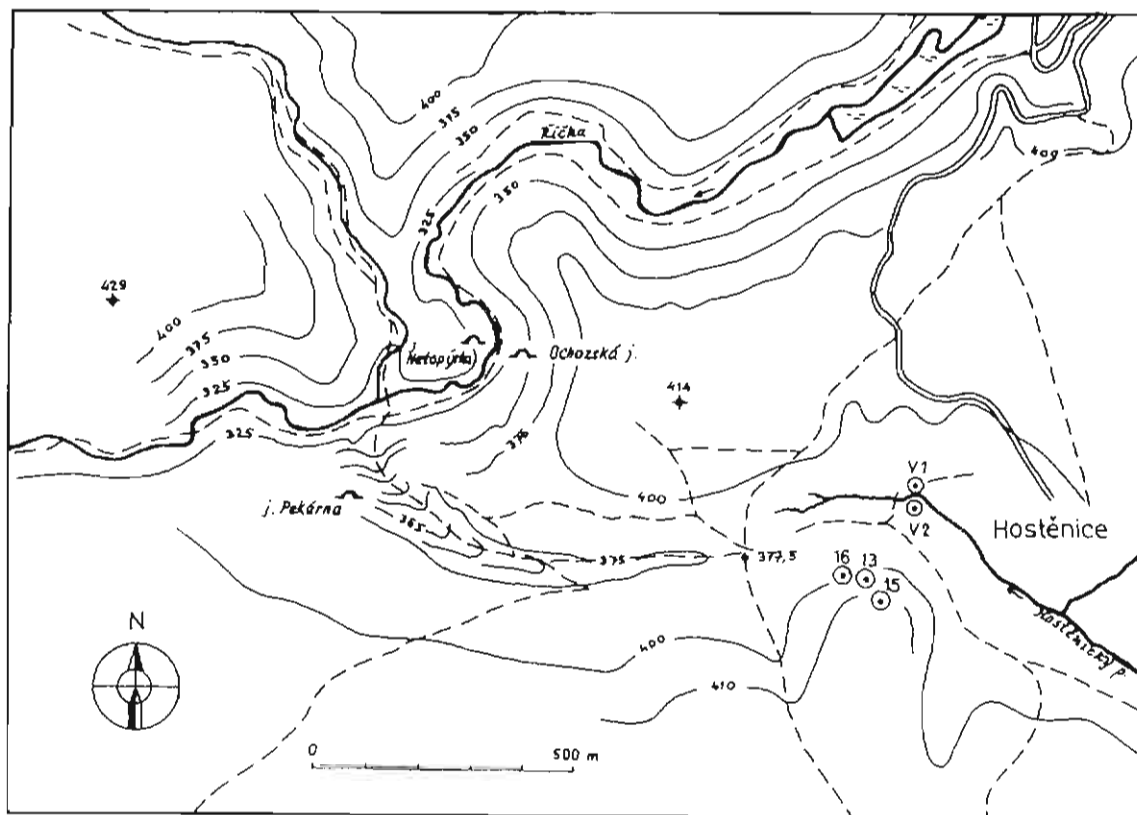
Key words: southern part of Moravian Karst, genesis of valley system, three time-distinguishable development phases of the single valley

Nejvýznamnějším jevem jižní části Moravského krasu je Hostěnické údolí a jeho pokračování směrem k údolí Říčky a na ně navazující jeskynní systémy. Vývoj této oblasti lze rozdělit do několika časově od sebe hodně vzdálených období. Morfologie údolního dna, jeho sklon i jeho šířka je v jednotlivých částech údolí diametrálně odlišná. Rekonstrukce údolí nám dovoluje rozeznat nejméně tři časově odlišné fáze vývoje, a to vlastní Hostěnické údolí, které končí zhruba v prostoru dnešního Hostěnického propadání, dále jeho pokračování jako ploché a široké údolí s nepatrným spádem, které začíná u Hostěnického propadání a končí u Kamenitého žlíbku a vlastní Kamenitý žlíbek s velkým spádem a tvaru ostrého V. Kamenitý žlíbek končí v údolí Říčky náplavovým

kuželem, který dříve musel sahát až ke kolmé stěně protějšího svahu a jehož konečná část byla již odstraněna erozí vodního toku. Vyjmenované tři části měly svůj samostatný vývoj, časově od sebe velmi vzdálený.

Hostěnické údolí

Jedná se o údolí, přesahující svými rozměry všechna údolí v blízkosti, které odvádí všechny srážkové vody z celé oblasti východně od krasového území. Je poměrně velmi široké, a to 200-300 m, a vyplněné sedimenty pravděpodobně mořskými, o jejichž mocnosti a stáří nejsme dodnes informováni. Můžeme pouze předpokládat, že by se mohlo jednat o sedimenty neogenního stáří. V údolí



Obr. 1 - Topografie studované oblasti jižní části Moravského krasu.

Silná plná čára značí vodní toky, slabá plná čára - vrstevnice, přerušovaná čára - cesty. Pro orientaci jsou uvedena místa vrtů v Hostěnickém údolí (čísla u kroužků) a vchody hlavních jeskyní ve studované oblasti. Relikt starého údolí a jeho pokračování Kamenitý žlíbek podobně jako i dnešní vchod do Pekárny leží přímo proti údolí dnešního Ochozského potoka. Toto hluboké údolí vede severním směrem k obci Ochoz

provedené vrty byly umístěny většinou na jeho okraji. Pouze vrt V2 zhruba ve středu údolí prošel pískem až do hloubky 7,5 m, kde skončil na vápenci. Není však vyloučeno, že se mohlo jednat o větší balvan. Organizace, která vrt prováděla, není známá, rovněž bližší popis chybí (ústní sdělení J. Dvořáka z 25.6.1997).

Sonda J. Dvořáka po druhé světové válce umístěná poblíž dnešního Hostěnického propadání zhruba v místech kóty 377,5 m (viz obr. 1) ukázala, že v tomto místě se nacházejí až do hloubky 10 m lakustrinní sedimenty s poměrně hojnými rostlinnými zbytky bažinné vegetace, pravděpodobně z posledního interglaciálu. Jednalo se o jezero periodicky vznikající v době jarních záplav anebo při větších a dlouhodobějších srážkách (Musil 1993).

Hostěnické údolí je ukončeno pravděpodobně svislou vápencovou stěnou. Před jeho vyplněním sedimenty se tedy jednalo o slepé (v určitých dobách možná i o poloslepé) údolí, dnešní Hostěnické propadání leží poměrně vysoko nad jeho tehdejším dnem, je tedy podstatně mladší. Vody před vyplněním údolí sedimenty odtékaly jinými, dnes neznámými cestami. Jako nejbližší vysvětlení pro tento podzemní odtok se nabízí jeskyně Pekárna (i když dnes nelze ještě vyloučit ani jiné možné směry odtoku). Výzkumy Křížovy a Koudelkovy (1902, 1903, 1940, dále i zprávy Dvořák a Musil in Valoch 1996) ukázaly, že v Pekárně pod jeskynními sprašovými hlínami se nachází vrstva fluvialních kulmských štěrků a písků o mocnosti 6,30-8,60 m. V jejich podloží se podle Kříže

nacházela slabá vrstva žlutavě zbarveného písku. Sklon dna směrem ke vchodu jeskyně byl poměrně velký. Také rozměry Pekárny by odpovídaly širokému Hostěnickému údolí a většímu vodnímu toku.

Pokud výtokem vod dřívějšího Hostěnického potoka byla Pekárna, dala by se na základě její výšky rekonstruovat hloubka údolního dna Hostěnického údolí. Dno Pekárny dle Kříže je ca 350 m, což znamená, že maximální mocnost výplně Hostěnického údolí by mohla být kolem 25-30 m.

V levé straně Hostěnického údolí byly v r. 1970 provedeny svislé vrty č. 13 (406,9 m, balt, hloubka vrtu 30 m), č. 15 (410,0 m, balt) a č. 16 (403,1 m, balt, hloubka vrtu 30 m) (obr. č.1). Holocenní pokryv byl velmi slabý a hned pod ním se nacházel vápenec.

Vrt č. 13: ostrohranné úlomky vápence (0-0,20 m), hnědá hlína s vápencovou sutí (0,20-1,00 m), vápenec do hloubky 30 m.

Vrt č. 16: hnědá hlína (0-0,20 m), deluvium s vápencovou sutí (0,20-0,80 m), vápenec se silně zkrasovělými puklinami.

Vrt č. 15: hnědá hlína (0-0,20 m), deluvium s vápencovou sutí (0,20-0,80 m), vápenec (0,80-7,50 m). V jeho podloží, tj. tedy pod 7 m vápencem, se nacházel nedokonale opracovaný štěrk, ulehý, zahliněný, maximální velikost oblázků kolem 6 cm, písek byl nestejnozrný, jílovitý, kaolinický, hnědé barvy, mezi valouny se nacházely i hlízy rohovce.

Tento vrt je z našeho hlediska nejdůležitější. Je velmi pravděpodobné, že by se mohlo jednat o fluvialní sedimenty vyplňující krasovou dutinu, možná tehdejší propadání Hostěnického potoka. Podzemní prostory mohly vést jednak k Pekárně (je zajímavé, že popis sedimentů odpovídá nápadně Křížově popisu fluvialních sedimentů v jeskyni Pekárně) nebo směrem k Mokré.

Relikt širokého plochého údolí

Toto údolí bez většího spádu, o šířce ca 150 m, představuje nepatrný relikť dnes zhruba pouze 500 m dlouhý. Způsob jeho utváření velmi připomíná podobná údolí v severní (Hradský nebo Ostrovský žleb) nebo střední části (Luční údolí) Moravského krasu a nedá se vyloučit ani stejná doba jejich vzniku. Domnívám se, že vzniklo před zahloubením Hostěnického údolí a jeho pokračování směřovalo do údolí dnešního Ochozského potoka, tedy do směru, kam asi odtékaly i vody z jeskyně Pekárny.

Kamenitý žlíbek

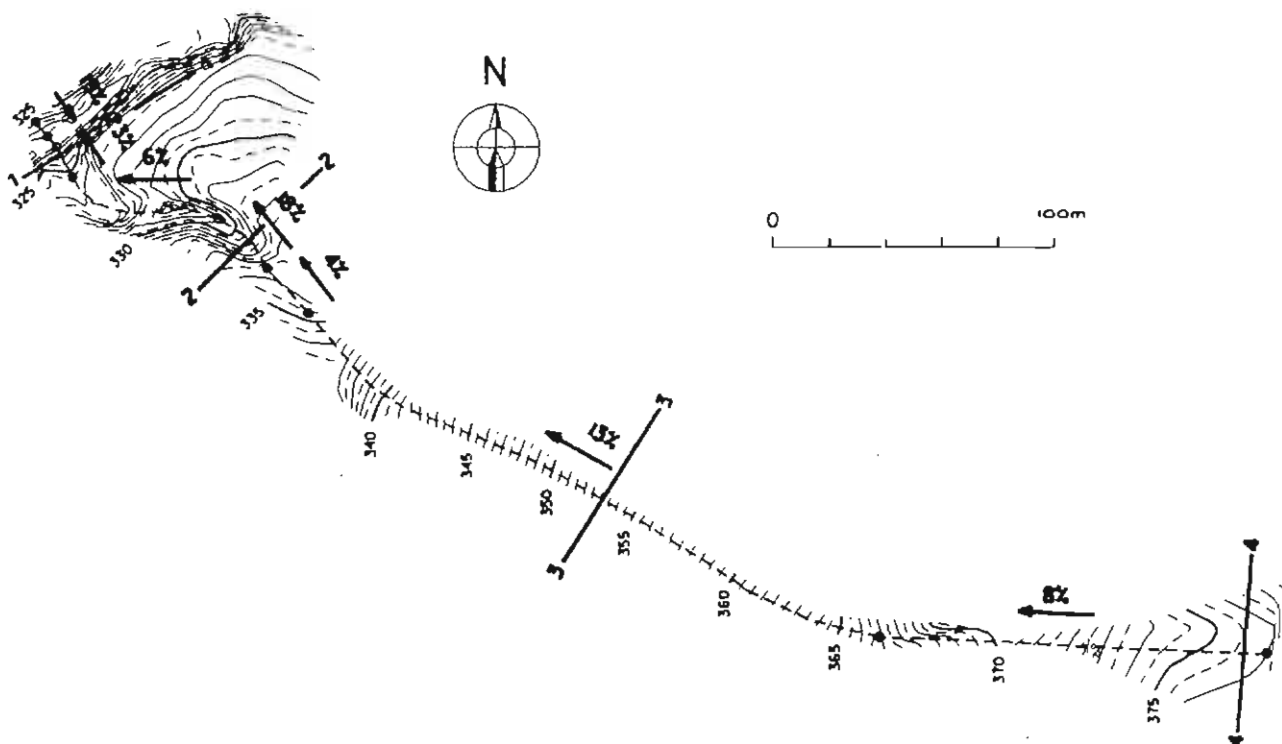
Kamenitý žlíbek je nejmladší částí celého údolního systému. Změnou hydrografických podmínek dochází po regresi moře k vytvoření dnešního údolí Řičky mezi Hádkem a dnešním vyústěním údolí Ochozského potoka, které se stává bází pro všechny vodní toky. Původní údolí mezi Hádkem a Ochozí je opuštěno. Hostěnické údolí je v této době vyplněné mořskými sedimenty až na hranu

údolního reliktu. Vody Hostěnického potoka mění místo svého propadání a začínají se propadat na opačné straně než původně, a to v pravé údolní stěně. Tyto ponory, a tím i jeskynní systém na ně vázaný, jsou tedy mladší než původní. Při velkých povodních nestačí nově vzniklé a tím i podstatně užší ponory odvádět všechnu vodu do podzemí, a ta proto využívá k odtoku i reliktu starého údolí. Jeho konečnou část, která tehdy tvořila visutou stěnu spadající kolmo do nově vytvořeného údolí Řičky, tyto vody postupně erodují a vytvářejí poměrně úzkou erozní rýhu s velkým spádem a tvarem V, místy i s bočními kolmými stěnami. Je asi 500 m dlouhá, ukončená velkým náplavovým kuzelem o šířce ca 100 m. Báze tohoto kužele leží zhruba v úrovni dnešního vodního toku, není však vyloučeno, že by mohla ležet i níže. Znamená to, že v době jeho tvorby bylo již údolí Řičky stejně hluboké jako dnes. Náplavový kužel je tvořen vápencovým, i balvany velmi různých rozměrů, největší mají až 2 m v průměru (100 x 150, 100 x 100 x 80, 120 x 120 x 120 cm apod.) a svědčí o obrovské vodní energii, která je tam nanasla. Balvany pocházejí pouze z erozní rýhy Kamenitého žlíbku. Mezi balvany se nachází žlutohnědá sprašovitá hlína.

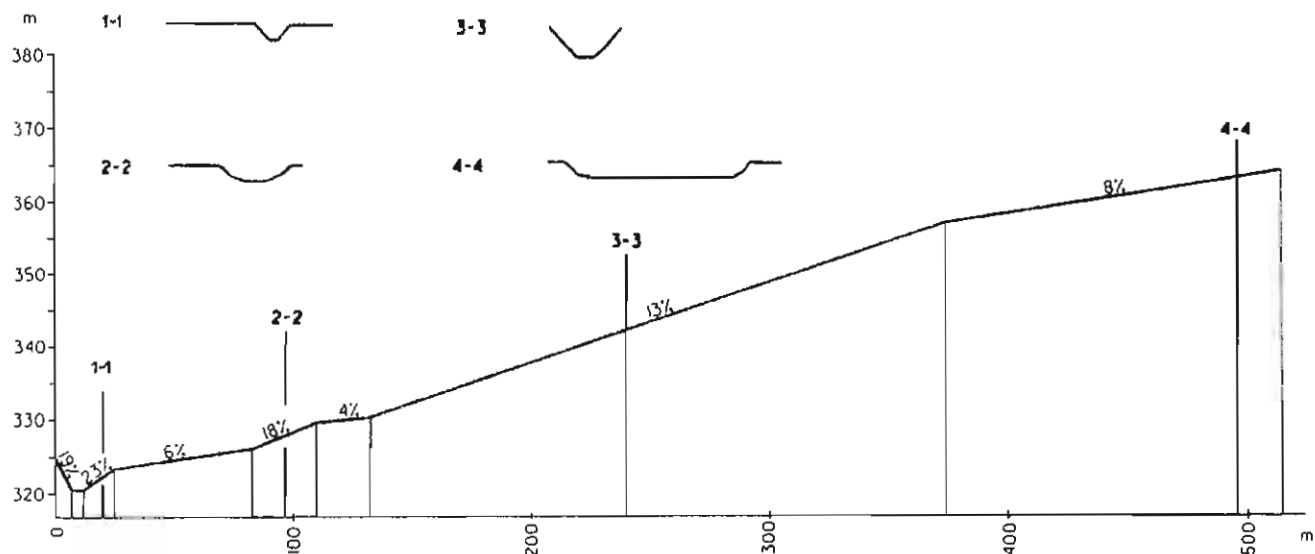
Geneze údolního systému

Vznik celého údolního systému (Hostěnické údolí až Řička) je časově velmi dlouhý, není přitom časově jednotný a rozpadá se do několika samostatných fází:

1. fáze: Dnešní údolní relikť mezi Hostěnickým údolím a Kamenitým žlíbkem představuje nejstarší část



Obr. 2. Orientace Kamenitého žlíbku vzhledem ke světovým stranám. Na obrázku jsou vyznačeny vrstevnice, které ukazují prudký spád Kamenitého žlíbku, a to zhruba od vrstevnice 370 m. Východním směrem pokračuje relikť původního údolí, který již není na obrázku zachycen. Délka náplavového kužele při vyústění Kamenitého žlíbku do údolí Řičky je ca 91 m, jeho maximální šířka 114 m. Zaujímá plochu 6.941 m² s obvodem 326 m. Vzhledem k těmto rozměrům a jeho mocnosti jedná se o nejmohutnější náplavový kužel v oblasti Moravského krasu vůbec. Vlastní niva Řičky je již poměrně úzká a protější vápencový svah se opět příkře zvedá



Obr. 3 - Schematický podélný profil Kamenitého žlíbku znázorňující jeho sklon. Příčné profily 1-1 a 2-2 ukazují nejmladší erozní rýhu v náplavovém kuželu. Zatím co její svrchní část má ještě vanovitý profil, spodní část má již spíše tvar písmena V. Sklon náplavového kužele je zpočátku větší, směrem k Říčce se pak poznamená zmenšuje. Příčný profil 3-3 ukazuje do skalního masívu ostře zaříznuté údolí tvaru V, zatímco konečná část původního údolí je široce vanovitě rozšířená, je mnohem širší a s nepatrným spádem

původního údolního systému, který zhruba ve stejném spádu jaký má údolní relikť ještě dnes pokračoval jak východním, tak i západním směrem. V této době neexistovalo ještě v tomto místě dnešní údolí Říčky. Původní údolí Hostěnického potoka pokračovalo směrem proti toku dnešního Ochozského potoka až do Ochozu, kde se napojovalo na tehdejší údolí Říčky (Hádek - Ochoz). Odtud vody odtékaly směrem na Kanice a Řícmanice do dnešní Svitavy. Časově se musí jednat o velmi staré založení, zřejmě ještě před první neogenní mořskou transgresí. Další dedukce by byly možné až bude známo stáří sedimentární výplně Hostěnického údolí a údolního úseku Hádek - Ochoz. Jak jsem již uvedl, má toto údolí analogii v podobných údolích severní a střední části Moravského krasu. Není vyloučeno, že jejich stáří bude možná rovněž stejné.

2. fáze: Na východní hranici krasové oblasti vzniká slepé Hostěnické údolí. Je možné, že je to analogie (a to i časová) k jiným slepým údolím v severní části Moravského krasu. Vody jsou odváděny dnes neznámými prostorami buď směrem na Mokrou nebo směrem na Pekárnu. Na základě dnešních znalostí se kloním spíše pro druhou alternativu. Ponory se nacházejí v levé části údolí. Z Pekárny odtékají stále ještě směrem na Ochoz dnešním údolím Ochozského potoka. Hydrografická síť nedoznala ještě podstatnou změnu. Časově se nacházíme stále ještě před neogenní mořskou transgresí.

3. fáze: Sedimenty mořské transgrese zcela vyplnily Hostěnické údolí a údolí mezi Hádkem a Ochozí. Po regresi moře nastává postupná změna hydrografické sítě, vodní toky jednak vyprazdňují svá dřívější údolí, jednak si hledají nové odtokové cesty. V této době začíná vznikat i úsek údolí Říčky mezi Hádkem a dnešním vyústěním údolí Ochozského potoka. V této době vznikají i nové ponory

Hostěnického potoka na pravé straně údolí. Levá strana je definitivně opuštěna. Sedimenty vyplněné Hostěnické údolí využívá při velkých vodních stavech relikť staršího údolí a na hraně jeho vyústění do údolí Říčky začíná postupně vznikat erozní rýha - dnešní Kamenitý žlíbek.

4. fáze: Úroveň vyústění Kamenitého žlíbku dosahuje dnešní úrovně údolí Říčky. Povodňové vody Hostěnického potoka vytvářejí mohutný ca 6 m. mocný náplavový kužel složený pouze z velkých vápencových balvanů. Mezi balvany se nachází sprašová hlína. Nelze říci, v kolika různých časových obdobích byl vytvořen, v každém případě se však muselo jednat o velké povodně. Z jeho akumulace lze vyvodit několik závěrů (viz. obr. 2 a 3).

a/ Vlastní balvany a sprašová hlína mezi nimi byly akumulovány v různou dobu. Mezi balvany se nenacházejí sedimenty vyplňující dnešní Hostěnické údolí, ale pouze sprašové hlíny, jejichž zbytky můžeme ještě dnes pozorovat nad Hostěnickým propadáním. Obrovská vodní energie, která přemístila velké balvany, by nedovolila ve stejnou dobu i sedimentaci jemných sprašových hlín mezi nimi. Jednalo se proto minimálně o dvě časové fáze, v první došlo k nahromadění balvanů a teprve ve druhé k akumulaci sprašových hlín.

b/ Z výše uvedeného důvodu nepřichází v úvahu tvorba náplavového kužele a ani jeho části v holocénu. Kdyby tomu tak bylo, muselo by nejprve dojít k erozi spraší ze závěru Hostěnického potoka a k její sedimentaci v závěru Kamenitého žlíbku a teprve pak k akumulaci balvanů. V tomto případě by však sprašové hlíny v náplavovém kuželu byly vyklizeny velkými vodními přívaly.

c/ Nejmladší stáří náplavového kužele může být poslední interglaciál, nelze však vyloučit ani dřívější období nebo jejich větší počet. Vzhledem však k tomu, že báze

náplavového kužele leží v úrovni dnešního potoka, zdá se mně pravděpodobnější poslední interglaciál.

d/ Znamená to, že údolní dno Říčky nedoznalo od posledního interglaciálu nějakých podstatných změn. V současné době se nachází v té hloubce, v jaké bylo při vzniku náplavového kužele. Vzhledem k výšce líšeňské terasy v Brně (ca 298 m n.m.), která je paleomagneticky datovaná na více než 2,5 mil. let BP, není vyloučeno, že hloubka tohoto údolí (dnes ca 320 - 325 m n.m.) nemohla být podstatně jiná než byla již v pliocénu.

e/ Ve svrchní části dejekčního kužele, a to v jeho levé části (ležící blíže k Pekárně), se po akumulaci náplavového kužele vytváří erozní rýha o šířce ca 4 m a o hloubce ca 2,5 m. Tato erozní rýha končí dnes ca 2 m nad dnešním potokem a to skokem, ne pozvolna. Vody, které ji vytvořily, nebyly již tak velké jako v minulosti, nedošlo již k transportu nových balvanů, ale pouze k vyhloubení erozní rýhy. Unášecí schopnost vody byla tedy mnohem nižší než při akumulaci náplavového kužele. Erozní rýha byla vytvořena vodami Hostěnického potoka, s největší pravděpodobností ve starém holocénu. V této době tedy úroveň dna Říčky byla asi o 2 m vyšší než dnešní. a Říčka již prořezávala svrchní části náplavového kužele.

f/ Vznik náplavového kužele, který přehradil v tomto místě poměrně úzké údolí Říčky, způsobil zasedimentování údolí proti toku potoka. Obě úrovně, a to povrch náplavového kužele a úroveň dna erozní rýhy v něm, lze dobře pozorovat na celé řadě zachovaných reliktnů (např. proti toku u ponoru Říčky). Bylo by záhodno je sondou otevřít a seznámit se s profily jejich sedimentů.

Závěr

Vývoj údolního systému jižní části Moravského krasu byl velmi komplikovaný, jeho jednotlivé části jsou různě staré. Znamená to, že i jeskynní systémy na tento vývoj vázané jsou různého stáří, přičemž odtokové cesty Hostěnického potoka nebyly stále tytéž. Nejprve se nacházely v levé stěně údolí a teprve mnohem později přešly do údolní stěny pravé. V uvedené oblasti můžeme rozlišit nejméně tři časově různé fáze zahrnující poměrně dlouhý časový úsek. Není však vyloučeno, že akumulačních a erozních fází bylo mnohem více než je zachyceno v jednotlivých úrovních. Hydrografická síť vypadala před mořskou transgresí jinak než dnešní. Jednotlivé vývojové fáze jsou oddělené dlouhými časovými úseky. Dnešní hydrografická síť vzniká až v průběhu třetí fáze, a to až po regresí moře. V pliocénu již odpovídala dnešnímu vytvoření. Ještě ve starém holocénu tekla Hostěnický potok při velkých záplavách povrchově přes reliktní starého údolí do Kamenitého žlábků a do údolí Říčky.

Poděkování

Geodetické zaměření v terénu a zpracování všech naměřených dat Kamenitého žlábků (obr. 2 a 3) provedl doc. ing. Jaroslav Puchrik, CSc. ze Stavební fakulty VUT v Brně. Ke zpracování situace a podélného profilu bylo použito CAD prostředí Microstation firmy Bentley. Sběr dat byl proveden pomocí totální stanice TOPCON GTS 6A. Za jeho v tomto směru jistě průkopnickou práci mu co nejsrdečněji děkuji.

Literatura:

- Kříž, M.- Koudelka, F. (1902): Průvodce do moravských jeskyň. I, II.- Brno.
 Kříž, M. (1903): Beiträge zur Kenntniss der Quartärzeit in Mähren.- Steinitz.
 Kříž, M.- Koudelka, F. (1940): Jeskyně Moravského krasu. I, II.- Brno.
 Musil, R. (1993): Kvartérní sedimenty, 68-75. - In: Musil R. (ed.), Moravský kras. Labyrinty poznání.- Brno.
 Valoch, K. (1996): Příspěvek k ekologii pozdního glaciálu v Moravském krasu.- Acta Musei Moraviae 81, 61-71, Brno.

PROJEV INVERZE TVAROVÝCH PRVKŮ NA MALÉ KLAJDOVCE V BRNĚ

Display of the inverted topography at the Malá Klajdovka in Brno

Ivan Veselý¹, Jaromír Karásek²

¹Geotest Brno a. s., Šmahova 112, 659 01 Brno

²Katedra geografie, PŘF MU Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno

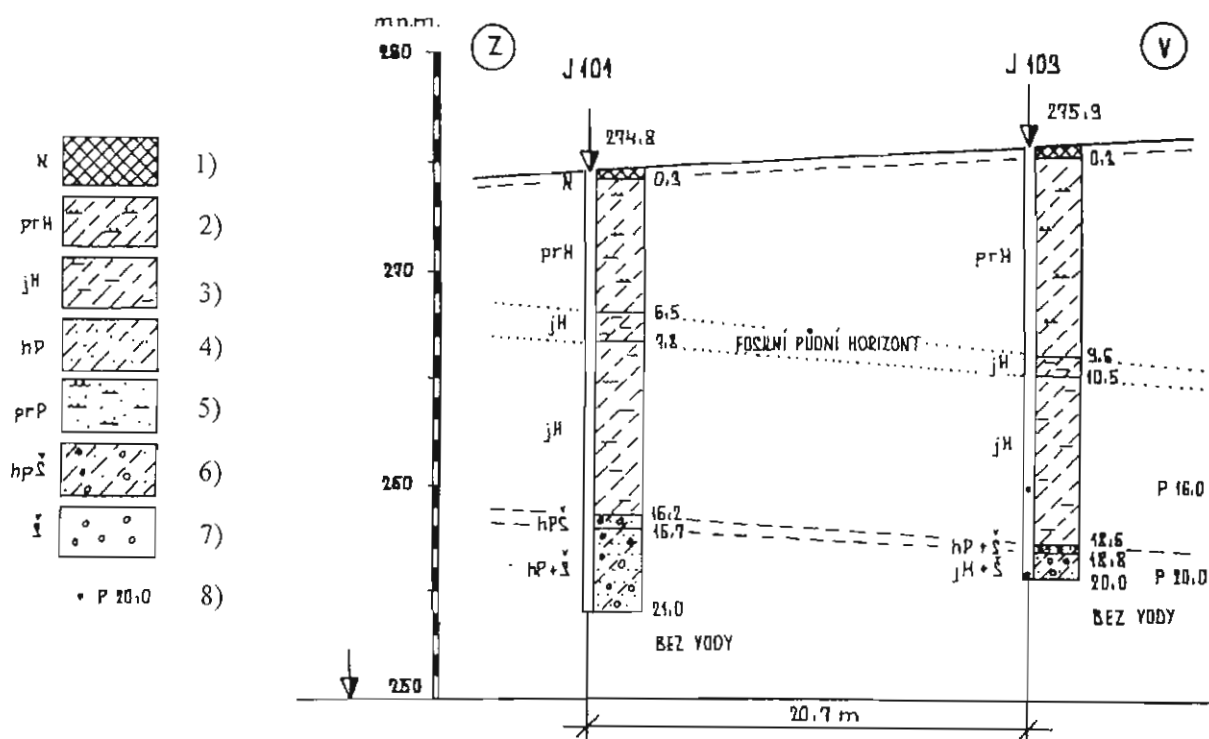
(42-32 Brno)

Key words: inverted topography, loess serie, clastic deposits

Prostor sedla mezi vyvýšeninou Fredam (se sídlištěm Vinohrady) a Novou horou v Brně-Židenicích patří ke geologicky nejkomplikovanějším (Karásek 1985) a geotechnicky značně problémovým územím na katastru Brna (srov. např. Cerha 1982). Zasahuje sem též kolem 20 m mocná sprašová série (Pelíšek 1953), známá z klasických studií o brněnském kvartéru (např. Musil-Valoch-Nečesaný 1954) pod označením Židenice I.

Vrtným průzkumem pro zjištění základových poměrů přímo v areálu bývalé výletní restaurace Malá Klajdovka (v místě styku Líšeňské a Křtinské ul.), tedy na západním úbočí sedla, bylo zjištěno pokračování této sprašové série v mírně redukované mocnosti (cca 16-18,5 m) včetně výrazného fosilního půdního horizontu interpretovaného citovanými autory jako produkt interglaciálu R-W. Nynější povrch terénu na západním

úbočí sedla je mírně ukloněn k Z, bazální poloha sprašové série a fosilní půdní horizont jsou však ukloněny směrem opačným, t.j. k V (viz obr.). Sprašová série zde tedy v celém rozsahu má tvar závěje, takže nynější povrch západního úbočí je tvarovaným prvkem, který je nutno připsat účinkům posprašové (holocénní?) destrukční modelace. Klastické sedimenty v podloží spraši patří dvěma výrazně odlišným litologickým typům. Ve svrchní poloze o mocnosti 20-50 cm nacházíme poměrně hrubé polymiktní šterky s bohatou hlinitou příměsí, pod nimi pak v neznámé mocnosti hrubý písek až šterčík, hlinitý a vápnitý, s náznaky diagenetického zpevnění. Na základě analogie s někdejšími odkryvy na sz. svahu Nové hory, kde byly dokumentovány fluvialní šterkopísky líšeňské terasy v intaktní pozici nadloží badenských bazálních klastik, usuzujeme, že spodní poloha klastik na Malé Klajdovce je rovněž součástí



Obr. 1 - Geologický profil západním úbočím sedla u Malé Klajdovky. Orig. I. Veselý 1997: 1 - navážka, 2 - prachovitá hlína, 3 - jílovitá hlína, 4 - hlinitý písek, 5 - prachovitý písek, 6 - hlinitopísčité šterky, 7 - příměs šterku v zeminách, 8 - porušený vzorek z hloubky 20,0 m

spodnobadenského bazálního souvrství. Miocénní klastika v tomto prostoru zmapoval již Zapletal (1927) a jeho zakres je tedy věrnějším vystižením zdejších geologických poměrů, nežli zakres nové geologické mapy (Novák a kol. 1991), která zaznamenává v prostoru Malé Klajdovky mořský vápnitý jíl (tégel). Podle našich zkušeností se tégel objevuje pouze severně od Líšeňské ulice ve vrubové sníženině na jižním úpatí a úbočí Fredamu, tedy v podrobně dokumentovaném svážném terénu (Cerha 1982).

Svrchní poloha klastů na Malé Klajdovce v bezprostředním podloží sprašové série pravděpodobně

patří svahově přemístěnému fluviálnímu materiálu líšeňské terasy z lok. E4 (Karásek 1991). Svědčí o tom jednak výšková pozice povrchu fluviálních štěrků na obou lokalitách a jednak zmenšující se mocnost této svahové polohy na Malé Klajdovce směrem k V, tedy ve směru sklonu původního svahu (viz obr.). Tímto svahovým pohybem (creep?, soliflukce?) je postižena zřejmě i bazální část sprašové série, v níž vykazuje sprašová zemina značnou jílovitou příměs a postrádá charakteristickou texturu pravé spraše.

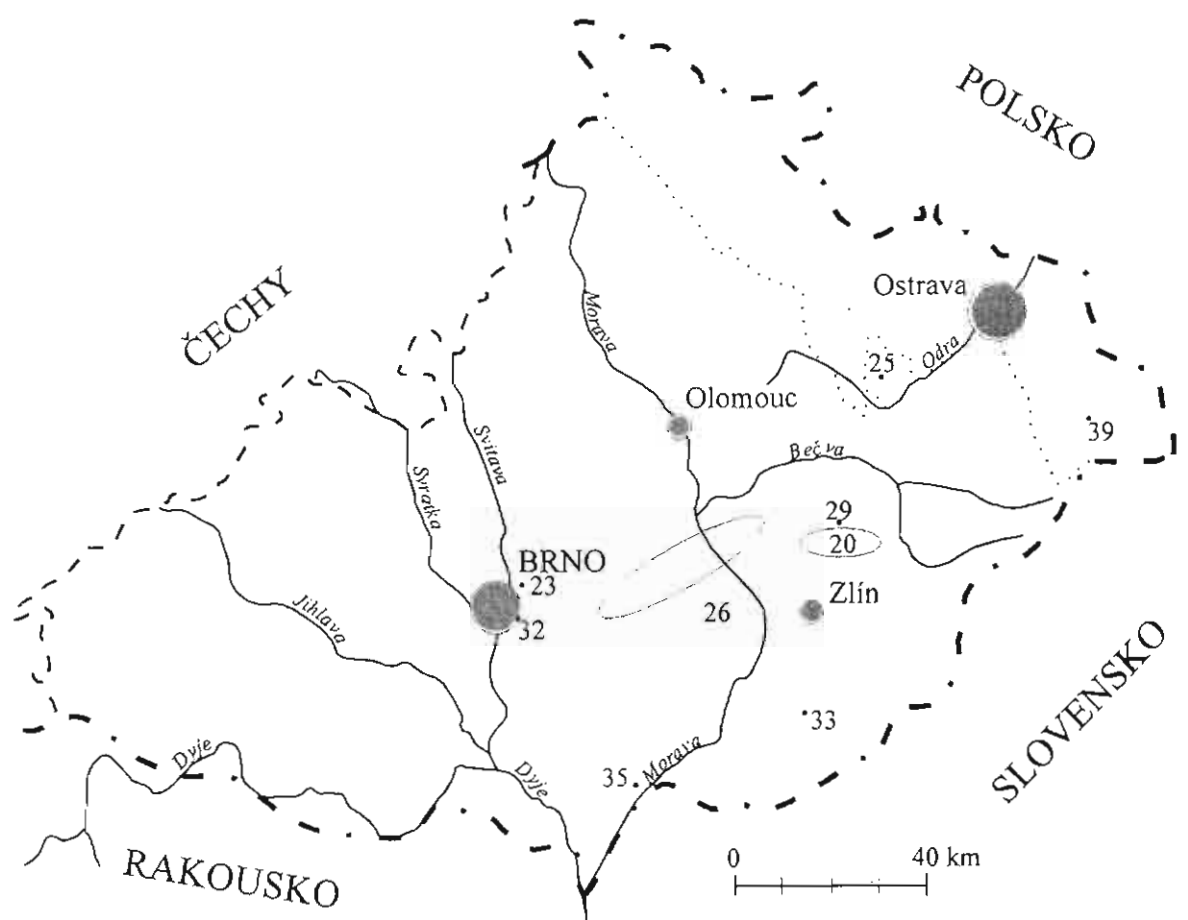
Pozn.: Při rekonstrukci ulice Líšeňská během II. světové války byl zhruba 200 - 300 m směrem od Malé Klajdovky k Brnu zastížen v zářezu silnice tégel, v jehož nadloží se nacházel ústřední slap (R. Musil).

Literatura

- Cerha, J. (1982): Svážné terény na území města Brna. - Sborník Brno a geologie, 88-91, Dům techniky Brno.
 Karásek, J. (1985): Zaniklé a zanikající odkryvy v Brně. - Zpr. vlast. Muz. 237, 1-6 Olomouc.
 Karásek, J. (1991): Morfostratigrafické postavení postbadenských štěrkopísků na území Brna. - MS, 1-145, PFF MU Brno.
 Musil, R. - Valoch, K. - Nečas, V. (1954): Pleistocenní sedimenty okolí Brna. - Anthropozoikum IV, 107-168, Nakl. ČSAV Praha.
 Novák, Z. a kol. (1991): Geologická mapa ČR 1:50 000, list 24-32 Brno. ÚÚG Praha.
 Pelíšek, J. (1953): Kvartér východního okolí Brna. - Anthropozoikum III, 7-28, Nakl. ČSAV Praha.
 Zapletal, K. (1927): Geologie a petrografie okolí brněnského. - Čas. Mor. zem. Mus. XXV, 67-111, Brno.

TERCIÉR A MEZOZOIKUM

TERTIARY AND MESOZOIC



BELOVEŽSKÉ SOUVRSTVÍ HOSTÝNSKÉ LITOFACIÁLNÍ ZÓNY MAGURSKÉHO FLYŠE V HOSTÝNSKÝCH VRŠÍCH

Beloveža Formation of the Hostýn lithofacial zone of the Rača Unit in Moravia

Miroslav Bubík¹, Oldřich Krejčí¹, Zdeněk Stráník¹, Lilian Švábenická²

¹ČGÚ, Leitnerova 22, 658 69 Brno

²ČGÚ, Klárov 3, 118 21 Praha 1

(25-14 Valašské Meziříčí)

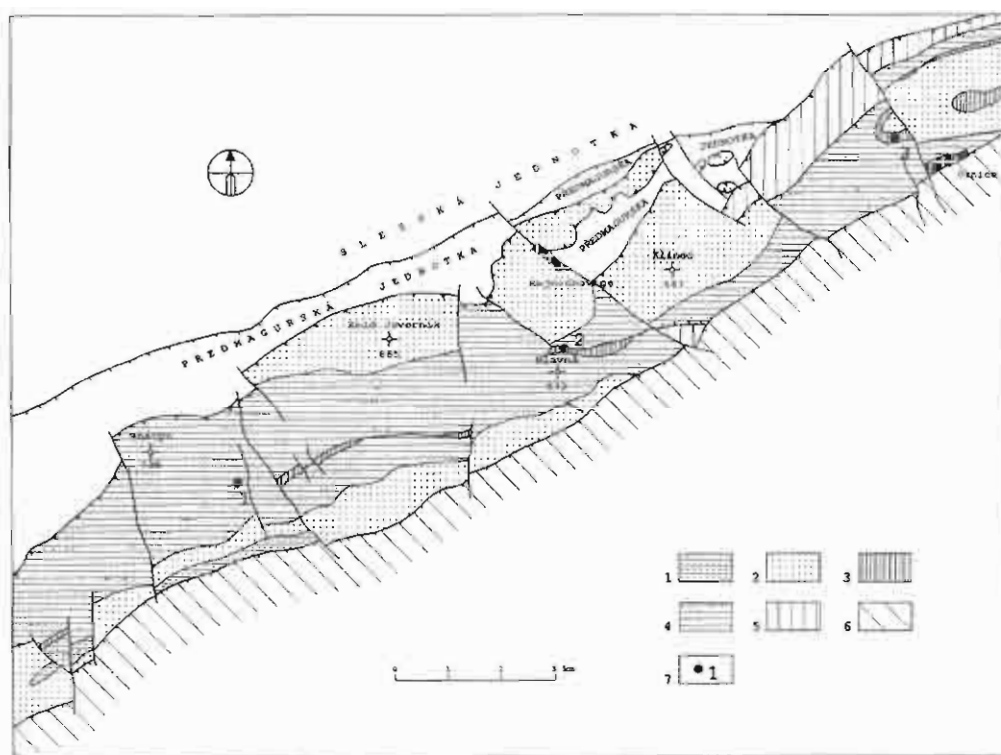
Key words: Carpathian Flysch, Magura group of nappes, Rača Unit, Beloveža Formation, Paleogene, lithostratigraphy, biostratigraphy

Abstract. The Beloveža Formation was newly observed in the Hostýn lithofacial zone of the Rača Unit at several localities in the Hostýnské vrchy Hills. Lithology and biostratigraphy of selected sections were studied. Stratigraphic range (Late Paleocene, ? basal part of Eocene) and thickness of the formation is reduced comparing with other lithofacial zones of the Rača and Bystřica units. In the Hostýn zone, the Hostýn Member of the Soláň Formation is underlying the Beloveža Formation, while the Rusava Member of Zlín Formation overlay it.

Hostýnská litofaciální zóna vymezená Peslem (1965) a Peslem, Krystkem (1965) v externí části račanské jednotky magurské skupiny přikrovů se vyznačuje oproti ostatním litofaciálním zónám račanské jednotky značně odlišnou litologií. Dokonale je vyvinuta v Hostýnských vrších. Pesl et al. (1981, 1987) vymezili v litostratigrafickém sledu hostýnské zóny od podloží do nadloží: spodní pestré vrstvy (=kaumberské souvrství), hostýnské souvrství, rusavské a újezdské vrstvy zlínského

souvrství. Belovežské souvrství, které je významným korelačním horizontem račanské a bystrické jednotky v podloží zlínského souvrství, Pesl et al. (l.c.) z hostýnské zóny neuvádějí.

Novými výzkumy v letech 1995 a 1996, prováděnými pro sestavení geologické mapy 1:50 000 list 25-14 Valašské Meziříčí (Stráník et al., v tisku), bylo belovežské souvrství zjištěno v hostýnské litofaciální zóně v lomu Říka u Chvalčova, na svahu Hlavné u Rajnochovic



Obr. 1 - Geologická skica hostýnské litofaciální zóny račanské jednotky v hostýnských vrších. Legenda: hostýnská zóna: 1 - vsetínské vrstvy, 2 - rusavské vrstvy, 3 - belovežské souvrství, 4 - hostýnské vrstvy; ostatní litofaciální zóny račanské jednotky: 5 - křivské pásmo nečleněné; 6 - zóna Tří kamenů nečleněná; 7 - studované lokality (1 - lom Říka, 2 - Hlavná, 3 - Oznice)

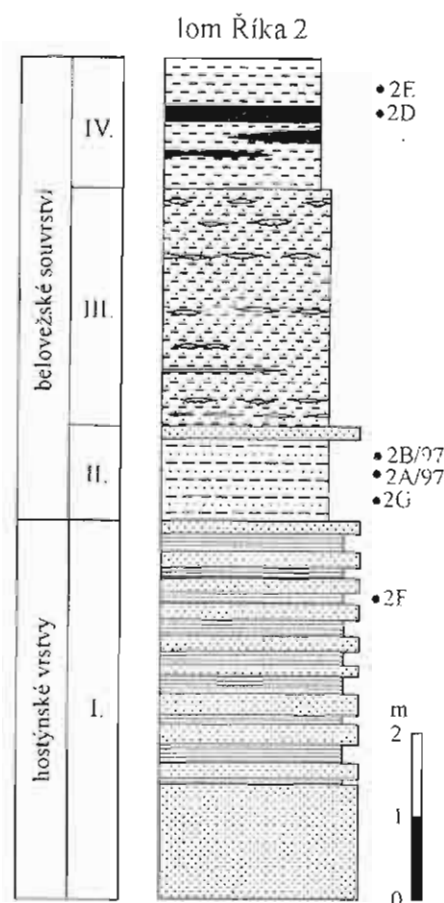
a u Oznice (viz obr. 1).

Lom Říka

Lom se nachází u Chvalčova po pravé straně říčky Bystřičky, nad ústím potoka Na Bystřičkách (d. b. 2, list 25-143). Začátkem roku 1996 došlo v lomu k masivnímu skalnímu řízení, kterým v horní části lomové stěny byly odkryty pestré jílovce, dosud skryté pod mocnými svahovinami. Vlastní lom byl založen v hostýnských vrstvách, které jsou tvořeny středně až hrubě rytmickým pískovcovým flyšem. Stratigrafický styk s belovežským souvrstvím je odkryt v místě zřícené stěny ve v. části lomu. Hranici mezi hostýnským a belovežským souvrstvím konvečně klademe na bázi sekvence II. (viz obr. 2), kde končí střednošedý flyš s převahou pískovců nad tmavošedými prachovci a začíná drobně rytmický flyš zastoupený střídáním zelenošedých prachovitých jílovců a jemnozrnných pískovců. Několik metrů výše se nacházejí polohy rudohnědých jílovců, které jsou pro belovežské souvrství charakteristické. Sekvence III. a IV. studovaného profilu jsou značně tektonicky postiženy (místa rozklouzány do drobných šupin). Nicméně tektonizovaný styk obou souvrství považujeme za normální, stratigrafický, bez větší redukce vrstev.

Z nejvyšší části hostýnských vrstev (viz obr. 2) byl z turbiditního prachovce odebrán vzorek, který poskytl relativně bohatou mikrofaunu. Kromě převažujících aglutinovaných foraminifer jako *Nothia* sp. (velmi hojně), *Rhabdammina* cf. *cylindrica* GLAES., *Glomospirella grzybowskii* (JURK.), *Trochamminoides dubius* (GRZ.), *Recurvoides gerochi* PFL., *R. pseudosymmetricus* KRASH., *Ammobaculites* ex gr. *agglutinans* (ORB.), *Trochammina* cf. *globigeriniformis* (J. et P.), atd. byl přítomen i korodovaný vápnitý benthos a plankton. Korodovaná schránka tvarově podobná druhu *Muricoglobigerina aquiensis* (L. et T.) spolu s *G. grzybowskii* svědčí pro stáří svrchního paleocénu.

Vzorek 2G ze sekvence II. (viz obr. 2) obsahoval relativně bohatý aglutinovaný benthos s *Caudammina* aff. *gigantea* (GER.), *Rzehakina minima* (C. et R.), „*Trochammina*“ sp. 4 sensu Bubík (1995), *Spiroplectammina spectabilis* (GRZ.), aj. Četnější plankton s *Acarinina nicoli* (MARTIN), ? *Muricoglobigerina aquiensis* (L. et T.), *Subbotina* cf. *triloculoides* (PLUM.) a *S. cf. triangularis* (WHITE) dokládá stáří v rozsahu biochronu zón P.5 až P.7 sensu Blow (1979), tedy svrchní paleocén až nižší spodní eocén. V polohách slabě vápnitých jílovců v sekvenci II. byl ve dvou vzorcích zjištěn vápnitý nanoplankton. Světle šedý slabě vápnitý a slabě prachovitý jílovec (vzorek 2A/97, viz obr. 2) obsahoval velmi chudé společenstvo s druhy *Heliolithus kleinpellii* SULL., *Toveius tovae* PERCH-N., *T. eminens* (BRAML. et SULL.) PERCH-N., *Ericsonia robusta*, *Thoracosphaera operculata* BRAML. et MART. a *Coccolithus pelagicus* (WALL.) SCHILL. Vzorek 2B/97 poskytl pouze tři exempláře druhu *Heliolithus kleinpellii*. Výskyt tohoto druhu je uváděn od báze zóny NP6 do spodní části NP9. Interval zón NP6 až NP9 je korelován se svrchním paleocénem (Martini 1971, Perch-Nielsen 1985). Vápnité nanofosílie tedy udávají shodné stáří jako planktonické



Obr. 2 - Lom Říka u Chvalčova, profil bází belovežského souvrství v nejvyšší části lomové stěny. Litologie: sekvence I.: střídání šedých střednozrnných vápnitých pískovců, a tmavošedých paralelně laminovaných nevápnitých prachovců; II. střídání jemnozrnných vápnitých pískovců a zelenošedých prachovitých nevápnitých jílovců; III. zelenošedé nevápnité prachovité jílovce s tenkými čočkovitými polohami prachovců a jemnozrnných pískovců; IV. zelenošedé a podřadně rudohnědé nevápnité jílovce

foraminifery. Navíc, hledem k absenci diskoasteridů, „masivních tělísek“ druhu *Heliolithus riedelii* a dalších indicií zón NP8 a NP9, lze vyslovit domněnku, že tyto sedimenty sekvence II. byly deponovány ve spodní části svrchního paleocénu (rozmezí zón NP6 - ?NP7).

V nejvyšší odkryté části belovežského souvrství označené jako sekvence IV. (vzorky 2C, 2D a 2E, viz obr. 2) byla zjištěna obdobná foraminiferová bentonitní fauna navíc s druhy *Rzehakina epigona* (RZ.), *R. cf. fissistomata* (GRZ.), *Kalamopsis grzybowskii* (DYL.), *Gerochammina conversa* (GRZ.), aj. Ojedinělý plankton reprezentují druhy *Morozovella angulata* (WHITE), *Acarinina* cf. *praeangulata* BLOW, *Subbotina* sp. a *Globigerinelloides* cf. *escheri* (KAUFM.).

Foraminiferová fauna z jílovců belovežského souvrství budí dojem pseudoasociací - směsi různě starých redepozic z bathyálu a autochtonních společenstev. Silná rekrytalizace a koroze kalcitových schránek svědčí o transportu redepozic pod CCD. Rovněž vápnité nanofosílie zastoupené pouze druhy s „masivní stavbou tělíska“ svědčí pro nepříznivé podmínky sedimentace a diagenese

(rozpuštění při redepozici pod CCD a mechanické poškození během transportu). Jílovce belovežského souvrství pravděpodobně nejsou autochtonními hemipelagity, ale spíše bahnotoky, jak o tom kromě redepozic svědčí i místy hojná písčitá přiměs.

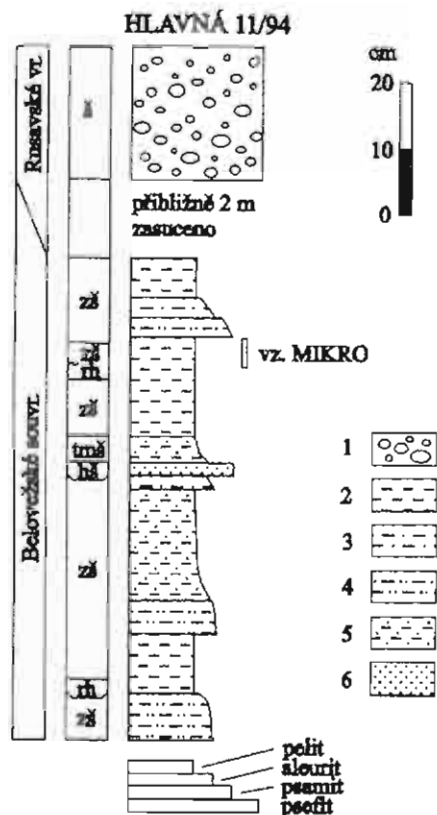
Hlavná

V zářezu lesní cesty na s. svahu Hlavné (k. 574 m) jižně od Rajnochovic, při ústí p. Rosošný do Juhyně je odkryto belovežské souvrství v podloží rusavských vrstev (d. b. 11/94 na listu 25-143). Vlastní kontakt je zakryt sutí. Belovežské souvrství bylo studováno v profilu jen 0,7 m mocném. Litologicky je lze charakterizovat jako pestrý jílovcovo-prachovcový flyš s převahou jílovců. Pesl et al. (1987) interpretovali výskyt těchto pestrých jílovců jako podmenilitové souvrství předmagurské jednotky, vystupující v tektonickém okně.

Ze zelenošedých a rudohnědých jílovců (viz obr. 3) byla získána fauna aglutinovaných foraminifer s *Rhabdammina cylindrica* GLAES., *Kalamopsis grzybowskii* (DYL.), *Glomospira diffundens* C. et R., *Rzehakina spiroloculinoides* M.-G., *R. epigona* (RZ.), *Spiroplectammina spectabilis* (GRZ.), *Karrerulina coniformis* (GRZ.), *Recurvoides anormis* (MJATL.) aj. Výskyt rzehakin dokládá, že sedimenty nejsou mladší než paleocén. Ojedinelý výskyt *Reophax cf. nodulosus* BR. indikuje nejvyšší paleocén.

Oznice

Brachysynklinální uzávěr rusavských vrstev zsz. od Oznice je lemován belovežským souvrstvím ve vývoji drobně až středně rytmického flyše. Charakterizují je rudohnědé a zelené vzájemně smouhované nevápnité jílovce, které uzavírají lavice 30 - 65 cm silné jemno- až hrubozrných pískovců. Rudohnědé jílovce byly studovány na dvou výchozech v rokli pravého přítoku potoka Ozničky. První výchoz (d. b. 18/95, list 25-144) poskytl aglutinované foraminifery *Glomospirella grzybowskii* (JURK.), *Caudammina ovuloides* (GRZ.), *C. velascoensis* (CUSH.), *Rzehakina epigona* (RZ.), *Plectrorecurvoides parvus* KRASH., *Haplophragmoides walteri* (GRZ.), *Spiroplectammina spectabilis* (GRZ.) aj., dokládající paleocénní stáří. Rudohnědé jílovce z dalšího výchozu (d. b. 19/95) poskytly odlišné společenstvo s dominující *Glomospira charoides* (J. et P.) doprovázenou úlomky *Rhabdammina cylindrica* GLAES. a dalšími ammodiscidy: *Glomospira gordialis* (J. et P.), *G. glomerata* (GRZ.), *Ammodiscus bornemanni* (RSS.), *A. cretaceus* (RSS.). Podíl všech glomospir ve společenstvu se blíží 90% (*G. charoides* asi 65%). Takováto společenstva bývají v



Obr. 3 - Hlavná, profil nejvyšší části belovežského souvrství při kontaktu s rusavskými vrstvami. Barva sedimentu: zš - zelenošedý, rh - rudohnědý, tmš - tmavošedý, hš - hnědošedý; Litologie: 1 - konglomerát, 2 - jílovce (hemipelagické), 3 - prachovce, 4 - písčité prachovce, 5 - prachovité jílovce, 6 - prachovitý pískovec; všechny horniny jsou nevápnité

karpatském flyši zpravidla vázána na spodní eocén (srovnej akmezóna *Glomospira* sp. div. sensu Morgiel a Olszewska 1981). Spolehlivé indexové druhy nicméně chybí.

Závěr

Výše uvedená pozorování jednoznačně dokládají, že belovežské souvrství charakterizované pestrými jílovci je zastoupeno rovněž v hostýnské litofaciální zóně račanské jednotky. Podloží jsou hostýnské vrstvy soláňského souvrství, nadloží rusavské vrstvy zlínského souvrství. Na studovaných výchozech bylo prokázáno stáří belovežských vrstev v rozsahu svrchní paleocén až (?)nejnižší eocén, zatímco v sousední zóně Tří kamenů má souvrství rozpětí paleocén - nižší svrchní eocén. Mocnost belovežského souvrství v hostýnské zóně je silně redukována a zřejmě nepřesahuje několik málo desítek metrů.

LITERATURA

- Blow, W. H. (1979): The Cainozoic Globigerinida. Volume I - III. - E. J. Brill, 1413 pp. Leiden.
Bubík, M. (1995): Cretaceous to Paleogene agglutinated foraminifera of the Bílé Karpaty unit (West Carpathians, Czech Republic). - In: Kaminski, M. A., Geroch, S., and Gasinski, M. A. (eds): Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera, Krakow Poland, September 12 - 19, 1993. - Grzybowski Foundation Special Publication no. 3, 71 - 116. Kraków.

- Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quarternary calcareous nannoplankton zonation. - Proc. II. Plankt. Conf., Roma, 1970, 2, 739 - 785. Roma.
- Morgiel, J. - Olszewska, B. (1981): Biostratigraphy of the Polish External Carpathians based on agglutinated foraminifera. - Micropaleontology, 27, 1, 1 - 30. New York.
- Perch-Nielsen, K. (1985): Cenozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H. M. - Saunders, J. B. - Perch-Nielsen, K. (Eds.): Plankton stratigraphy. - Cambridge University Press, 427 - 554. Cambridge.
- Pesl, V. - Krystek, I. (1965): Ergebnisse der Fazialanalyse und sedimentologischen Studien im Paläogen des westlichen Teils der Magura-Flysch-Gruppe (Westkarpaten). - Geol. Rundschau, 55, 643 - 656. Stuttgart.
- Pesl, V. et al. (1981): Vysvětlivky k Základní geologické mapě ČSSR 1 : 25000, 25-143 Jablůnka. - MS, Archiv ČGÚ, Praha
- Pesl, V. et al. (1987): Vysvětlivky k Základní geologické mapě ČSSR 1 : 25000, 25-144 Jablůnka. - MS, Archiv ČGÚ, Praha
- Pesl, V. (1965): Litofaciální zóny spodního oddílu paleogénu ve vnějších jednotkách západní části magurského flyše. - Sbor. geol. Vied, ZK, 3, 179-212. Bratislava
- Stráňík, Z. et al. (v tisku): Geologická mapa ČR 1 : 50000, 25-14 Valašské Meziříčí. - Český geologický ústav, Praha.

RELIKTY PŘEDMIOCENNÍCH ZVĚTRALIN V LOMU NA HÁDECH

Relics of the pre-Miocene weathering products in the quarry „Hády“
(Brno)

David Buriánek, Zdeněk Dolníček

Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PŘF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

(24-32 Brno)

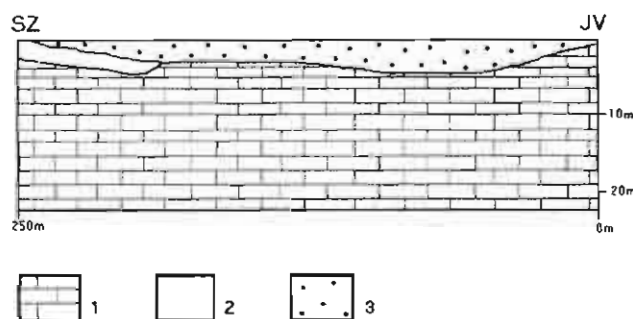
Key words: weathering, Tertiary, heavy minerals, chemical composition

S předmiocenními zvětralinami se setkáváme na mnoha místech jižní Moravy (Zeman 1980). V poslední době byla další jejich lokalita objevena na jižním okraji Hádské plošiny (R. Musil, ústní sdělení). Sedimenty miocenního stáří, ležící diskordantně na paleozoických hádsko-říčských vápencích (svrchní devon - spodní karbon) i na jurských (oxford) sedimentech (viz obr. 1), jsou odkryty na nejvyšším patře lomu Maloměřických cementáren (Kuboš 1982). V dlířích nerovnostech zvětralého povrchu vápenců se zachovaly zelenošedé vápnité jílovce. Nad nimi je až 9 m mocné souvrství polymiktních slepenců s vápnitým tmelem, na jehož bázi byly nalezeny pestře zbarvené přelavené zvětrality.

Jde o červeně zbarvené štěrky, více či méně zpevněné kalcitovým tmelem, takže neostře přecházejí do nadložních šedobíle zbarvených slepenců. Obě barevné variety se neliší složením psefitického podílu, který je tvořen dobře zaoblenými valouny o průměrné velikosti 2 - 3 cm. Petrograficky jsou valouny tvořeny z 80% křemenem a biotitickými granodiority brněnského masívu. Dále méně jsou zastoupeny tmavé vápence a rohovce, patrně paleozoické (hádsko-říčské vápence a jejich rohovce) a světlé vápence a rohovce jurské. Dále byly nalezeny blíže

neurčené jílovce a kulmské horniny (droby a pískovce). Jen v podružném množství se vyskytují žilné horniny a metamorphy. Zajímavým fenoménem je výskyt kalcitových konkrécií, velmi podobných cicvárům. Jejich vznik patrně souvisí s kalcifikací původních štěrků.

Valouny některých hornin nesou známky silného navětrání. Výrazné je to zejména u granodioritů, jejichž živce jsou zcela kaolinizovány, a u vápenců. Oproti tomu



Obr. 1 - Schematický profil východní polovinou nejvyšší etáže lomu na Hádech (podle Kuboše 1982). 1 - zvrásněné devonské vápence 2 - jurské vápence 3 - miocenní sedimenty

na metamorfitech toto postižení viditelné není. Bylo by to možno vysvětlit tím, že v případě metamorfitů jde o valouny resedimentované z kulmských slepenců.

O silném zvětrání matečných hornin svědčí i asociace těžkých minerálů. Převládají v ní velmi stabilní nerosty, jako je zirkon, rutil či granát. Složení průhledné frakce těžkých minerálů je v tabulce 1. Apatit nebyl vzhledem k technologii přípravy vzorků nalezen.

Původ většiny zirkonu, titanitu a epidotu je třeba hledat v granodioritech, ostatní minerály bývají součástí těžkého podílu hlavně kulmských hornin. Není také možné zanedbat vliv paleozoických a mezozoických vápenců.

Dalším indikátorem výrazného zvětrání je chemické složení horniny. Po rozpuštění kalcitického tmelu ve zředěné kyselině chlorovodíkové bylo zjištěno pouze 15,4% nerozpustného zbytku. Ten je z 19,5% tvořen psamitickou složkou, zbytek připadá na pelitický podíl. Orientační analýza této frakce je v tabulce 2. Rozpočítáním uvedené analýzy vychází následující minerální složení tohoto „jílu“: 10,1% kaolinit, 42,2% křemen a 47,7% limonit o složení přibližně $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ [neboli $\text{FeOOH} \cdot \text{Fe}(\text{OH})_3$]. Vzhledem k nehomogennímu složení popisované horniny (kolísání obsahu pigmentu, rozdílná intenzita kalcifikace, variace valounového složení apod.) lze předpokládat, že se zastoupení jednotlivých složek různí. Uvedené složení je tedy pouze informativní.

Na základě těchto údajů předpokládáme, že šterky a slepence na bázi miocenního souvrství vznikly kalcifikací přeplavených produktů intenzivního chemického zvětrávání, které probíhalo před miocénem (křída až

zirkon	34,8
rutil	20,2
granát	19,7
turmalín	9,3
epidot	8,8
staurolit	3,6
kyanit	3,1
titanit	0,5

Tab. 1

Al_2O_3	3,73
Fe_2O_3	36,3
SiO_2	44,4
H_2O	8,5

Tab. 2

Tab. 1 - Procentuální zastoupení průsvitných těžkých minerálů ve slepencích

Tab. 2 - Chemická analýza pelitické složky slepenců

paleogén). Ze složení valounového materiálu je zřejmé, že snosová oblast se nacházela v bezprostředním okolí dnešních výskytů sedimentů, neboť obsahují horniny ze všech okolních geologických jednotek. Nejvýrazněji se projevil přínos granodioritů z brněnského masívu, kromě nich však byly erodovány i sedimenty paleozoika a mezozoika. Rovněž složení těžké frakce indikuje smíšení těžkých minerálů z hornin okolních geologických celků; je však možno uvažovat i o redepozici ze starších zvětralin.

Nejisté je postavení vápnitých jílovců popisovaných Kubošem (1982), jejichž nález se však nepodařilo zopakovat.

Literatura:

- Kuboš, J. (1982): Paleontologické nálezy jury a miocénu na Hádech u Brna a jejich vyhodnocení. - MS, kat. geol. pal. PřF UJEP, 114 s. Brno.
- Zeman, A. (1980): Předmiocenní reliéf a zvětralin v oblasti karpatské předhlubně a moravských Karpat při vyhledávání ložisek nafty a plynu. - Věst. Ústř. Úst. geol., 55, 6, 357 - 366. Praha.

JERLOCHOVICKÉ STĚNY - NOVÁ CHRÁNĚNÁ LOKALITA V OKRESU NOVÝ JIČÍN

Jerlochovické stěny - a new protected locality in the Nový Jičín District

Mojmír Eliáš

Český geologický ústav, Klárov 3, Praha 1, 118 21; elias@cgu.cz

(15-34 Bilovec)

Key words: protected locality, Lower Badenian, Carpathian Foredeep

Okres Nový Jičín leží z geologického hlediska v zajímavém území na styku Českého masívu a Západních Karpat. I když je poměrně hustě osídlený a zemědělsky využívaný, najdeme v něm řadu význačných geologických lokalit, které si zaslouží plnou ochranu. Jednou z nich jsou Jerlochovické stěny, které leží na z. okraji Fulneku a odkrývají bazální klastika spodního badenu karpatské předhlubně.

Návrh na ochranu této lokality jsme vypracovali společně s referátem životního prostředí OÚ Nový Jičín a ZO ČSOP 70/1 ve Fulneku.

Výchozy spodního badenu na severní Moravě a ve Slezsku jsou poměrně vzácné. Proto jsme navrhli Jerlochovické stěny k ochraně v kategorii přírodních památek. Tato lokalita leží v levém údolním svahu bezejmenného levostranného přítoku Husího potoka na v. okraji města Fulneku, v městské části Jerlochovice. Území přírodní památky zahrnuje stěny občas těžené pískovny a její nerovné, zčásti zarostlé dno se zbytky po těžbě.

Stěny o výšce 7-12 m odkrývají v délce asi 150 m písčitou facií bazálních vrstev spodního badenu v celkové mocnosti asi 25 m. V nyní nejlépe odkryté sz. stěně vystupuje asi 10 m mocný vrstevní sled vrstev jemno- až střednozrnných vápnitých jílovitých písků s podřízenými čočkami až vrstvami středo- až hrubozrnných vápnitých jílovitých (drobových) pískovců.

Jemno- až středozrnné vápnité jílovité pisky jsou šedé až hnědošedé, rezavě hnědě navětralé, homogenně nebo laminované zvrstvené. Tvoří vrstvy 10 - 95 cm mocné. Laminace je v těchto vrstvách přímá, méně často zvlněného průběhu. Některé vrstvy písků jsou ve spodní části homogenně, ve vyšší části laminovaně zvrstvené. Některé vrstvy jsou laminované v celé své mocnosti.

Do sledu těchto středo- až jemnozrnných písků se nepravidelně vkládají zpravidla 2 - 7 cm mocné ploše čočkovité polohy tmavě šedého středo- až hrubozrnného vápnitého jílovitého (drobového) pískovce, masivního, všesměrně zrnitého, nepravidelně kusovitě deskovitě odlučného. Čočky těchto pískovců je možno sledovat v popisované stěně zpravidla na délku 2 - 3 m, ojediněle na více než 25 m. Spodní vrstevní plochy těchto čočkovitých

poloh jsou ostré, v některých vrstvách se zahloubenými koryty až 10 cm hlubokými. Směrem do nadloží tyto pískovcové vrstvy buď přecházejí pozvolně do písků nebo jsou od nich odděleny výraznější hranicí.

V j. části sv. stěny o výšce 8 - 10 m je odkryt průřez 3 m vysokého a 25 m dlouhého baru, složeného z vrstev hnědošedého, rezavě hnědě zvětralého, jemno až střednozrnného vápnitého pisku až pískovce, zčásti laminovaného. Úklon vrstev v tomto tělese je 25-27° k S a ostře kontrastuje se subhorizontálním uložením vrstev v celém výchozu. Směrem do nadloží se úklon vrstev postupně vyrovnává a barová struktura směrem do nadloží postupně zaniká.

Czudek - Cicha (1962) popsali jerlochovické uložení z biofaciálního hlediska jako mělkovodní vývoj bazálního spodního badenu. Sedimentologický výzkum potvrdil tuto interpretaci. Popisované uložení je možno interpretovat jako mělkovodní, litorální nebo sublitorální, vzniklé pod vlivem vlnění, zčásti pravděpodobně bouřkového, které se usadily v jednom z bočních údolí spodnobadenské předhlubně.

Tato lokalita je jedním z nejlepších výchozů bazálních písků spodního badenu na severní Moravě a proto si zaslouží plnou ochranu. Nerovný písčité povrch, který tvoří dno lomu, se stal stanovištěm specifického rostlinného společenstva, které je pro jeho vzácnost rovněž nutné chránit.

Jerlochovické stěny jsou významné nejen proto, že nám umožňují lépe pochopit sedimentační prostředí bazálního spodního badenu. Jejich význam je širší. Jsou součástí geomorfologicky nápadného pásma skalních výchozů spodnobadenských klastik, které se táhne přes celý Fulnek. Tato klastika představují relikty původní spodnobadenské výplně údolí, které se zařizlo na rozhraní karpát a spodního badenu do spodnokarbonských drob a břidlic dnešních Oderských vrchů. Toto těleso spodnobadenských klastik svým tvarem představuje modelový příklad morfologie a výplně „výmolů“ - bočních údolí, která ústila z boku do vlastní spodnobadenské předhlubně. Jerlochovické stěny tedy dokumentují nejen povahu spodnobadenských uložení, ale v širších vztazích i vývoj okolního území ve spodním badenu.

Literatura

Czudek, T. - Cicha, I. (1962): K rozšíření tortonu ve východní části Nizkého Jeseníku. - Věst. Ústř. Úst. geol. 37, 3, 183 - 190. Praha.

GEOMETRICKÁ ANALÝZA NEOGENNÍCH ŠTĚRKŮ NA NĚKOLIKA LOKALITÁCH VE STŘEDNÍ ČÁSTI KARPATSKÉ PŘEDHLUBNĚ

Geometric analysis of the Neogene gravels at some sites in the central part of the Carpathian Foredeep

Josef Havíř

Ústav fyziky Země PřF MU Brno, Ječná 29a, 612 46 Brno, e-mail: havir@ipe.muni.cz

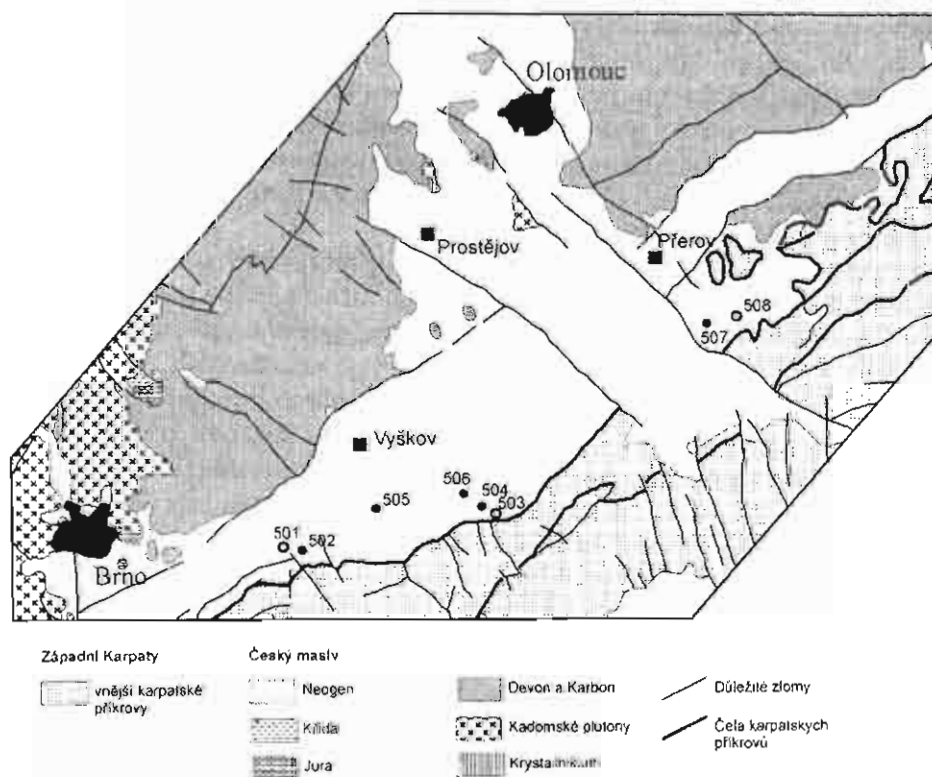
(24-43 Šlapanice; 24-44 Bučovice; 24-42 Kojetín; 25-13 Přerov)

Key words: Carpathian Foredeep, Neogene gravels, strain analysis

Neogenní sedimenty karpatské předhlubně vznikající před čelem vnějších karpatských příkrovů byly ve své východní části pod tyto příkrovy také podsouvány. Postup karpatských příkrovů tak mohl vést k projevům kompresní deformace v neogenních sedimentech před čelem příkrovů. O zvrásnění karpatských štěrků (zvýšení sklonu ploch vrstevnatosti) u Nítkovic na jižních svazích Litenčických vrchů informuje například Štos (1978). V tomto regionu byl také v pískovně mezi Litenčicemi a Nítkovicemi, umístěné ve velmi malé vzdálenosti od současného čela karpatských příkrovů, nalezen vějíř mikrozlomů se zřetelnou přesmykovou složkou pohybu. Na několika lokalitách neogenních štěrků ve střední části karpatské předhlubně byla proto vyšetřována

geometrickými metodami vnitřní stavba štěrků, ve snaze ověřit možnost jejich případného ovlivnění kompresí.

Vnitřní stavba štěrků byla studována na pěti lokalitách (obr.1). Dvě lokality (504 a 508) byly umístěny v nítkovických štěrcích, na lokalitě u Kostelce u Holešova byly sledovány holešovské štěrky. Jak nítkovické tak i holešovské štěrky jsou řazeny do karpátu. Pro srovnání byla měřena orientace a tvar valounů také na dvou lokalitách bádenských štěrků u Němčan a u Bohdalic. Podle Krystka (1974) se na těchto lokalitách jedná o lutrštécké štěrky a jejich ekvivalenty. Na všech lokalitách byly měřeny třírozměrné orientace hlavních os valounů a jejich tvar a z těchto dat byl metodou Shimamoto - Ikeda (1976) počítán tzv. elipsoid „konečné stavby“.



Obr. 1 - Plánek studovaných lokalit ve střední části karpatské předhlubně, plnými kolečky jsou znázorněny lokality neogenních štěrků, na kterých byla aplikována geometrická analýza vnitřní stavby

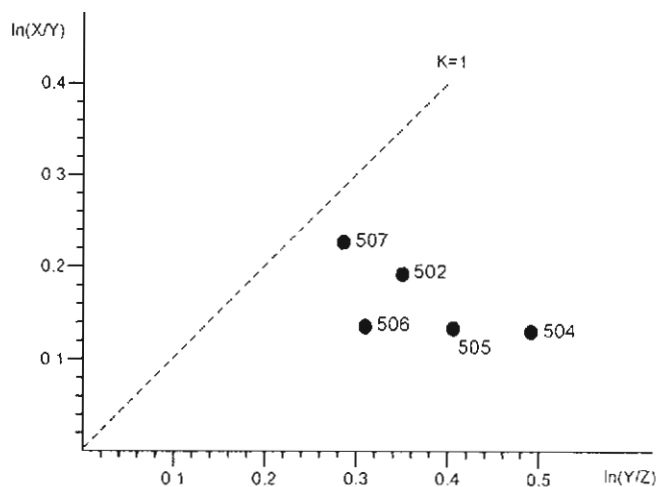
Všechny elipsoidy konečné stavby zjištěné geometrickou analýzou valounů neogenních štěrků mají výrazný oblátní tvar. Krátké osy elipsoidů konečné stavby svírají s normálou vrstevnatosti úhel 15-36°, ve většině případů se tento úhel pohybuje kolem 30°. Jak orientace krátkých os tak i oblátní tvar elipsoidů konečné stavby jsou ve shodě s imbrikací a šikmým zvrstvením, které bylo v neogenních sedimentech karpatské předhlubně již v minulosti detailněji studováno jinými autory (např. Krystek 1974; Štos 1978). Dlouhé osy elipsoidů se svou orientací na různých lokalitách vzájemně dosti liší. Důvodem mohou být rozdílné směry proudění a sklonu dna během sedimentace, které zřejmě dominantním způsobem ovlivnily vnitřní stavbu štěrků. Zajímavá je ale velmi strmá orientace dlouhé osy elipsoidu konečné stavby (a také velký sklon plochy vrstevnatosti dosahující 38-48°) z lokality 504 (sv. od Nítkovic) ležící v přibližně kilometrové vzdálenosti od současného čela karpatských příkrovů.

Překvapivá je výrazná anizotropie tvaru všech elipsoidů konečné stavby zjištěných geometrickou analýzou valounů neogenních štěrků (obr.2). Pozornost budí zejména elipsoid konečné stavby karpatských štěrků z lokality 504 (sv. od Nítkovic), který anizotropií svého tvaru zřetelně předstihuje všechny ostatní elipsoidy konečné stavby neogenních štěrků. Podíl střední a krátké osy dosahuje až hodnoty 1.64.

Na většině lokalit neogenních štěrků nelze na základě geometrické analýzy předpokládat žádný vliv duktilní deformace na vnitřní stavbu. Výjimkou je pouze lokalita 504, sv. od Nítkovic. Malá vzdálenost lokality 504 (sv. od Nítkovic) od čela karpatských příkrovů, strmá vrstevnatost a strmá orientace dlouhé osy elipsoidu konečné stavby zde studovaných štěrků, orientace krátké osy ve směru S-J až SSZ-JJV (tj. téměř kolmo k orientaci čela karpatských příkrovů v tomto regionu) a konečně silně zploštělý oblátní tvar elipsoidu konečné stavby, to vše budí podezření na možný vliv komprese na vnitřní stavbu karpatského štěrku na této lokalitě. Těžko lze počítat s deformační změnou tvarů valounů v ne zcela zpevněném sedimentu, zmíněná komprese se mohla projevit pouze rotací rigidních částic plovoucích ve viskózní matrixi.

V řezu kolmém na střední osu byl na data získaná z lokality 504 aplikován dvourozměrný χ^2 -test shody souboru dat s modelem původně náhodně orientované sady dat ovlivněné duktilní deformací za předpokladu rigidní rotace částic. Pro test byla předpokládána subhorizontální jednoosá komprese (prostý stříh) ve směru zhruba kolmém na průběh čela karpatských příkrovů v blízkosti lokality, tedy ve směru přibližně 170°. Stejný test byl aplikován také na data z lokality 506 (severně od Nítkovic), která reprezentuje také nítkovické štěrky, jako lokalita 504, ale ve větší vzdálenosti od čela příkrovů.

Třebaže částice v třírozměrném prostoru svůj tvar nemění, při rotaci se stáčí do roviny řezu různými průřezy, což se v R/ϕ grafu projeví změnami elipticity průřezů a tedy určitou „falešnou“ změnou tvaru. Pohyb rigidní elipsoidální částice při deformaci je velmi složitý a silně závisí na tvaru částice a na její orientaci v prostoru, nelze

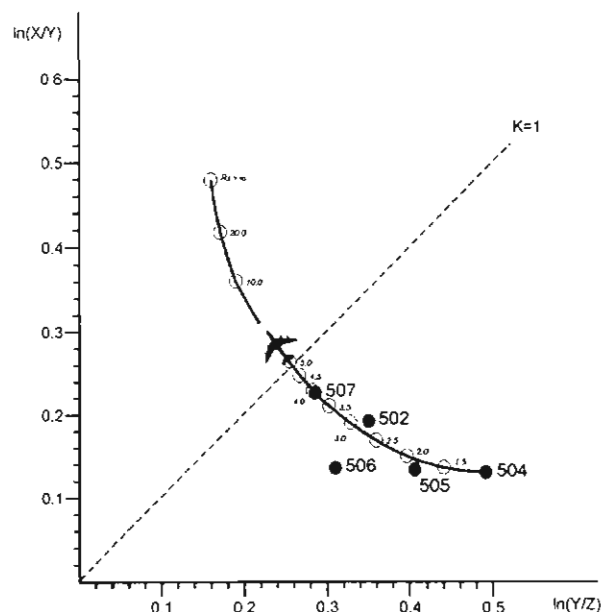


Obr. 2 - K-graf tvarů elipsoidů „konečné stavby“ reprezentujících charakter vnitřní stavby neogenních štěrků

jej tedy simulovat jen na základě dvourozměrných dat. Třírozměrné prostorové simulace pohybu rigidních elipsoidálních částic při laminárním proudění vycházejí z Jefferyho rovnic (1922), které jsou bohužel v současnosti řešitelné jen pro zjednodušené případy obecných rotačních elipsoidů a tříosých elipsoidů s konstantními poměry délek. Proto bylo nutné nahradit valouny při aplikaci χ^2 -testu nikoli tříosými elipsoidy, ale elipsoidy rotačními, což může vést k určitým odchylkám simulovaného pohybu částic od reality. Tyto odchylky mohou být významné především při deformaci jednoduchým stříhem (Ježek et al. 1994), v případě deformace prostým stříhem jsou rozdíly méně výrazné.

χ^2 -test byl na lokalitě 506 jednoznačně negativní. V případě lokality 504 bylo sice zjištěno minimum hodnoty χ^2 okolo hodnoty $R_s = 1.8$, avšak hodnoty χ^2 zůstaly nad kritickou úrovní. V případě neogenních štěrků karpatské předhlubně ale nelze zcela zanedbat vliv původní depoziční stavby. Naopak, jak svědčí tvary elipsoidů konečné stavby z ostatních lokalit mimo lokalitu 504, usměrnění valounů je i při depoziční stavbě významné. Proto byl model při aplikaci χ^2 -testu dále upravován s ohledem na možnost původní přednostní orientace. Při předpokladu původního usměrnění srovnatelného s usměrněním valounů na ostatních lokalitách pak hodnoty χ^2 -testu klesají v minimu $R_s = 1.7-1.9$ pod kritickou mez. K podobnému efektu je možné dospět také při záměně jednoosého stlačení za model prosté deformace s horizontální osou komprese a vertikálním roztažením. Výsledky dvourozměrné statistické analýzy tak připouští možnost vlivu deformace na lokalitě 504.

Současně byla také sledována změna tvaru elipsoidu konečné stavby na lokalitě 504 při postupném odstraňování jednoosé komprese ve směru 170°. Deformační dráha elipsoidu konečné stavby z lokality 504 probíhá v K-grafu přímo přes místo, které zaujímají body reprezentující tvar ostatních elipsoidů (obr.3). Ke tvaru ostatních elipsoidů se elipsoid konečné stavby z lokality 504 přiblíží při výše zmíněném charakteru deformace již při hodnotě $R_s = 1.8$. Také tato skutečnost ukazuje, že deformaci jednoosým



zkrácením nelze ve štěrcích z lokality 504 vyloučit.

V neogenních sedimentech karpatské předhlubně nebyl tedy na většině lokalit zjištěn žádný podstatný vliv deformace. Pouze geometrická analýza karpatských nítkovických štěrků na lokalitě 504 nevyloučila vliv jednoosé komprese na vnitřní stavbu štěrku. Tato komprese nejspíše souvisela s tlakem působícím před čelem vnějším karpatských příkrovů při jejich dosouvání. Na druhé lokalitě nítkovických štěrků (lokalita 506), která je od současného průběhu čela karpatských příkrovů více vzdálena, však již žádné známky komprese zjištěny nebyly. Vliv komprese je tedy pravděpodobně omezen pouze na prostor v těsné blízkosti současného průběhu čela karpatských příkrovů.

Obr. 3 - Deformační dráha elipsoidu konečné stavby z lokality 504 (sv. od Nítkovic) při postupném odstraňování jednoosé komprese ve směru 170°

Literatura:

- Jeffery, G. B. (1922): The motion of ellipsoidal particles immersed in a viscous fluid. - Proc. R. Soc. London, Ser. A, 102, 161-179. London.
- Ježek, J. et al. (1994): The behaviour of rigid triaxial ellipsoidal particles in viscous flows-modeling of fabric evolution in a multiparticle systém. - Tectonophysics, 229, 165-180. Amsterdam.
- Krystek, I. (1974): Výsledky sedimentologického výzkumu sedimentů spodního bádenu v karpatské předhlubni (na Moravě). - Folia Univ. Purkyn. Brun., Geol. 15, 8. Brno.
- Štos, P. (1978): Nítkovické štěrky a jejich srovnání s ostatními hrubými klastiky karpátu a karpatské předhlubně na Moravě. - MS dipl. práce Kat. geol. paleontol. PřF UJEP Brno.
- Shimamoto, T. - Ikeda, Y. (1976): A simple algebraic method for strain estimation from deformed ellipsoidal objects I. Basic theory. - Tectonophysics, 36, 315-337. Amsterdam.

VÝSLEDKY STUDIA DETRITICKÝCH GRANÁTŮ KŘÍDOVÝCH SEDIMENTŮ RAČANSKÉ JEDNOTKY MAGURSKÉ SKUPINY

The results of study of the detrital garnets from the Cretaceous sediments of the Rača Unit of the Magura Group (Outer Carpathians)

¹Jiří Otava, ²Petr Sulovský, ¹Oldřich Krejčí

¹ČGÚ, Leitnerova 22, 658 69 Brno

²Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

(25-14 Valašské Meziříčí)

Key words: *Gault Flysch, Kaumberg Fmt., sandstones, detrital garnets, provenance*

Úvod

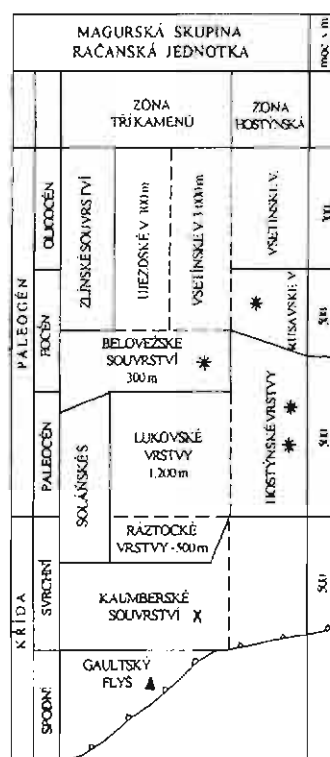
Ve druhé etapě studia klastických granátů pískovců račanské jednotky magurské skupiny byla pozornost soustředěna na rozšíření stratigrafického rozsahu sledované sedimentární sekvence. První etapa studia, která proběhla v roce 1996, zahrnovala pouze paleogenní pískovce, konkrétně paleocénu-eocénu hostýnských vrstev, dále eocénu rusavských vrstev hostýnské zóny a paleocénu-eocénu belovežského souvrství zóny Tří kamenů. Předkládaná zpráva shrnuje a interpretuje výsledky analýz klastických granátů křídových pískovců račanské jednotky magurského flyše. Vzorkovány byly pískovce gaultského flyše z lokality Salajka (hauteriv - alb) a pískovce kaumbergského souvrství (cenoman - maastricht) na lokalitě Na Tesáku.

Zhodnotíme-li stručně časoprostorové rozšíření objektu studia ve druhé etapě, pak dospějeme ke zvýšení odhadované mocnosti sledovaného sedimentárního sledu z 1000 m na 1500 m, časově se jedná o zvýšení rozsahu z cca 28 MA na cca 80 MA.

Celkem bylo analyzováno na elektronovém mikroanalýzátoru CamScan 44 klastických granátů jednobodově v centru (P. Sulovský). Silikátové analýzy byly přepočteny pomocí programu Mincalc a znázorněny zcela analogicky s první etapou výzkumu granátů, tj. do složených ternárních diagramů. Relativně nižší množství analyzovaných zrn souvisí především s chudším zastoupením granátů ve starších sedimentech.

Metodika

Bylo použito stejných postupů jako v první etapě výzkumu, a to jak v přípravě preparátů, tak při jejich analyzování, znázorňování a interpretaci, proto můžeme odkázat na tuto zmíněnou zprávu (Otava-Krejčí-Sulovský 1997). Pro větší názornost byly doplněny sloupcové diagramy koncových granátových členů pro jednotlivé soubory.



Obr. 1 - Pozice studovaných křídových pískovců ve stratigrafickém schématu račanské jednotky magurské skupiny: křížek = lokalita Na Tesáku, kaumbergské souvrství, cenoman-maastricht, plný trojúhelník = lokalita Salajka, gaultský flyš, hauteriv-alb, hvězdičky = paleogenní pískovce analyzované v první etapě a zhodnocené v práci (Otava, Krejčí, Sulovský 1997)

Důležitou zkušeností, která vyplynula z interpretací bohatších souborů klastických granátů v první etapě, je poznání, že centra analyzovaných klastů patrně vůbec nepředstavují (až na vzácné výjimky) centra primárních granátů. K tomuto závěru nás vedly některé podezřelé dokonale liniově uspořádané body v ternárních diagramech, anebo ještě názorněji ve sloupcových diagramech.

Nejlogičtější vysvětlením se zdá být předpoklad rozpadu původně zonárních zrn. Při dostatečném množství analyzovaných klastů (desítky až stovky) se pak mohou klasty různých částí zonárních zrn seřadit v diagramech do linií. V takových případech reprezentují tyto dílčí soubory specifickou primární varietu granátu, resp. odrážejí zonárnost takové variety. Jistou nevýhodou je, že nemůžeme poznat směr zonárních změn chemismu. Zůstávají však jenom dvě možnosti (jádro-okraj nebo okraj-jádro), zatímco variace koncových členů jsou zcela konkrétně analyzovány a znázorněny.

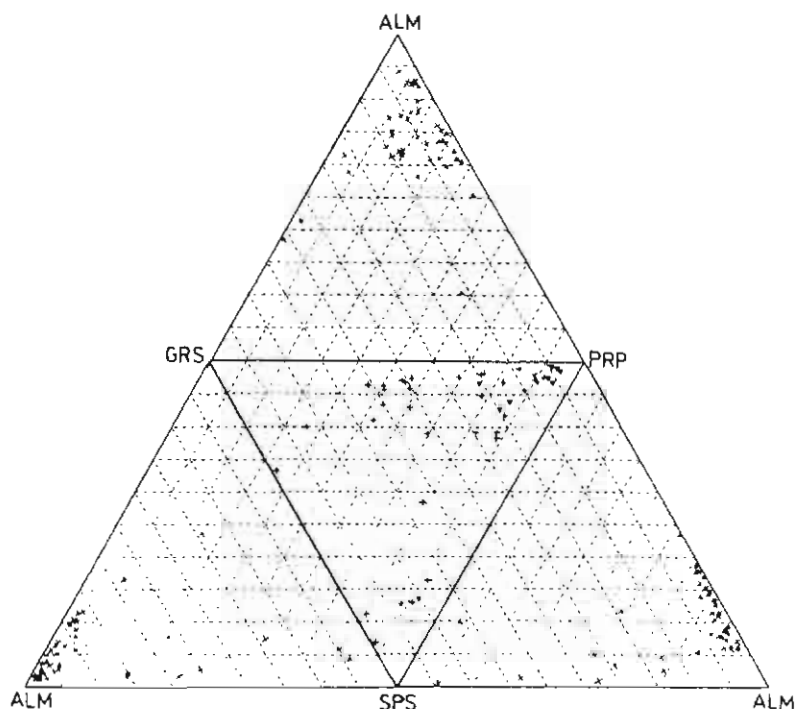
Zhodnocení analýz

Gaultský flyš - tesácké souvrství

Pískovce gaultského flyše spodní křídly (hauteriv - alb) byly vzorkovány na lokalitě Salajka. Asociace průsvitných těžkých minerálů zmíněných pískovců je značně ochuzena ve srovnání s paleogenními pískovci. Je řazena k tzv. zirkonové facií a vedle zirkonu byl zaznamenán rutil, turmalín, amfibol, v menší míře granáty.

Celkem deset silikátových analýz klastických granátů dovoluje jen opatrnou interpretaci charakteru zdrojové oblasti. Nicméně devět z nich dokonale zapadá do skupiny nejběžnějších granátů dosud analyzovaných v paleogenních pískovcích račanské jednotky magurské skupiny. Jedná se o pyrop-almandiny s velmi nízkými obsahy spessartinové a grosulárové složky. Znovu tedy nezbývá, nežli poukázat na vysokou podobnost s monominerální asociací pyrop-almandinů drob svrchnovisénského východokulmského bazénu, ať již jeho drahanskou nebo jesenickou část. Primárně se jedná s největší pravděpodobností o granátové variety obvyklé ve specifických typech granulitů jihovýchodní části Českého masívu, resp. konkrétněji moldanubika.

Velmi zajímavou výjimkou je desátý analyzovaný klast. Plnohodnotná analýza odhalila v sedimentech (a patrně i v primárních horninách) velmi vzácný pyrop-spessartin s nízkým obsahem grosulárové složky a naprosto výjimečně nízkým zastoupením (6,6%) složky almandinové. Obecnou zkušeností z dosud analyzovaných vzorků (nejen z pískovců magurské skupiny) je téměř výlučná přítomnost klastů s dominantní almandinovou složkou, výrazně převládající nad ostatními koncovými členy. Spessartiny z obecného pohledu jsou nejčastěji popisovány z metamorfovaných žulových pegmatitů a žul, dále z některých typů manganem bohatých krystalických břidlic, rohovců a skarnů. Spessartin velmi podobného až analogického chemického složení uvádí mj. Novák (1988) z grafitového ložiska Velké Tresné u Olešnice ve vranovsko-olešnické skupině moravika. Tento autor vysvětluje složení granátu s dominantním zastoupením spessartinové složky a nízkými obsahy grosuláru a



Obr. 2 - Složený ternární diagram detritických granátů křídových pískovců račanské jednotky magurské skupiny: křížky = klastické granáty kauberského souvrství, trojúhelníky = klastické granáty gaultského flyše

almandinu vysokou chemickou aktivitou Mn během tvorby minerálu.

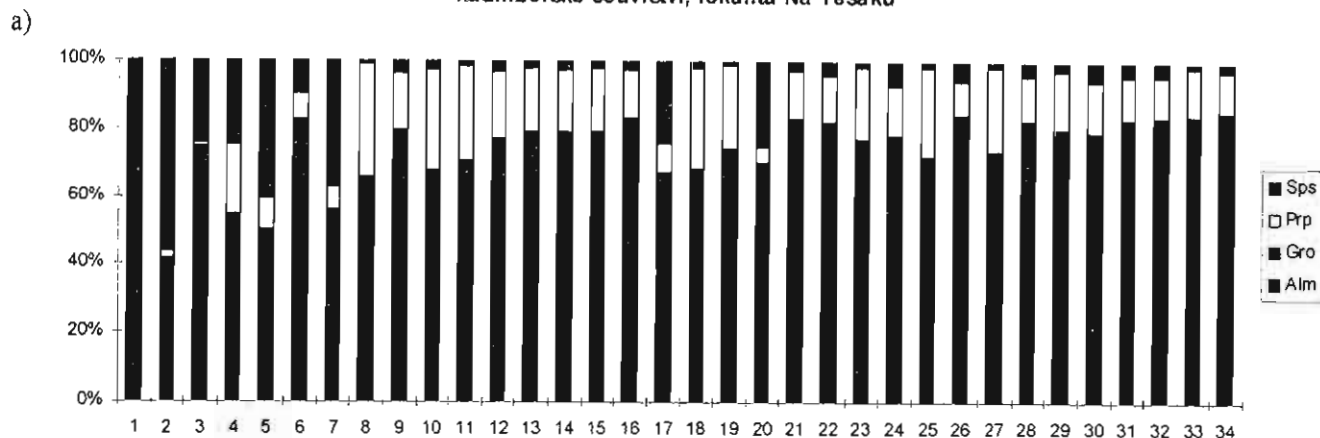
Kauberské souvrství

Klastické granáty svrchnokřídových pískovců kauberského souvrství (cenoman-maastricht) byly separovány ze vzorku odebraného na lokalitě Na Tesáku. Samotnou asociaci průsvitných těžkých minerálů lze charakterizovat jako granát-zirkonovou s amfiboly a podřízenými dalšími minerály.

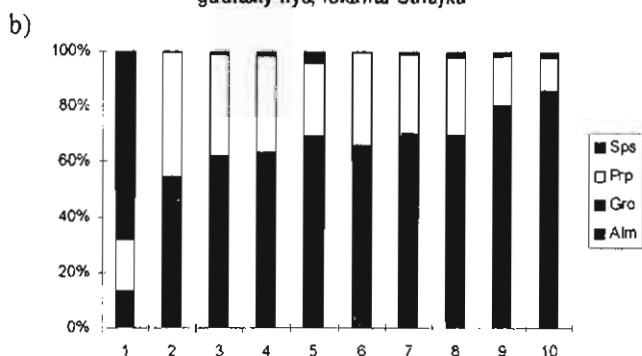
Diagramy a tabulky přinášejí výsledky silikátových analýz 34 klastických granátů. Nejvýrazněji zastoupenou skupinu můžeme charakterizovat jako pyrop-almandiny s významnějším (10-30%) obsahem grosulárové složky. Další skupinku analýz tvoří pyrop-almandiny totožné či velmi podobné svým složením např. výše popsaným granátům gaultského flyše. Poslední skupinka je značně nesourodá a pestrá, spadají sem almandinové granáty se zvýšeným zastoupením spessartinové složky. Ve dvou případech je dokonce zastoupení spessartinové složky nadpoloviční. Pyropová komponenta je potlačena a obsah grosulárové složky je variabilní. Pravděpodobně jde tedy o několik podskupin, event. reliktní výrazněji zonárních primárních granátů, jejichž původní charakteristiku pro nízký počet analýz nelze blíže specifikovat.

Kdybychom měli charakterizovat obecněji asociaci klastických granátů kauberského souvrství a předběžně se vyjádřit k pravděpodobným zdrojům klastického materiálu psamitů, pak je nutno zopakovat předpoklad významného podílu východokulmských svrchnovisénských

kaumberské souvrství, lokalita Na Tesáku



gaultský flyš, lokalita Salajka



Obr. 3 - Zastoupení koncových členů v detritických granátech pískovců kaumberského souvrství (a) a gaultského flyše (b)

pyrop-almandinů.

Závěr

Závěry týkající se křídové sedimentace račanské jednotky magurské skupiny jsou shrnuty v předešlém odstavci. Pokusme se tedy vystihnout generelní trendy změn asociací klastických granátů v celém vzorkovaném stratigrafickém rozsahu, tj. od hauterivu do eocénu, resp. porovnat psamity křídý a paleogénu jako dva celky.

Bez ohledu na nerovnoměrnost velikosti souborů křídových a paleogenních psamitů (z paleogénu máme osminásobek analýz) je na první pohled zřejmé, že základní charakter asociací je téměř totožný nejen kvalitativně, ale i kvantitativně. Toto může být vysvětlováno jak nepříliš zásadními změnami zdrojů klastické sedimentace, tak i četnými redepozicemi během dlouhého vývoje račanské jednotky.

Dalším jednotlívým prvkem je významné, ne-li často rozhodující zastoupení klastických granátů charakteristických pro droby a slepence východokulmského a zčásti i západokulmského bazénu. Mezi nimi jsou zvláště výrazně zastoupeny pyrop-almandiny a grosulár-pyrop-almandiny.

S vědomím nerovnoměrnosti srovnávaných podsouborů lze opatrně hodnotit, že patrně největší rozšíření škály zdrojových hornin odrážející se v nejpestřejší škále klastických granátů nastalo ve svrchní křídě. V paleogénu došlo jen k menšímu zúžení a ochuzení asociace granátů a patrná je hojnější přítomnost výrazně zonálních typů.

drob. K tomu nás opravňuje přítomnost pyrop-almandinové a grosulár-pyrop-almandinové skupiny klastických granátů. Jako zdroj by mohly přicházet v úvahu rovněž valouny hornin granulitového charakteru z lulečských slepenců myslejovického souvrství drahanského kulmu. Z mapování nejsvrchnějších, tedy určitě zčásti denudovaných partií lulečských slepenců v brachystrukturách drahanského kulmu vyplynulo (Otava 1988), že granulity a příbuzné horniny zde tvoří až 90% valounového materiálu. Pravděpodobnost primárních hornin, tj. granulitů jv. části moldanubika, jako přímého zdroje je nutno posoudit z celkového paleogeografického obrazu oblastí. Daleko složitější je nalézt pravděpodobné zdroje zbývajících klastických granátů. Menší část z nich, konkrétně několik spessartin-almandinů může být odvozována od primárních metamorfitů rulového charakteru jaké známe např. ze silezika, resp. z valounů nejruznějších rulových hornin slepenců jesenického kulmu. Zbývajících část je svým složením dosti exotická a je předčasně blíže specifikovat případné zdroje.

Máme-li vystihnout nějaký trend v rámci křídových pískovců od podloží do nadloží, tedy od gaultského flyše do kaumberského souvrství, pak prvním znakem je rozšíření škály zdrojových hornin, druhým znakem je úbytek pyrop-almandinových granátů na úkor grosulár-

Literatura

- Novák, M. (1988): Spessartin v grafitu z Velkého Tresného u Olešnice.- Acta Mus. Moraviae, Sci. Nat., 73:217-218, Brno.
 Otava, J. (1988): Zpráva o geologickém mapování na jihovýchodním okraji Drahanské vrchoviny.- Zpr. geol. Výzk. v Roce 1985., 147 - 148, ČGÚ. Praha.
 Otava, J. - Krejčí, O. - Sulovský, P. (1997): První výsledky studia chemismu granátů pískovců račanské jednotky magurského flyše.- Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 39-42. Brno.

ZPRÁVA Z VÝZKUMU VRTU ČERNOVICE HVI-61

A report on research in Černovice borehole HVI-61

¹Pavla Petrová, ¹Zdeněk Novák, ²Václav Valeš

¹Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno

²Geotest Brno, a.s., Šmahova 112, 659 01 Brno

(24-34 Ivančice)

Key words: *Carpathian Foredeep, Lower Badenian, basal clastics, Foraminifera, heavy minerals*

V rámci ověření kvality podzemní vody na možném tranzitu z letiště Brno - Černovice byl firmou Geotest a.s. realizován v roce 1997 trvale vystrojený vrt HVI-61. Dílo je lokalizováno v sv. části černovické těžebny; je umístěno ve šterkopiscích na bázi tuřanské terasy.

Vrt, jež dosáhl báze v hloubce 35,0 m, zachytil 3 m nepevněného hrubozrnného žlutohnědého písku s valouny granodioritu. Jedná se o fluvialní sedimenty tuřanské terasy. Horniny podložního úseku náležejí již k brněnským pískům. V metráži 3,0-16,0 m se nalézá žlutohnědý středně zrnitý vápnitý písek s více či méně kalcifikovanými polohami a s úsekem jemnozrnějšího písku v hloubce 9,0-10,0 m. Od metráže 13,5 m výrazně klesají projevy kalcifikace. V úseku 16,0-28,0 m vzrůstá obsah jílovité složky v pískách. Ve třech polohách (16,9-17,5 m; 20,0-20,3 m; 26,0-28,0 m) v bloku zelenošedého vápnitého písku se objevil žlutošedý vápnitý písek s velmi výrazným podílem jílovité složky. V hloubce 30,0-33,6 m byl odvrtn žlutošedý hrubě zrnitý vápnitý písek až štěrk na bázi (32,5-33,6 m) s hojnými valouny křemenců a rohovců o průměrné velikosti dva centimetry; v hloubce 32,0 m se vyskytl šedočerný rohovec dosahující velikosti deset centimetrů, u metráže 33,3 m dvacet centimetrový valoun vápence. Poslední úsek (33,6-35,0 m) je představován modrošedým jílovitým vápnitým pískem s valounem diabasu o velikosti 10 cm. Geofyzikální měření ukazují, že modrošedý písek pokračuje až do hloubky 46,0 m, kde přechází v jíly.

Hladina podzemní vody byla změřena v hloubce 28,5 m. Voda byla posouzena jako poměrně kvalitní, znečištění způsobené provozem letiště nebylo prokázáno.

Celkově bylo odebráno 9 vzorků určených pro

mikropaleontologické rozbor; z toho čtyři byly použity pro studium těžkých minerálů. Mikrofauna ve všech vzorcích je dosti chudá, kromě foraminifer se ve velmi malém množství vyskytují úlomky jehlic hub, ostnů ježovek, kostí kostnatých ryb, mechovek, schránek ostrakod měkkýšů a jedna radiolárie. Ve společenstvech foraminifer, jejichž schránky jsou poměrně dobře zachovalé, převažuje bentózní složka nad planktonní (ve 34,3 m plankton/bentos dosahuje maximální hodnoty 50 %, průměrně asi 28 %). Z častěji se vyskytujících druhů je možno uvést taxony *Lenticulina inornata* (d'Orb.), *Globigerina praebulloides* (Blow), *Globigerina diplostoma* (Rss), *Bolivina antiqua* (d'Orb.), *Stilostomella verneulli* (d'Orb.), *Stilostomella adolphina* (d'Orb.), *Asterigerinata planorbis* (d'Orb.), *Heterolepa dutemplei* (d'Orb.), *Hanzawaia boueana* (d'Orb.), *Hansenisca soldanii* (d'Orb.), *Ammonia beccarii* (L.) a *Elphidium* sp.

Pro analýzy těžkých minerálů byly použity vzorky ze šedošedého písku a z jílovitého písku (13,5 m a 16,9-17,0 m) a z modrošedého jílovitého písku (33,8-34,0 m a 34,3-34,5 m). Všechna čtyři společenstva minerálů byla přiřazena ke granátové asociaci spodního badenu.

Z velmi ochuzených mikrofaunistických společenstev a zjištěné litologie lze usuzovat, že prostředí sedimentace písků a jílovitých písků během transgrese spodnobadenského moře bylo neklidné a nepříliš vhodné pro rozvoj a zachování mikroorganismů. Zastoupení jednotlivých taxonů ukazuje na prostředí vnitřního – vnějšího šelfu (taxony *Elphidium* sp., *Asterigerinata planorbis* (d'Orb.), *Ammonia beccarii* (L.), *Hanzawaia boueana* (d'Orb.), *Lenticulina* sp.).

RADIOMETRICKÉ DATOVÁNÍ TRACHYANDEZITU OD UHERSKÉHO BRODU (MAGURSKÁ SKUPINA FLYŠOVÉHO PÁSMO)

Radiometric dating of trachyandesite near the town of Uherský Brod
(Magura Group of the Carpathian Flysch Belt)

¹Antonín Přichystal, ²Ivan Repčok, ³Oldřich Krejčí

¹Katedra geologie a paleontologie PřF MU, Kotlářská 2, 61113 Brno; e-mail: prichy@gap.muni.cz

²Geologická služba Slovenské republiky, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

³Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno

(35-12 Strání)

Key words: *Magura Flysch, trachyandesite dyke, K/Ar dating, Middle - Upper Badenian*

Abstract

High potassium trachybasalts and trachyandesites form dykes and small subvolcanic bodies in the Magura Group of the Carpathian Flysch Belt east of Uherský Brod, SE part of the Czech Republic. Trachyandesite dyke at the village of Nezdenice has been dated by K/Ar method in the laboratory of Geological Survey of Slovakia, Bratislava. The analysed rock gave the following data: $13,4 \pm 0,4$ My (volumetrically) and $14,8 \pm 0,4$ My (by isotopic dilution). The age corresponds to the Middle - Upper Badenian.

Ačkoliv flyšové pásmo Západních Karpat je na výskyty vulkanitů velmi chudé, existují v něm dvě výjimky. Jednu reprezentují horniny pikrit - těšínitové asociace, které jsou součástí slezské příkrovové jednotky, převážně těšínsko - hradištského souvrství spodnokřídového stáří. Druhé území s výskytem neovulkanitů představuje flyšové pásmo východně od Uherského Brodu, kde byly vulkanické horniny zjištěny ve všech dílčích jednotkách magurské skupiny (bělokarpatské, bystrické i račanské). Jejich poslední souhrnné zpracování provedli Přichystal - Krejčí in Krejčí et al. (1990). Z mapování v měřítku 1:25 000 na listu 35-121 Bánov vyplynulo, že z vulkanologického hlediska se převážně jedná o pravé a ložní žíly s maximální vrtně ověřenou nepravou mocností 63,8 m (Bučník u Komně), vzácněji se objevují intruzivní brekcie (Bánov, Nezdenice, Ordějov). Pyroklastika ani spolehlivě doložené povrchové výlevy nebyly nalezeny, část hornin má však již vysloveně vulkanický charakter (proudovité uspořádání součástí, mandlovcové textury). Většina magmatických těles je soustředěna v širším okolí nezdenického zlomu a některé z nich procházejí napříč jak přes tuto nejvýznamnější místní tektonickou linii, tak i přes násunový zlom bělokarpatské jednotky, aniž by byly samy porušeny. Z geologického mapování tak vyplývá jejich potektonická pozice, to znamená, že musely intrudovat do magurské skupiny až po jejím nasunutí.

V uplynulých desetiletích bylo stáří neovulkanitů od Uherského Brodu předmětem rozsáhlé diskuse. Kodým (1925) je jako první na základě mapování zařadil do neogénu. Na jeho názory navázal Kuthan (1966), když předpokládal intruzi vulkanitů nejspíše po konečné fázi přesunutí bělokarpatské jednotky na jednotku bystrickou a po pohybech na příčném zlomu nezdenickém, a kladl ji

proto do badenu. Krystek (1955) sice rovněž souhlasil s názorem, že jsou potektonické, ale časově jejich intruze umisťoval zhruba doprostřed oligocenu. Hrouda - Janák et al. (1972) dospěli na základě měření remanentní magnetické polarizace a magnetické susceptibility k závěru, že je možné klást stáří zdejších neovulkanitů do rozmezí neogén - kvartér. Diskusi opět vyvolal Legierski (1973), když stanovil modelové stáří galenitu z hydrotermálních žil pronikajících propylitizovaným trachyandezitem na Bučniku na 40 My. O výsledcích posledního geologického mapování na listu Bánov (Krejčí et al. 1990) je zmínka již výše.

Aby otázka stratigrafického zařazení uherskobrodských neovulkanitů byla definitivně rozřešena, byly odebrány dvě horniny na stanovení radiometrického stáří. Datování bylo provedeno metodou K/Ar v Oddělení izotopové geologie Geologické služby Slovenské republiky podle metodiky zavedené Rybárem (1975). Obsah radiogenního Ar byl stanovován metodou volumetrickou a metodou izotopového ředění. Množství draslíku bylo zjištěno metodou AAS (ing. M. Sládková). Purifikaci a měření izotopového složení Ar na hmotnostním spektrometru Varian GD 150 realizovala V. Wiegerová. Pro výpočty byly použity konstanty (Steiger - Jäger 1977):

$$\lambda = 5,543 \times 10^{-10} \text{ . rok}^{-1}; \lambda_e = 0,581 \times 10^{-10} \text{ . rok}^{-1}; \\ \lambda_w = 4,962 \times 10^{-10} \text{ . rok}^{-1}.$$

Analýzou pyroxen-amfibolického trachyandezitu z lomu „U kyselky“ v Nezdenicích byla získána tato data (analyzována byla celková hornina s obsahem K = $2,18 \pm 0,05$ %):

- a) obsah ^{40}Ar volumetricky = $1,150 \pm 0,003 \text{ cc/g} \cdot 10^{-6}$
- stáří volumetricky = $13,5 \pm 0,4 \text{ mil.let (My)}$
- b) obsah ^{40}Ar izotopovým ředěním = $1,264 \pm 0,003 \text{ cc/g} \cdot 10^{-6}$

b) obsah ^{40}Ar izotopovým ředěním = $1,264 \pm 0,003 \text{ cc/g} \cdot 10^{-6}$
stáří izotopovým ředěním = $14,8 \pm 0,4 \text{ mil. let (My)}$.

Tyto údaje chronostratigraficky odpovídají z hlediska regionální stupnice střednímu až svrchnímu badenu (Rögl 1996: baden 16,4 - 13,0 My), z hlediska mezinárodní stupnice převážně serravallu až nejvyššímu langhu (hranice mezi nimi se v posledních časových škálách klade právě k datu 14,8 My; Gradstein - Ogg 1996). Druhý studovaný vzorek (doleritický olivinický bazalt ze Starého Hrozenkova) bohužel poskytl pouze nereprezentativní data mezi 12 až 16 miliony let.

Uherskobrodské neovulkanity mají svoje nejbližší analogy v polských Pieninách, a to jak z hlediska vulkanologie (nepřítomnost povrchových výlevů a pyroklastik), tak i z hlediska petrografického a

geochemického. Zde jsou podle Birkenmajera (1992) dvě generace andezitových intruzí: starší odpovídá podle paleomagnetického datování rozmezí karpát - spodní baden, mladší andezit z hory Wžar dal na základě K/Ar datování izochronu 12,6 My, což spadá v regionální stupnici do sarmatu. Sarmatské stáří ($11,8 \pm 0,4 \text{ My}$) bylo radiometricky zjištěno i u andezitu od Horního Srnie v bradlovém pásmu (Kantor et al. 1984), jehož výskyt je od uherskobrodských neovulkanitů vzdálen vzdušnou čarou asi 25 km a leží v podobné tektonické pozici (pokračování holešovského zlomu tvořícího s. omezení poruchové zóny Hané). Nyní zjištěné K/Ar stáří trachyandezitu od Nezdenic je v dobrém souladu nejen s těmito údaji, ale i s výsledky geologického mapování.

Literatura

- Birkenmajer, K. (1992): A.1.2. Wžar. Systém miocénských intruzí andezitových v plaszczowinie magurskiej. - Przewodnik LXIII. zjazdu Polskiego tow. geologicznego w Koninkach, 36-42. Kraków.
- Gradstein, F. M. - Ogg, J. (1996): A Phanerozoic time scale. - Episodes 19, No 1-2, 3-5.
- Hrouda, F. - Janák, F. a kol. (1972): Výzkum aplikačních možností některých magnetických vlastností hornin pro účely užití geofyziky a geologie. - 243 stran. MS Ústav užití geofyziky v Brně.
- Kantor, J. - Repčok, I. - Ďurkovičová, J. - Eliášová, K. - Wiegerová, A. (1984): Časový vývoj vybraných oblastí Západných Karpát podľa rádiometrického datovania. - MS, archiv GÚDŠ Bratislava.
- Kodým, O. (1925): Předběžná zpráva o geologických výzkumech v okolí Bojkovic a Banova na Moravě. - Věst. Stát. geol. Úst. ČSR, I, 2, 38-44. Praha.
- Krejčí, O. et al. (1990): Vysvětlující text k základní geologické mapě 1:25 000 list 35-121 Bánov. - 48 stran. MS archiv ČGÚ Brno.
- Krystek, I. (1955): Alkalické vyvřeliny na jihovýchodní Moravě. - Geol. Práce., Zoš. 41, 103-130. Bratislava.
- Kuthan, M. (1966): Neovulkanity československých Karpát. - In: Buday, T. a kol.: Regionální geologie ČSSR, díl II - Západní Karpaty, sv. 2, 491-547. Praha.
- Legierski, J. (1973): Model ages and isotopic composition of ore leads of the Bohemian Massif. - Čas. Mineral. Geol., 18, 1, 1-23. Praha.
- Rögl, L. (1996): Stratigraphic Correlation of the Paratethys Oligocene and Miocene. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. 41, 65-73. Wien.
- Rybár, M. (1975): $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ datovanie metódou izotopového riedenia. Stavba A - aparatury. - 78 stran. MS archiv GÚDŠ Bratislava.
- Steiger, R. H. - Jäger, E. (1977): Subcommittee on Geochronology; Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. - Earth Planet. Sci. Lett. 36, 359-362. Amsterdam.

PALEONTOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA A STRATIGRAFICKÉ ZAŘAZENÍ MÉNĚ ZNÁMÝCH LOKALIT NA HODONÍNSKU

The paleontological characterization and stratigraphic classification of less known Pannonian localities of Hodonín and its surroundings

Eva Schinzelová

Katedra geologie a paleontologie PřF MU Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno

(34-21 Hustopeče, 34-22 Hodonín)

Key words: *mollusca, ostracoda, Pannonian, Vienna Basin*

Úkolem diplomové práce s názvem „Panonské sedimenty v okolí Hodonína a jejich fauna“, která mi byla zadána katedrou geologie a paleontologie PřF MUv Brně a která byla obhájena v r. 1997, bylo sestavit přehled dosavadních poznatků o geologii zájmového území, podrobně zdokumentovat paleontologické lokality v panonských sedimentech v Hodoníně a v jeho okolí, systematicky vyhodnotit paleontologické nálezy a navrhnout geologicko-paleontologické exkurze pro žáky základních a středních škol.

Z paleontologického a stratigrafického hlediska jsem vyhodnotila celkem 12 lokalit, na nichž se vyskytovaly sedimenty panonského stáří (obr. 1). Jsou seřazeny do tří skupin: lokality na Hodonínsku (tři lokality v Hodoníně - Hodonín I, II a III - a lokalita Ratíškovice), lokality na Čejčsku (Mutěnice I a II, Hovorany, Čejč I a II) a lokality na Kyjovsku (Kyjov, Vracov, Stavěšice). Dále je uvedena již zaniklá lokalita - bývalé hliniště závodu 01 Hodonínských cihlen v Hodoníně („ukázková“ lokalita panonského stáří severní části vídeňské pánve vedená v registru RCMNS, kde bylo možné sledovat kontakt panonských zón D a E) a pro doplnění některé lokality méně známé - menší lokality u Čejče, Mutěnic, Kyjova, Vracova a Stavěšic. Součástí diplomové práce jsou mapky, profily a fotografická dokumentace lokalit a význačných zástupců makro- a mikrofauny.

U lokalit Hodonín I, II a III, Ratíškovice, Čejč I a II jsem potvrdila stratigrafická zařazení provedená v rámci rozsáhlých geologických průzkumů v 60. - 80. letech (lokalita Hodonín I - zóna panonu E, lokalita Hodonín II - zóny C-D a E, lokalita Hodonín III - zóny D/E a E, Čejč I a II - zóny B/a C). U dalších lokalit jsem provedla na základě mikro- a makrofauny stratigrafická zařazení do zón: lokalita Mutěnice I (zóny C-D), Mutěnice II (zóny B-D), Hovorany (zóny B-C), Kyjov (zóny B-C), Vracov (zóny B-D) a Stavěšice (zóny B-C).

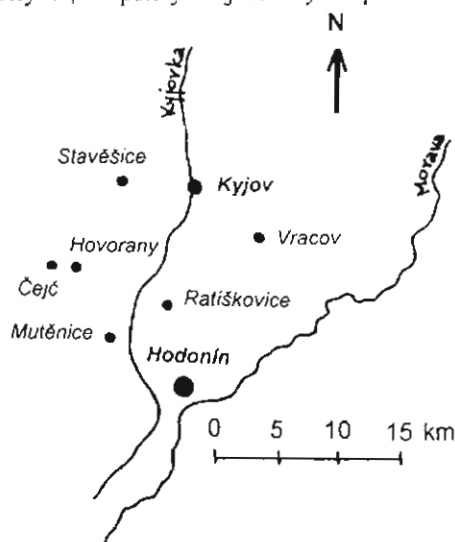
Ve tomto článku se zaměřuji na dvě méně známé, avšak druhově velmi bohaté panonské lokality na Hodonínsku - lokality Stavěšice a Kyjov.

Stavěšice

Lokalita poblíž obce Stavěšice patří vedle typové lokality RCMNS - odkryvu u obce Čejč - k paleontologicky nejzajímavějším a druhově nejbohatším panonským lokalitám severní části Vídeňské pánve.

Lokalizace: Obec Stavěšice leží v okrese Hodonín, 7 km západně od Kyjova. Lokalita Stavěšice se nachází u kóty 216,0 m n. m., 1,3 km j.j.v. od stavěšického kostela. Je situována v těsné blízkosti silnice vedoucí ze Stavěšic k bývalému lignitovému dolu Dukla Šardice.

Odkryv A: Odkryv má orientaci S-J, je vysoký 4,5 m a dlouhý 8 m. Půdorys odkryvu má tvar obráceného písmene S, báze odkryvu je zasypána přibližně 2,0 m vysokým kuzelem sutí. Z osypu a téměř svislého odkryvu vyrůstá hustý keřovitý porost akátu. Nad sutí se nachází 5 cm mocná lumachela s hojným výskytem měkkýší makrofauny (vrstva č. 9a), z níž jsem odebrala k mikropaleontologickému rozboru vzorek I. Nad ní se vyskytuje 0,5 m mocná vrstva jemnozrnných, částečně zpevněných, vápnitých jílovitých písků běžové až



Obr. 1 - Mapka vybraných panonských lokalit na Hodonínsku

Tab. 1-Četnost zástupců makrofauny ve vrstvách č. 8a a 7a na lokalitě Stavěšice. Četnost: 1 - jeden exemplář, x - akcesorický výskyt (2-5 jedinců), xx - hojný výskyt (6-20 jedinců), xxx - velmi hojný výskyt (více než 20 jedinců)

Zástupci makrofauny	Biostrati- grafické zařazení	Četnost v litologické vrstvě č. 8a	Četnost v litologické vrstvě č. 7a
Mollusca			
<i>Bivalvia:</i>			
<i>Congeria</i> sp. (úločky)		xxx	xx
<i>C. ornithopsis</i> BRUS.	panon B-C	xxx	x
<i>C. neumayni</i> ANDRUS.	karpát - pont	x	
<i>C. ramphophora ramphophora</i> BRUS.	panon C	1	
<i>C. mártónfi mártónfi</i> LÖR.	panon C	1	
<i>Limnocardium</i> sp. (úločky)		xx	x
<i>L. cf. promultistriatum</i> JEK.	panon B-C	xx	x
Gastropoda			
<i>Melanopsis</i> sp. (úločky)		xxx	xx
<i>M. impressa posterior</i> PAPP	panon B	xxx	
<i>M. impressa bonelli</i> MANZ.	panon B	x	
<i>M. fossilis fossilis</i> (MART.-GMELIN)	panon C	xx	
<i>M. cf. handmanni</i> BRUS.	panon B	x	
<i>M. bouei affinis</i> HAND.	panon A - pont F	1	
<i>M. bouei cf. sturii</i> FUCHS	panon C - pont H	x	
<i>M. cf. fuchsi</i> HAND	panon C-D	x	
<i>M. pygmaea cf. turrita</i> HAND.	panon C	x	
<i>Theodoxus</i> sp. (úločky)		x	
<i>Th. cf. leobersdorfensis</i> (HAND.)	panon B-E	x	

Zástupci mikroflóry a mikrofauny	Biostrati-grafické zařazení	Vzorek I 0,2-0,5 mm	Vzorek I 0,5-1,0 mm	Vzorek I 1,0-4,0 mm	Vzorek II 0,2-0,5 mm	Vzorek II 0,5-1,0 mm	Vzorek II 1,0-4,0 mm
Flóra							
<i>Chlorophyta</i>							
<i>Accularia</i> sp.	svrch. sarmat		x				
Magnoliophyta							
semena	recent?		+			x	
Fauna							
Foraminifera							
<i>Ammonia beccarii</i> (L.)	sp. bádén		+				
<i>Ammonia</i> sp.	sp. bádén		+	+			
<i>A. lessonae</i> d'ORB.	sp. bádén		+	+			
<i>Asterigerina planorbis</i> d'ORB.	sp. bádén		+	+			
<i>Cibicides ungerianus</i> d'ORB.	sp. bádén		+	+			
<i>Elphidium crispum</i> (L.)	sp. bádén		+	+			
<i>E. macellum</i> (FICHEL - MOLL.)	sp. bádén		+	+			
<i>Heterolepa duplei</i> (d'ORB.)	sp. bádén			+		+	
<i>Heterostegina costata</i> d'ORB.	sp. bádén			+			
<i>H. cf. politatista</i> (PAPP - KÜPP.)	sp. bádén		+	+			
<i>Silosomella</i> sp.	sp. bádén			+			
<i>Textularia</i> sp.	sp. bádén		+	+			
<i>T. maniae</i> d'ORB.	sp. bádén			+			
<i>Uvigerina macrocarinata</i> (PAPP - TUR.)	sp. bádén			+			
<i>U. seminata</i> d'ORB.	sp. bádén			+			
Porifera (spongia)		x	x		x		
Bryozoa - blíže nezařazováno	sp. bádén		x	+	x		
Mollusca							
<i>Bivalvia:</i>							
<i>Congeria</i> sp. (úločky)		xx	xx	xx	xx	xx	xx
<i>C. neumayni</i> ANDR.	karpát - pont			x			x
<i>C. mártónfi cf. mártónfi</i> LÖR.	panon C			1			1
<i>C. mártónfi pseudauricularis</i> LÖR.	panon C			1			
<i>C. cf. gttneri</i> BRUS.	panon C-E			1			
<i>Limnocardium</i> sp. (úločky)		xx	xx	xx	xx	xx	xx
<i>L. spinosum</i> LÖR.	panon B-D	x	x	x	x	x	x
<i>Parvicardina laeviscostata</i> WENZ	panon C			1			
Gastropoda:							
<i>Melanopsis</i> sp. (úločky)		xx	xx	xx	xx	xx	xx
<i>Theodoxus</i> sp. (úločky)			x	x	x	x	x
<i>Orygoceras fuchsi fuchsi</i> (KITTL)	panon B-D			x			
<i>Caspiia</i> sp. (úločky)		x	x	x	x	x	x
<i>C. (C.) frauenfeldi</i> (M. HÖRN.)	panon			xx			x
<i>C. (C.) latior</i> (SAINBERGER)	panon C			1			
<i>C. (C.) acienula</i> BRUS	panon C			x			
<i>C. (Socenia) socenia cf. tunsilavica</i> JEK	panon C			1			
<i>Mohrensternia</i> sp.	svrch. sarmat			1			
<i>M. cf. banatica</i> JEK.	svrch. sarmat			1			
<i>Succinea</i> sp.	kvartér			x			x
<i>?Pseudomalaxis</i> sp.				x			1
<i>?Columbella</i> sp.		1					x
<i>?Aegopinella</i> sp.				x			x
<i>Gastropoda</i> indet. 1 (úločky)				x			
<i>Gastropoda</i> indet. 2				1			
<i>Gastropoda</i> indet. 3				1			
Ostracoda							
<i>Amplocypris „strigata“</i> MÜLL.	panon A-B	x			x	x	
<i>Pseudocypripis</i> (forma mezi <i>Amplocypris</i> „globosa“ (SARS) a <i>A. recta</i> (REUSS))	panon C		x				
<i>Cypripis abbreviata</i> (REUSS)	panon A (B)-pont	xx			x		
<i>C. reitiformis</i> (HÉJAS)	panon A-D (E.)	xx			x		
<i>Cypripis panonica</i> (MÉH.)	panon A-C	xx			xx	x	
<i>Hemicytheria joerentzei</i> (MÉH.)	panon B-(C)	x					
<i>H. polskanyi</i> (SEREMETA)	panon A-C	x			x	x	
<i>Hungarocypripis auriculata</i> (REUSS)	panon A-B (C.)		xx			xx	
Echinoidea (úločky ostrů)	sp. bádén	x	x	x	x	x	
Isceae							
<i>Spargacia</i> indet. (zubý)			x			x	
<i>?Cypnodontidae</i> (fragmentsy zubů)			x			x	

Tab. 2 - Četnost zástupců mikroflóry a mikrofauny ve vzorcích I (vrstva č. 8a) a II (vrstva č. 7a) z odkryvu A na lokalitě Stavěšice. Četnost: + - četnost nejišťována, 1 - jeden exemplář, x - akcesorický výskyt (2-5 jedinců), xx - hojný výskyt (6-20 jedinců)

šedobéžové barvy s lavicovitou odlučností (vrstva č. 7a). Z báze této vrstvy jsem odebrala k mikropaleontologickému rozboru vzorek II. V piscích se nachází několik čoček (až 20 cm mocných) jemnozrnných až prachovitých, hnědošedých vápnitých písků s hojným výskytem měkkýší fauny (vrstva č. 8a). Následuje další lumachela o mocnosti zhruba 5 cm s hojným výskytem fauny (vrstva č. 6a), v jejímž nadloží jsou jemnozrnné, částečně zpevněné vápnité, jílovité písky béžové až šedobéžové barvy s lavicovitou odlučností o mocnosti 0,5 m (vrstva č. 5a). Dále se vyskytuje lumachela s hojným výskytem fauny (vrstva č. 4a), nad níž se opět vyskytuje vrstva o mocnosti 0,6 m jemnozrnných, částečně zpevněných, vápnitých jílovitých písků béžové až šedobéžové barvy s lavicovitou odlučností (vrstva č. 3a), která je ve svrchní části ohraničena vrstvou (mocnost 2 cm), tvořenou vápnitými konkréciemi a sádrovcem. Výše jsou odkryty kvartérní spraše šedobéžové barvy mocné 0,6-1,0 m (vrstva č. 2a). Profil uzavírá humózní vrstva o mocnosti 0,2 m (vrstva č. 1a).

Odkryv B: Drobný odkryv, který jsem označila jako odkryv B, se nachází 20 m JJV od odkryvu A, má orientaci JZZ-SVV, je vysoký 1,5 m a dlouhý 2 m. Na bázi odkryvu se vyskytuje 5 cm mocná lumachela (vrstva č. 5b), nad níž se nalézá 70 cm mocná vrstva jemnozrnných, částečně zpevněných, vápnitých jílovitých písků béžové až šedobéžové barvy s lavicovitou odlučností (vrstva č. 4b). Následuje další přibližně 5 cm mocná lumachela (vrstva č. 3b), nad níž se opět vyskytuje vrstva jemnozrnných, částečně zpevněných, vápnitých jílovitých písků béžové až šedobéžové barvy, lavicovitě odlučností o mocnosti 50 cm (vrstva č. 2b). Profil odkryvu B uzavírá 20centimetrová humózní vrstva (vrstva č. 1b).

Makrofauna: Schránky mlžů i plžů jsou poměrně dobře zachovány a jsou oxidy železa zbarveny, s výjimkou rodu *Theodoxus*, do béžova až rezava, na povrchu některých se vyskytují dendrity. Dominantními a velmi hojně se vyskytujícími zástupci měkkýšů jsou mlž

Congeria ornithopsis BRUS., jehož schránky jsou zachovány i v původní stavu - obě misky pohromadě, a plž *Melanopsis impressa posterior* PAPP, hojně se vyskytuje rovněž *Melanopsis fossilis fossilis* (MARTINI - GMELIN) (tab. 1). Říhák (ústní sdělení) na odkryvu A dále nalezl mlže *Prososthenia radmanesti* (FUCHS).

Mikrofauna: Mikrofauna vzorku I je velmi pestrá. Velmi hojně se zde vyskytují zástupci ostrakodů a úlomky, případně celé schránky měkkýšů, kteří jsou až na výjimky, jimiž jsou redeponováni zástupci *Mohrensternia* sp. (sarmat) a kvartérní *Succinea* sp. a *Aegopinella* sp., stáří panonského (tab. 2). Ve vzorku I se z mlžů vyskytují nejvíce *Limnocardium spinosum* LÖR., z plžů *Caspia (Caspia) frauenfeldi* (M. HÖRNES) a *Pseudomalaxis* sp., za zmínku stojí plž *Orygoceras fuchsi fuchsi* (KITTL). Ve vzorku I jsou zastoupeny rovněž redeponované foraminifery badenského stáří, akcesoricky se vyskytují mechovky, ostny ježovek a jehlice hub rovněž badenského stáří, zuby a úlomky kostí ryb a sarmatské zelené řasy rodu *Acicularia* (tab. 2). Vzorek II není ve srovnání se vzorkem I tolik faunisticky pestrý (tab. 2).

Stratigrafické zařazení: Na základě rozboru měkkýší makrofauny, mikrofauny a ostrakodů řadím vrstvy č. 8a a 7a na lokalitě Stavěšice do spodního panonu, zóny B-C.

Kyjov

Lokalita Kyjov je z paleontologického hlediska rovněž velmi zajímavou panonskou lokalitou, nad jejíž další existenci se však vznáší velký otazník.

Lokalizace: Město Kyjov leží v okrese Hodonín, 16 km severně od Hodonína. Lokalita - západní a jihozápadní stěna bývalé těžební jámy cihelny v Kyjově - se nachází na jižním okraji Kyjova, v areálu Kontakt Moravia, a. s., 0,65 km Z od silnice č. 432 směr Milotice a 0,6 km z., ssv. od kóty 207,8 m n. m. Současný odkryv má půdorys ve tvaru mírně otevřeného písmene L a tvoří jej jihozápadní stěna o délce 80 m a část západní stěny hliniště

Zástupci makrofauny	Biostratigrafické zařazení	Četnost ve vrstvě č. 3a	Četnost ve vrstvě č. 4b	Četnost ve vrstvě č. 3b
Mollusca				
<i>Unionia</i>				
<i>Congeria</i> sp. (úlomky)		xx	xxx	xxx
<i>C. aff. intergulans</i> FUCHS	panon			x
<i>C. ornithopsis</i> BRUS.	panon B-C	xx	xxx	xxx
<i>C. holmesii</i> BRUS.	panon C-E	x	x	x
<i>C. gittneri</i> BRUS.	panon		x	x
<i>C. cf. kypovensei</i> PROCH.	panon C			1
<i>Limnocardium</i> sp. (úlomky)		x	xx	xx
<i>L. cf. promutisimilum</i> JEK.	panon B-C	x	x	x
Gastropoda				
<i>Melanopsis</i> sp. (úlomky)		xx	xx	xx
<i>M. fossilis fossilis</i> (MART - GMELIN)	panon B	xx	xxx	xxx
<i>M. fossilis constricta</i> HAND.	panon C-E	x	x	x
<i>M. fossilis cf. coequata</i> HAND	panon C	x	x	x
<i>M. impressa posterior</i> PAPP	panon B	x	x	x
<i>M. bouei sturi</i> FUCHS	panon C - pont H	x	x	x
<i>M. bouei multicastrata</i> HAND.	panon A - pont F	xx	xx	xxx
<i>M. fuchsi</i> HAND	panon C-D	x	x	x
<i>M. pygmaea cf. pygmaea</i> M. HOER.	panon C - pont F	x	x	x
<i>M. pygmaea cf. lunata</i> HAND.	panon C	x	x	x
<i>M. cf. rudmanni</i> BRUS.	panon B	x	x	x
<i>Kikula coarctata cf. planispira</i> LUEG.	panon B/C		1	x
<i>Theodoxus</i> sp. (úlomky)		x	x	x
<i>Th. cf. leobersdorferis</i> (HAND.)	panon B-E		x	x
<i>Th. knaibe</i> (HAND.)	panon B-C		x	xx
<i>Th. cf. mariae</i> (HAND.)	panon B-C		x	x
<i>Th. crenulatus</i> (KLEIN)	panon		x	x
<i>Pisidium</i> sp.			1	x
Pisces				
? <i>Teleostei</i> indet. (zuby?)			1	

Tab. 3 - Četnost zástupců makrofauny ve vrstvách č. 3a, 4b a 3b na lokalitě Kyjov. Četnost: 1 - jeden exemplář, x - akcesorický výskyt (2-5 jedinců), xx - hojný výskyt (6-20 jedinců), xxx - velmi hojný výskyt (více než 20 jedinců)

Zástupci flóry a mikrofauny	Biostratigrafické zařazení	Vzorek I 0,2-0,5 mm	Vzorek I 0,5-1,0 mm	Vzorek I 1,0-4,0 mm	Vzorek II 0,2-0,5 mm	Vzorek II 0,5-1,0 mm	Vzorek II 1,0-4,0 mm	Vzorek III 0,2-0,5 mm	Vzorek III 0,5-1,0 mm	Vzorek III 1,0-4,0 mm
Osteokoly								x	x	
<i>Magnoliophyta</i>										
semena	recent?								1	
Foraminifera										
<i>Amphitegula lessonae</i> (ORB)	sp. baden						+		+	+
<i>Palaeonella dutemplei</i> (ORB)	sp. baden								+	
<i>Lenticularia</i> sp.	sp. baden								+	
<i>Paraceras</i> sp.	sp. baden								+	
<i>Nummulites</i> sp.							+			
? <i>Nummulites</i> sp.										+
? <i>Discocyclina</i> sp.	sp. baden								+	+
<i>Foraminifera</i> indet.	sp. baden									
Porifera (jehlice)		x	x		x	x		x		
Bryozoa (bláze mezzafazování)						x	x			
Mollusca										
úločky										
<i>Congeria</i> sp. (úločky)		x	x	xx	x	x	x	xx	xx	xx
? <i>Cardidae</i> (úločky)							1			
Části úločky										
<i>Melanopsis</i> sp. (úločky)		x	x	xx	x			xx	xx	xx
? <i>Pseudocardia</i> sp. (úločky)				x				x	x	x
<i>Cassia</i> sp. (úločky)										
? <i>Trochomphalus</i> sp.								1		
? <i>Siliqua</i> sp.				1						
? <i>Pseudocardia</i> sp.				1						
Ostracoda										
<i>Cyprius pannonicus</i> (MÉN)	panon A-C							x		
<i>Limnocyprina auriculata</i> (REUSS)	panon A-C								x	
Echinoides										
<i>Limnocyprina</i> (úločky ostrůvčité)	sp. baden	x		x		x	x	x	x	
Pisces										
<i>Spawia</i> indet. (fragments zubů)								x		
<i>Tetodon</i> indet. (úločky kostí)								x	x	x

Tab. 4 - Četnost flóry a mikrofauny ve vzorku I (vrstva č. 3a), II (vrstva č. 4b) a III (vrstva č. 3b) na lokalitě Kyjov. Četnost: + - četnost nezjišťována, 1 - jeden exemplář, x - akcesorický výskyt (2-5 jedinců), xx - hojný výskyt (6-20 jedinců)

o délce zhruba 180 m.

Datum založení cihelny není známo. V roce 1954 byly cihelny začleněny jako závod 04 Kyjov pod správu státního podniku Hodonínské cihelny. Cihlářská hlína byla těžena ve dvou terasách korečkovými rypadly. Ke konci 80. let byla výroba cihel zastavena, těžební jáma byla zatopena a východní a jižní část hlinišť byla rekultivována. Zachována zůstala západní a jihozápadní stěna, jejichž osud je nejistý. Dle báňských bezpečnostních předpisů by měl být odkryv zarovnan, ale místní ochránci životního prostředí a paleontologové se staví za jeho zachování.

Geologické průzkumy: Minář - Pelíšek (1952), Prutká et al. (1959)

Odkryv A: Jako odkryv A jsem označila část jihozápadní stěny. Výška odkryvu činí zhruba 2,5 m. Spodní část odkryvu, přibližně 1,2 m, je zasypána sutí. Nad sutí se vyskytuje 0,5 m mocná vrstva světle šedých až zelenošedých, jemnozrnných, vápnitých, částečně zpevněných písků s ojedinělými výskyty makrofauny (vrstva č. 6a). Následuje 2 cm mocná lumachela (vrstva č. 5a), nad níž se vyskytuje 30centimetrová, mírně šikmo uložená vrstva béžových, místy rezavě šmouhovaných, jemnozrnných až středně zrnitých, částečně zpevněných vápnitých písků s ojedinělými výskyty makrofauny (vrstva č. 4a). Tuto vrstvu uzavírá 3-5 cm mocná lumachela (vrstva č. 3a), z níž jsem odebrala k mikropaleontologickému rozboru vzorek I. Nad lumachelou je 20-30 cm mocná vrstva kvartérních spraší světle šedé až šedobílé barvy (vrstva č. 2a). Profil uzavírá humózní 20centimetrová vrstva (vrstva č. 1a).

Odkryv B: Jako odkryv B jsem označila jižní část odkryvu na západní stěně hliniště. Výška odkryvu činí 4,5 m. Spodní část odkryvu je zasypána přibližně 1,5 m mocnou vrstvou sutí, která je částečně zarostlá rumištní vegetací. Nad sutí se vyskytuje 0,5 m mocná vrstva hrubozrnných, rezavě zbarvených, vápnitých písků s výmolovým zvrstvením s několika polohami štěrčků a výskytem schránek měkkýšů (vrstva č. 4b). Zde jsem odebrala k mikropaleontologickému rozboru vzorek III. Následuje vrstva o mocnosti 0,8 m s výmolovým

zvrstvením, v níž se střídají vrstvy jemnozrnných a hrubozrnných vápnitých písků světle šedobéžového zbarvení s hojným výskytem schránek měkkýšů (vrstva č. 3b). V této vrstvě jsem odebrala k mikropaleontologickému rozboru vzorek II. Nad panonskými písčými se vyskytuje zhruba metrová vrstva kvartérních spraší světle béžové, ve svrchní části šedobílé barvy (vrstva č. 2b), které přechází v 80 cm mocnou humózní vrstvu (vrstva č. 1b).

Makrofauna: Schráanky měkkýšů jsou zachovány velmi dobře, některé (především zástupců rodu *Congeria* a *Melanopsis*) jsou oxidy železa zbarveny do béžova až rezava a mají na povrchu drobné rezavé limonitové skvrnky až tenké povlaky, některé dendrity. U několika schránek rodu *Congeria* je patrné zpevnění chalcedonem.

Dominantním mlžem je *Congeria ornithopsis* BRUS., jehož velmi dobře zachované schráanky dosahují výšky až 6 cm, v menší míře je zastoupen druh *Congeria hoernesii* BRUS., endemitem lokality je *Congeria kyjovense* PROCH. (Jiříček - ústní sdělení) (tab. 3). Zástupci rodu *Limnocardium* se na lokalitě vyskytují akcesoricky. Dominantním rodem plžů je rod *Melanopsis*, jenž je na lokalitě zastoupen šesti druhy s několika poddruhy. Nejhojněji jsou zastoupeni *Melanopsis fossilis fossilis* (MARTINI - GMELIN), *M. bouéi multicostata* HAND. a *M. fuchsi* HAND. (tab. 3).

Řihák (ústní sdělení) dále na lokalitě našel mlže *Congeria neumayri* ANDRUS., *C. mártonfii mártonfii* LÖR., *C. mártonfii pseudauricularis* LÖR., *Limnocardium praeinflatum* PAPP, *L. cf. spinosum* LÖR. a šest druhů plžů s několika poddruhy - *Melanopsis fossilis fossilis* (MARTINI - GMELIN), *M. bouéi* se čtyřmi poddruhy (vedle mnou uváděných popsal poddruhy *M. bouéi rarispina* LÖR. a *M. bouéi affinis* HAND.) a *Caspia* sp.

Mikrofauna: Vzorek I je faunisticky chudý, pouze s úločky schránek makrofauny. Vzorek II obsahuje méně hojnou redeponovanou spodnobadenskou faunu - dva druhy foraminifer, úločky mechovky, jehlice a destičky ježovky, úlomek misky spodnobadenského mlže z čeledi ?(tab. 4). Vzorek III hojně obsahuje redeponované spodnobadenské foraminifery, akcesoricky mechovky,

jehlice ježovek a panonské ostrakody (tab. 4).

Stratigrafické zařazení lokality: Prutká et al. (1959) řadí lokalitu Kyjov do spodního panonu, zónu nekonkretizuje. S tímto názorem souhlasím, dle nálezů

měkkýší makrofauny, mikrofauny a ostrakodů řadím vrstvy č. 3a, 4b a 3b na lokalitě Kyjov do zóny panonu B-C.

Závěrem bych chtěla poděkovat vedoucí diplomové práce doc. Hladilové a konzultantu RNDr. Jiříčkovi.

Literatura

Minář, J. - Pelíšek, J. (1952): Cihlářské hlíny - 1952, lokalita Kyjov. - MS. Ústav pro průzkum a těžbu keramických surovin v Brně.

Prutká, A. et al. (1959): Průzkum cihlářských hlín v ČSR 1958-59, Kyjov. - MS. Geol. průzkum n. p. Brno.

Schinzlová, E. (1997): Panonské sedimenty v okolí Hodonína a jejich fauna. - MS. Dipl. práce. Kat. geol. paleontol. PřF MU v Brně.

PŘEDBĚŽNÁ PALYNOLOGICKÁ ANALÝZA SPODNOKŘÍDOVÝCH ULOŽENIN NA PROFILU KOMORNÍ LHOTKA (VNĚJŠÍ ZÁPADNÍ KARPATY)

Preliminary palynological analysis of the Lower Cretaceous deposits in the
Komorní Lhotka section (Outer Western Carpathians)

Petr Skupien

Institut geologického inženýrství, VŠB-Technická univerzita, tř. 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba

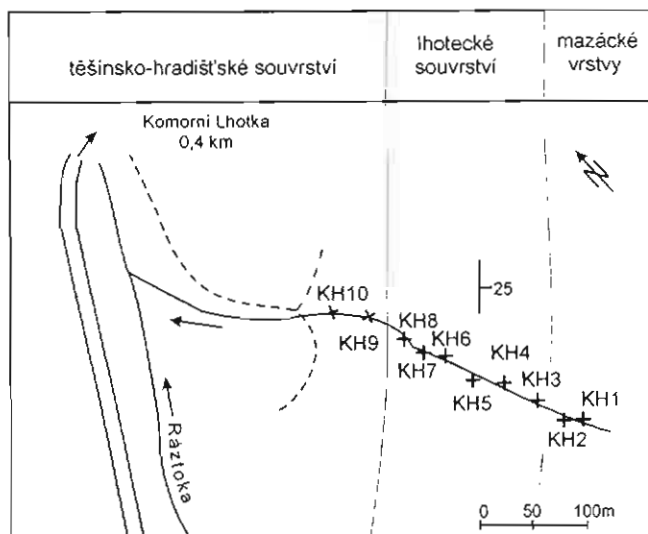
(25-22 Frýdek-Místek)

Key words: *Silesian Unit, Upper Aptian-Cenomanian, dinoflagellate cysts*

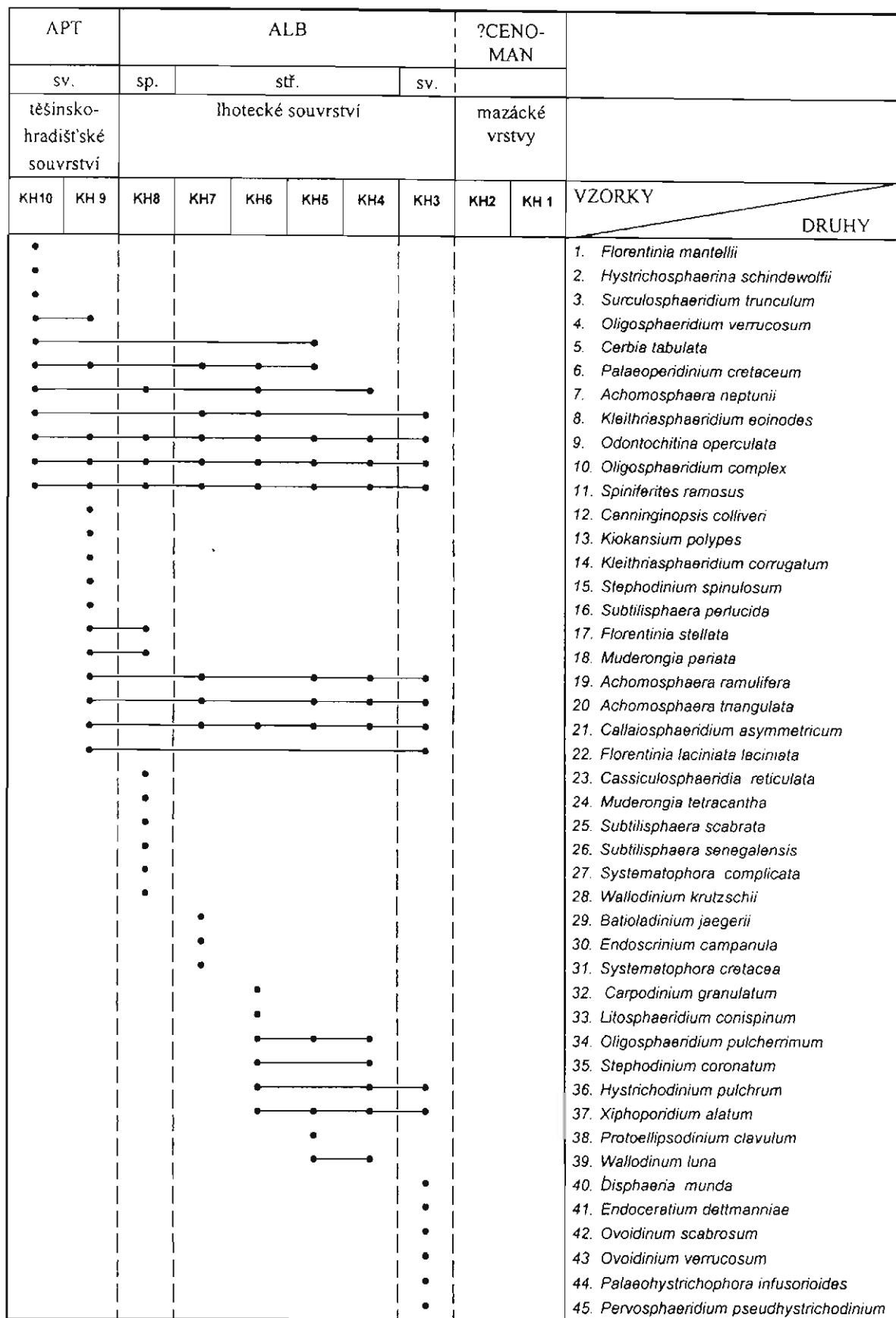
Abstract

This study presents the results of a palynological investigation of Upper Aptian - Cenomanian section in the Silesian Unit of the Outer Western Carpathians. The dinoflagellate cysts assemblages have been studied to examine stratigraphy and changes in palaeoenvironment. Several indicators, including a analysis of chosen groups of morphotypes of dinoflagellate cysts, species diversity and dominance, have been studied. A simplified classification of organic matter has been used to describe the total palynological content of the studied samples. The occurrence of the Neritic to Outer Neritic dinoflagellate cyst groups confirms the offshore depositional setting. However, the amounts of the Brackish dinoflagellate cyst group, Litoral dinoflagellate cyst group and sporomorphs in the studied section may suggest a redeposition of the near-shore material into the deeper part of the basin.

Práce uvádí předběžné výsledky kvalitativního a kvantitativního palynologického studia spodnokřídových sedimentů na profilu Komorní Lhotka náležejícímu slezské jednotce Vnějších Západních Karpat. Profil o délce 250 m se nachází v březích pravostranného přítoku říčky Ráztoka při jižním okraji obce Komorní Lhotka a 2 km východně od kopce Godula (kóta 738 m). Je tvořen výchozy šedých jílovců a prachovců těšínsko-hradištského souvrství, v jehož svrchní části se objevují desky pískovců s vložkami tmavošedých jílovců, dále následují výchozy šedozelených skvrnitých jílovců lhoteckého souvrství. Nejvyšší část profilu představují zelenošedé, místy červenohnědé, jílovce



Obr. 1 - Schematická mapka profilu Komorní Lhotka s lokalizací vzorků



Obr. 2 - Kvalitativní zastoupení stratigraficky významných a dominantních cyst dinoflagelát na profilu Komorní Lhotka

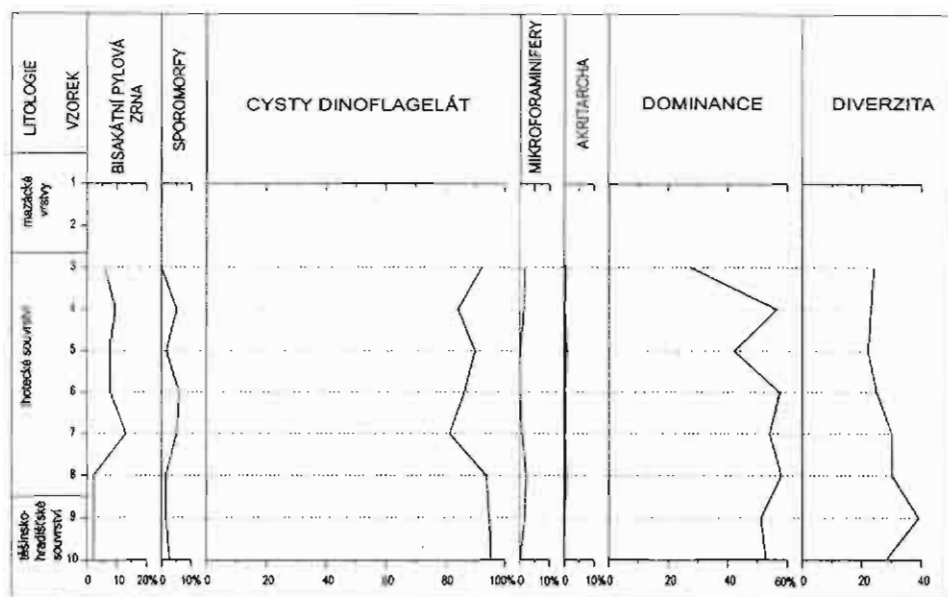
a prachovce mazáckých vrstev (obr. 1). Hanzlíková (1966) popisuje ze lhoteckého souvrství této lokality společenstva foraminifer spodního - svrchního albu.

Odebraných 12 vzorků bylo macerováno s použitím standardní palynologické techniky, tj. rozpouštění v HCl a

HF, oxidace v HNO₃ a následné síťování.

Preparáty jsem studoval jak kvalitativně pro bližší stratigrafické zařazení vzorků, tak kvantitativně. Kvantitativní studium zahrnuje:

1. spočítání více než 100 palynomorf rozdělených



Obr. 3 - Kvantitativní zastoupení palynomorf na profilu Komorní Lhotka

do 5-ti skupin (Wilpshaar - Leereveld, 1994) - bisakátní pylová zrna, ostatní sporomorfy, cysty dinoflagelát, mikroforaminifery a akritarcha, viz. obr. 3;

2. spočítání více než 250 určitelných cyst dinoflagelát rozdělených do 6-ti skupin (Leereveld 1995) viz. obr. 4;

3. určení druhové dominance a diverzity cyst dinoflagelát.

Výskyt stratigraficky významných a dominantních cyst dinoflagelát v jednotlivých vzorcích je na obr. 2. Hranici apt/alb lze na základě dinocyst proložit mezi vzorkem KH9 odebraným v těšínsko-hradištském souvrství a vzorkem KH8 odebraným v lhotském souvrství. Svrchní apt zde reprezentují druhy *Cerbia tabulata*, *Hystrichosphaerina schindewolfii*, *Oligisphaeridium verrucosum*, *Subtilisphaera perlucida* a *Surculosphaeridium trunculum*, které mají v tomto období poslední výskyt (Davey 1979; Below 1984). *Florentinia laciniata* se v jihovýchodní Francii poprvé objevuje ve svrchním aptu (Davey - Verdier 1974).

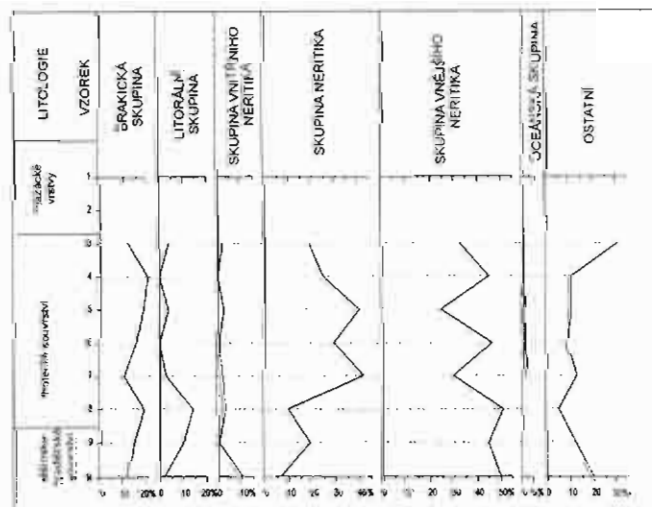
Hranici spodní/střední alb lze proložit mezi vzorky KH8 a KH7 odebranými ve lhotském souvrství. Tato hranice je charakterizovaná výskytem druhu *Systematophora cretacea* ve vzorku KH7, který je popisován ze středního albu (Davey 1979). Ve vzorku KH8 se objevují stratigraficky významné druhy *Canningia reticulata* a *Florentinia stellata*. První z nich je popisován ve spodním albu v severní Francii (Verdier 1974), druhý charakterizuje svým posledním výskytem hranici spodní/střední alb v sv. Africe (Below 1984). Zároveň lze od vzorku KH6 sledovat první výskyt druhu *Xiphophoridium alatum*, který se poprvé objevuje od středněalbské zóny E. lautus (Leereveld 1995).

Mezi vzorky KH4 a KH3 lze proložit hranici střední/svrchní alb na základě přítomnosti druhů *Endoceratium dettmanniae*, *Ovoidinium verrucosum* a *Palaeohystrichophora infusorioides*. Verdier (1974) ze severní Francie uvádí první výskyt těchto druhů od zóny S. dispar. Rovněž je ve vzorku KH3 hojně zastoupen druh *Pervospheridium pseudohystrichodinium* již dříve hojně

sledovaných ze svrchnioalbské části lhotského souvrství Skupien (1997).

Vzorky odebrané z mazáckých vrstev neobsahují žádné palynomorfy.

Podíváme-li se na obsah palynomorf v jednotlivých vzorcích (obr.3) převládají zde cysty dinoflagelát, které tvoří více jak 80% jejich palynologického obsahu. Pouze ve lhotském souvrství se objevuje více sporomorf a především bisakátních pylových zrn, což ukazuje na redepozici z příbřežní oblasti do hlubší části bazénu. Akritarcha a mikroforaminifery se ve vzorcích objevují zcela ojediněle. Ve složení společenstev cyst dinoflagelát (obr.4) převládají zástupci skupiny neritika až vnějšího neritika, o to především zástupci rodů *Oligosphaeridium* a *Spiniferites*. Skupiny dinoflagelát brakická, litorální a vnitřního neritika pravděpodobně představují alochtonní komponentu pocházející z příbřežního mělkomořského prostředí a podobně jako sporomorfy byly posléze transportovány do hlubší části bazénu. Pouze malé zastoupení oceánské skupiny ve lhotském souvrství středního a svrchního albu poukazuje na slabý přínos z prostředí oceánického, nebo je projevem postupného



Obr. 4 - Kvantitativní zastoupení jednotlivých skupin cyst dinoflagelát na profilu Komorní Lhotka

prohlubování pánve a sedimentace v bathyálu. Skupiny cyst dinoflagelát neritika a vnějšího neritika v tomto případě představují relativně autochtonní signál. Na základě této analýzy lze předpokládat maximální hloubku několik stovek metrů (pelagická sedimentace v oblasti hranice neritikum/bathyál) s postupným prohlubováním pánve ve středním a svrchním albu. Tomu také odpovídá relativně nízká diverzita a poměrně vysoká dominance. Jelikož ve složení společenstev palynomorf (tj. jednotlivých skupin

palynomorf a jednotlivých skupin cyst dinoflagelát) nelze sledovat výrazné změny, lze předpokládat relativně konstantní paleosedimentární prostředí.

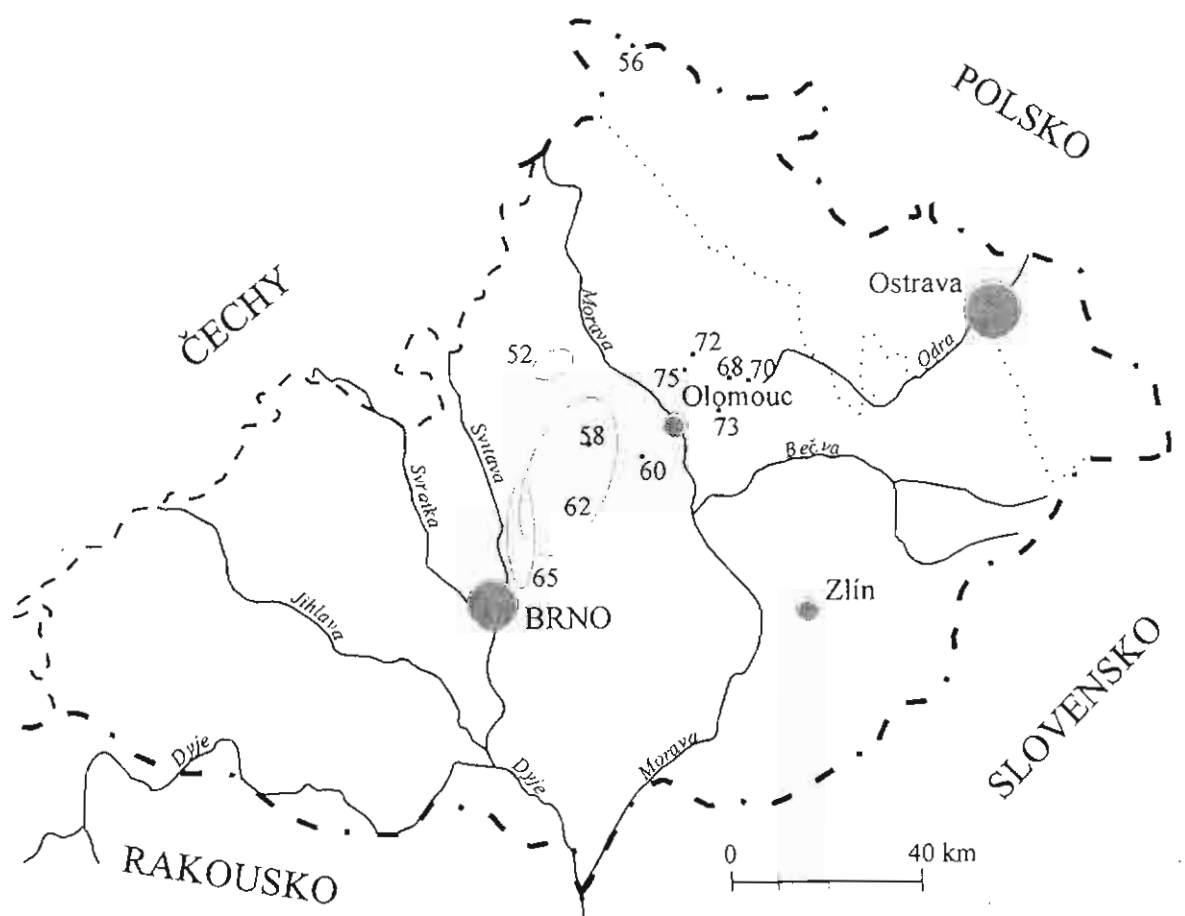
Rekonstrukce teploty oceánu na základě zastoupení cyst dinoflagelát je obtížná, jelikož většina z určených druhů se vyskytuje v celé Evropě (tj. v tethydni i boreální oblasti). Pouze *Hystriospharina schindewolfii* objevující se ve vzorku KH10 je typickým představitelem boreální oblasti (Leereveld 1995).

Literatura

- Below R. (1984): Aptian to Cenomanian dinoflagellate cysts from the Mazagan Plateau, Northwest Africa (Site 545 and 547, Deep Sea Drilling Project Leg 79). - Init. Rep. DSDP, 79, 621-649. Washington.
- Davey, R. J. (1979): Marine Apto-Albian palynomorphs from holes 400A and 402A, IPOD LEG 48, Northern Bay of Biscay. - Init. Rep. DSDP, 78, 547-577. Washington.
- Davey R. - Verdier J. P. (1974): Dinoflagellate cysts from the Aptian type sections at Gargas and La Bédoule, France. - Palaeontology, 17, 623-653. London.
- Hanzliková E. (1966): Die Foraminiferen der Lhoty-Schichten. - Čas. Morav. Muz. v Brně, Vědy přír., 60, 95-132. Brno.
- Leereveld H. (1995): Dinoflagellate cysts from the Lower Cretaceous Río Argos succession (SE Spain). - LPP Contribution Series, 2, 1-175. Utrecht.
- Skupien P. (1997): Inventory of Barremian - Albian dinoflagellate cysts of the Silesian Unit in the Outer Western Carpathians (Czech Republic). - Sborník věd. prací Vys. Šk. Báň. -TU, Ř. horn. -geol., 34 - 42, Ostrava.
- Verdier, J.P. (1974): Les kystes de Dinoflagellés de la section de Wissant et leur distribution stratigraphique au Crétacé moyen. - Revue de Micropaléontologie, Vol. 17, No. 4, 191-197. Paris.
- Wipshaar, M. - Leereveld, H. (1994): Palaeoenvironmental change in the Early Cretaceous Vocontian Basin (SE France) reflected by dinoflagellate cysts. - Review of Palaeobotany and Palynology, Vol. 84, 121-128. Amsterdam.

PALEOZOIKUM

PALAEOZOIC



ODRAZNOST VITRINITU BŘIDLIC “MÍROVSKÉHO KULMU” A DRAHANSKÉHO KULMU

Vitrinite reflectance of the selected Palaeozoic shales, Central Moravia

Eva Franců, Jiří Otava

Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno

Key words: Viséan, Devonian, shales, vitrinite reflectance, thermal history, Drahaný Upland

Pro srovnání tepelné a anchimetamorfnní historie složitě členěného paleozoika střední Moravy byla orientačně měřena odraznost organických macerálů v povrchových vzorcích černošedých jílovitých břidlic mohelnického souvrství tzv. “mírovského kulmu”, dále bouzovského kulmu a břidlic protivanovského a rozstáňského souvrství drahanského kulmu. Jako srovnávací soubor byly použity analýzy z padesáti vrtů na Konicku.

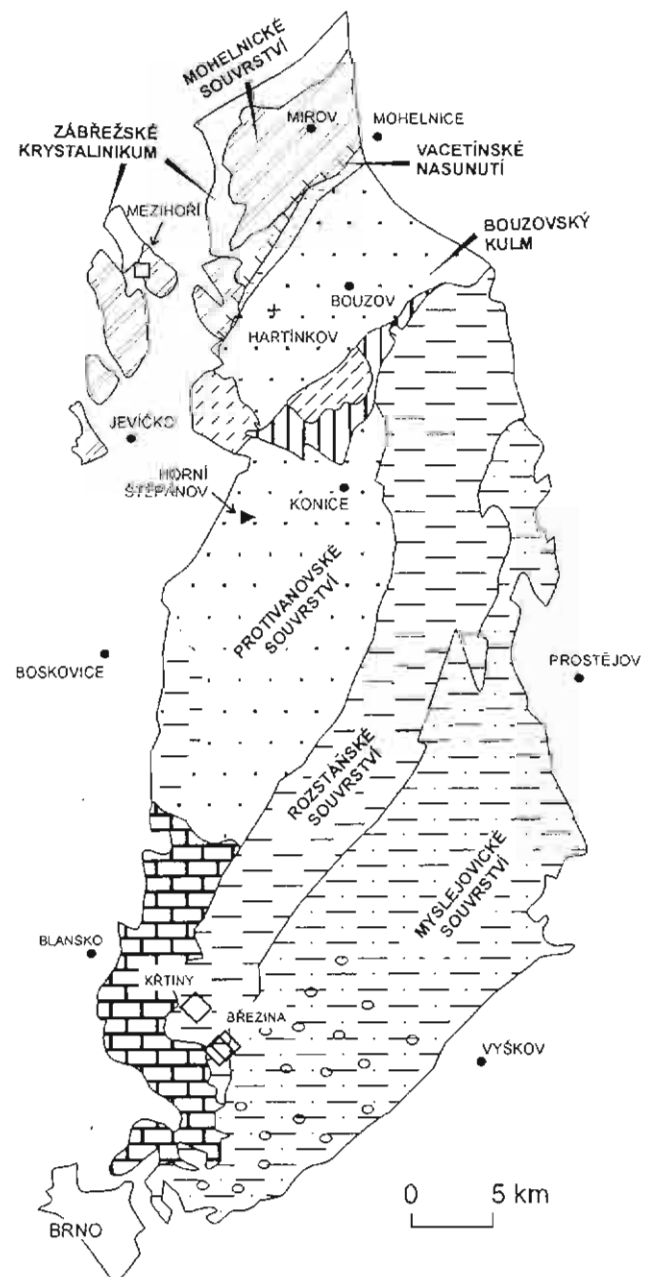
Stručný nástin geologie oblasti

Jak je patrné ze schematické mapky i z legendy diagramu, srovnávací soubor spolu s měřenými vzorky zahrnuje značnou část paleozoické sedimentace na Moravě. Ve srovnávacím souboru “Konicko” nejstarší vzorky náležejí vulkanosedimentárnímu slánsko-chabíčovskému souvrství spodno až střednedevoevského stáří. K předflyšovému vývoji náležejí dále vložky břidlic v rámci macošského a líšeňského souvrství a v jeseneckých vápencích. Tyto skupiny vzorků jsou středno až svrchnodevoevského stáří a zasahují do spodního karbonu. Do nejvyšší části předflyšového vývoje náležejí břidlice ponikevského souvrství rovněž přesahující ze svrchního devonu do spodního karbonu. Nejmladší skupina vzorků souboru “Konicko” patří protivanovskému souvrství drahanského kulmu viséského stáří. Pro širší regionální srovnání je v diagramu rovněž soubor vzorků ze svrchního karbonu vrtu Němčičky 1 pod příkrovy Západních Karpat a dva vzorky břidlic z kulmu jižního Polska Odra 3 a Odra 6.

Nově vzorkované břidlice pocházejí z kulmu východního a severního okolí Moravského krasu (myslejovické, rozstáňské a protivanovské souvrství) a z mapování na listech 1:50 000 Jevíčko 24-21 a Mohelnice 14-43 JTSK. Zahrnují jednak vývoj paleozoika západně od svinovsko-vranovského krystaliniku, jednak kulm Drahaný vrchoviny a Bouzovské pahorkatiny východně od vacetinského nasunutí obecně považovaného za pokračování tzv. moldanubického nasunutí. Poněvadž se již od dob Kettnerových vedou spory o vztazích, souvislostech a odlišnostech těchto paleozoických celků, viz např. Maštera, Otava (1996) a Otava, Sulovský (1997), chtěli jsme k řešení přispět posouzením tepelné historie obou celků.

Z látkového složení drob, slepenců, asociací průsvitných těžkých minerálů a asociací klastických granátů

vyplyvají značné rozdíly mezi siliciklastikami obou celků. Dosavadní výsledky porovnání siliciklastických sedimentů přiléhajících k svinovsko-vranovskému krystaliniku z východu a ze západu, se zvláštním zřetelem na břidlice, lze shrnout v tabulce 1.

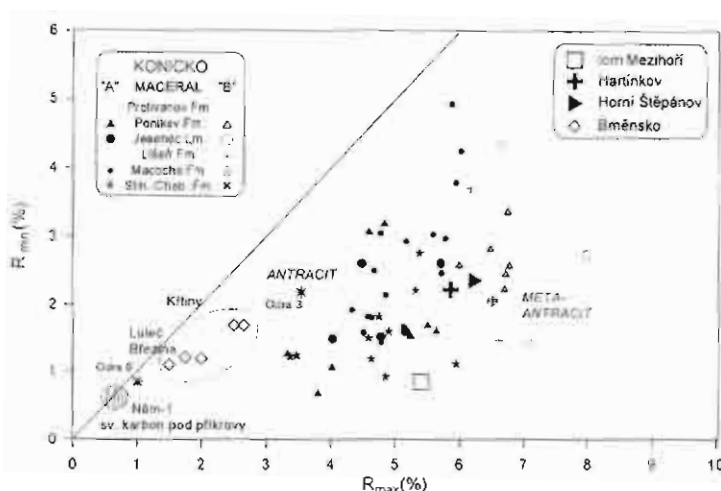


Obr. 1 - Geologická situace vzorkovaných souvrství Drahaný vrchoviny a sz. okolí s lokalizací odběrů

ZÁPADNĚ OD "NASUNUTÍ"	POUŽÍVANÉ NÁZVY OBECE	VÝCHODNĚ OD "NASUNUTÍ"
"mírovský kulm", mírovský vývoj mohelnické souvrství		bouzovský a drahanský kulm protivanovské souvrství
	POUŽÍVANÉ NÁZVY PRO PELITICKÝ VÝVOJ	
trnávecké břidlice, cimburské vrstvy		velenovské břidlice
	STÁŘÍ	
střední devon, givet - ?		spodní karbon, visé
	LITOLOGIE	
oligomiktní, často křemenné slepence, droby, rytmy, laminy, droby, rytmy, laminy, petromiktní slepence		
	LÁTKOVÉ SLOŽENÍ, RESP. ZRALOST BŘIDLIC	
až na výjimku nezralé břidlice		nezralé břidlice, poměry Al_2O_3 pod 10
poměry Al_2O_3 vesměs pod 10		

Tab. 1- Srovnání paleozoických celků ležících východně a západně od svinovsko-vranovského krystalinika

Z hlediska tektonické pozice vzorkovaných oblastí paleozoikum mohelnického souvrství leží na bohemiku, zatímco paleozoikum drahanského a bouzovského kulmu je součástí moravskoslezské oblasti.



Obr. 2 - Závislost maximální a minimální odraznosti vitrinitu (R_{min} a R_{max}) měřené v polarizovaném světle ve vybraných souvrstvích paleozoika Drahanské vrchoviny a přilehlé sz. oblasti. Stadia prouhelnění a grafitizace (antracit a metaantracit) jsou převzata podle klasifikace USA (Teichmüller et al. 1979)

Zhodnocení analyzovaných vzorků

Měření maximální a minimální odraznosti R_{max} a R_{min} (%) bylo provedeno standardní uhelně petrografickou metodou v polarizovaném světle (Teichmüller et al., 1979). Pro statistický výpočet reprezentativních hodnot R_{max} a R_{min} nebyly brány do úvahy inertinity, které při otáčení stolcem nezházejí.

Ze skupiny vzorků na Jevišku první vzorek náleží protivanovskému souvrství drahanského kulmu (Horní Štěpánov), další reprezentuje protivanovské souvrství bouzovského kulmu (Hartinkov) a poslední byl odebrán v cimburských vrstvách mohelnického souvrství tzv. "mírovského kulmu" (lom Mezihoří u Městečka Trnávky). Získané výsledky jsou srovnány s dříve naměřenými údaji (Střelcová et al. 1997) z oblasti konického paleozoika (obr. 1). Z obrázku vyplývá, že vzorky z drahanského a bouzovského kulmu mají velmi

blízké hodnoty R_{max} a R_{min} , zatímco vzorek z cimburských vrstev "mírovského kulmu" má více anizotropní vlastnosti s vyššími hodnotami R_{max} a nižšími R_{min} . Vyšší dvojnásobek ($R_{max} - R_{min}$), je typický pro vyšší tepelnou přeměnu a také pro zóny vyšší tektonické deformace (např. násunové plochy, Teichmüller et al. 1979). Ze souboru Konického mají velmi podobné hodnoty některé vzorky břidlic stínavsko-chabíčovského souvrství, ale i protivanovského souvrství. Celkově se však všechny analyzované vzorky neliší zásadním způsobem od konického paleozoika, a v uhelně grafitické vývojové řadě mají charakter rozhraní antracitu a metaantracitu.

Skupinka vzorků břidlic myslějovického a rozstáňského souvrství drahanského kulmu ze sv. okolí Brna se naproti tomu liší od vzorků Jeviška i Konicka dosti podstatně nižší tepelnou přeměnou. Obecným trendem v rámci drahanské části moravskoslezské kulmské pánve je tedy nárůst tepelné přeměny směrem k SSV.

Závěr

Orientační vzorek břidlic cimburských vrstev mohelnického souvrství má více anizotropní vlastnosti s vyššími hodnotami R_{max} a nižšími R_{min} , které odpovídají vyšší tepelné přeměně i stresovému poli. Vzorky odebrané z bouzovského a přilehlého drahanského kulmu jsou si navzájem velmi blízké a ve srovnání s "mírovským kulmem" se jeví jako o něco méně tepelně přeměněné. Žádný z uvedených vzorků se zásadně neliší svými hodnotami od paleozoických břidlic Konicka. Zajímavé je zjištění, že naměřené hodnoty odraznosti vitrinitu nemají závislost na stáří a chemické zralosti analyzovaných břidlic - viz např. prolínání poli protivanovského a stínavsko-chabíčovského souvrství.

Naproti tomu jsou naměřené hodnoty R_{max} výrazně nižší v kulmu severovýchodního okolí Brna - viz vzorky Březina, Křtiny z rozstáňského souvrství a Luleč ze souvrství myslějovického. Z toho můžeme vyvozovat nárůst tepelné přeměny a/nebo stresového pole v drahanské části moravskoslezské pánve od JJZ k SSV. V této souvislosti bude zajímavé, kam padnou hodnoty R_{max} a R_{min} břidlic vystupujících v tektonických šupinách lemujících brněnský masív na západě a boskovickou brázdou na východě.

- Maštera, L.- Otava, J. (1995): Příspěvek k chemismu, petrografii a genezi paleozoických břidlic střední Moravy. Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 61-64. Brno. Paleozoikum.
- Otava, J.- Sulovský, P. (1997): Materiálové srovnání mohelnického souvrství mírovského vývoje paleozoika a moravsko-slezského kulmu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 76-78. Brno.
- Střelcová, E.- Franců, J.- Poelchau, H.S. (1997): Model tepelné historie paleozoika Konicka na základě odraznosti vitrinitu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 83-85, Brno.
- Teichmüller, M.- Teichmüller, R.- Weber, K. et al. (1979): Inkohlung und Illit-krystallinität Vergleichende Untersuchungen im Mesozoikum um Paläozoikum von Westfalen.- Fortsch. Geol. Rheinld. u. Westfal., 27, 201-276. Krefeld.

NÁSTIN VARISKÉ TEKTONICKÉ ROTACE NA MORAVĚ PŘI HLUBOKÉM PORUŠENÍ KŮRY

Outlines of Variscan tectonic rotation with deep dislocation of the crust

Jindřich Hladil

Geologický ústav AV ČR, odd. stratigrafické geologie, Rozvojová 135, 16502 Praha 6 - Suchbát, b

e-mail: lucie@gli.cas.cz

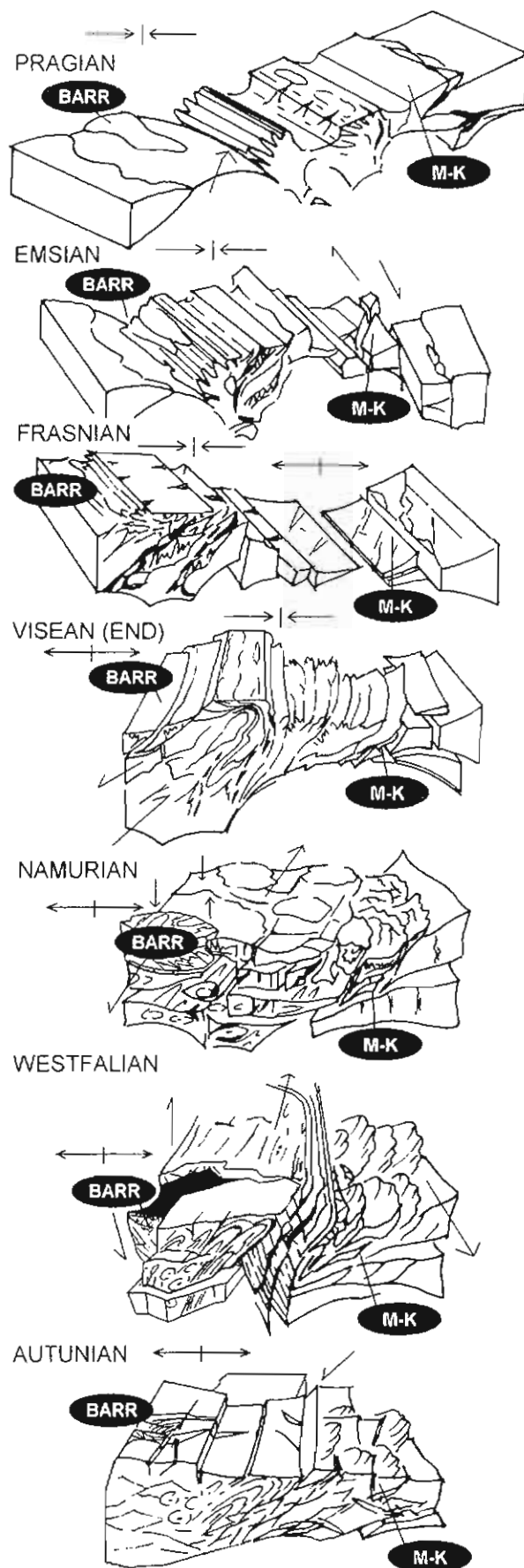
Key words: Variscan tectonic settings, evolution of orogen, geological sections, E part of the Bohemian massif, Moravia and Silesia

Hrubé obrysy možného tektonického scénáře (obr. 1) odrážejí tyto skutečnosti: spodnodedovskou příbuznost Barrandienu k peri-gondwanským pánvím, přítomnost magmatického oblouku, a také indikaci starších obloukových hornin (např. Franke 1997, Patočka - Hladil 1997), givetské dosunutí (např. Kukul - Jäger 1988, Galle et al. 1995), otevření pánve v zaobloukové pozici (např. Ziegler 1988, Franke et al. 1995), vytvoření kulmu a stohování s inverzní metamorfni zonací, spolu s kolapsně extenzním vysunutím moldanubika (např. Schulmann - Ledru 1993, Zulauf et al. 1997, Otava 1998), rotaci, další příkrovové sunutí na SSV (např. Hladil 1991), umísťování viséských-namurských plutonitů (např. Dörr et al. 1997, Holub et al. 1997), vznik moravské střížné zóny a permskou extenzi (např. Melichar 1995).

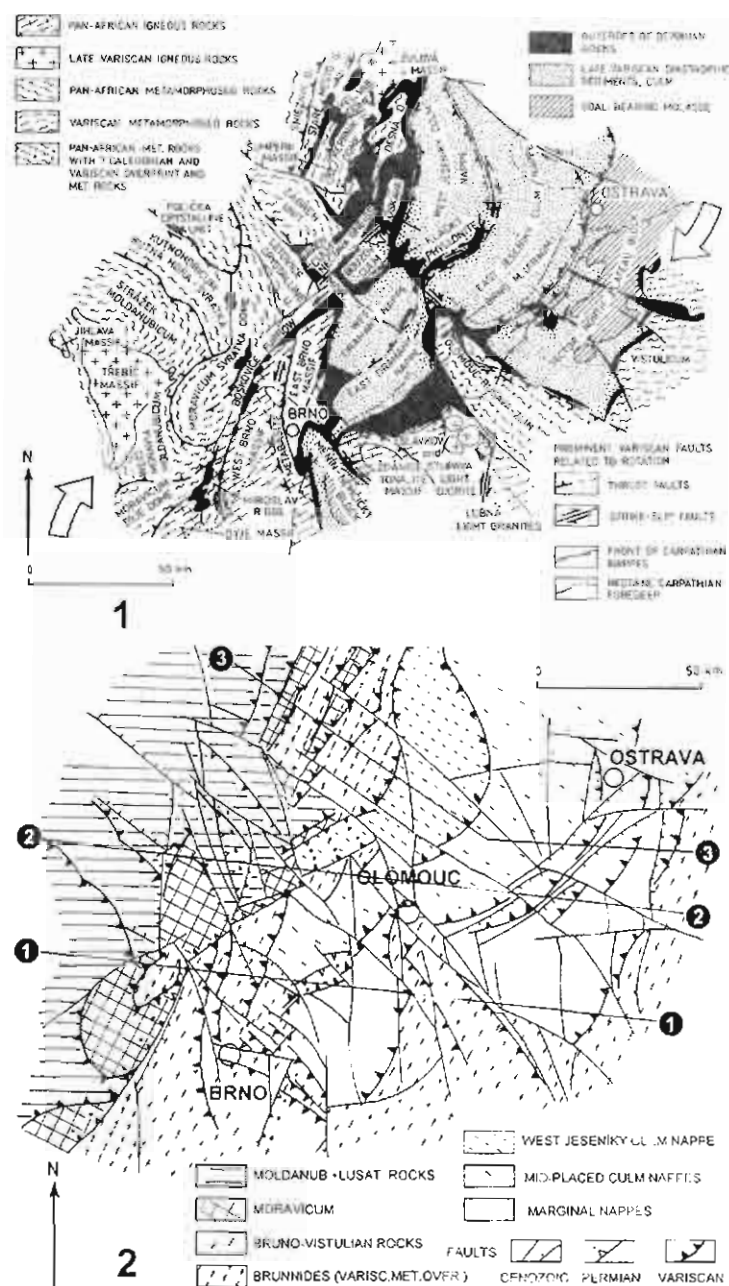
Zvyšující se tektonický neklid při postupném dosunutí barrandienských úseků je chápán ve vztahu k novým indikacím vzdálené přítomnosti spodnodedovského magmatického oblouku na S Moravy a Z Hor. Slezska (Patočka - Hladil 1997): dacity a jeden metabazit - Rýmařov a Zlaté Hory, vzácné zeminy z kvarcitů v Hrubém Jeseníku a jejich ekvivalentů ve strzelinském krystalinickém masívu a také ve vztahu k silurským obloukovým horninám na J středoněmeckého hřbetu, a pozdně devonským obloukovým plutonitům Odenwaldu (Franke 1997). Zatímco u pozdně devonského oblouku je klastiky pokrývané předpolí na rhenohercyniku a laurusijský segment byl podsouván k jihu, spodno a středně

devonské barrandienské pánve se dosouvaly ze strany Gondwany v režimu velmi šikmo konzumované desky, s následným pokrytím klastiky a pravděpodobným vnošením a odloučením od této konzumované desky. To ovšem znamená, že tato perigondwanská deska byla podsouvána (vtahována) k severu. Navrhované řešení je, že tento dílčí oblouk musel do frasnú zaniknout, kolidovat s odumřelými obloukovými masivy ze siluru a dostat se do prostoru s jižním podsouváním okrajových laurusijských segmentů (prapůvodně také gondwanských, akretovaných na počátku paleozoika). Pánve zanikající ve stř. a sv. devonu Sudet odpovídají této dílčí kolizi. To je sice v rozporu s představou kontinuálně konzumované laurusijské desky (Finger - Steyrer 1995) a hladkého, rozsáhlého styku dvou superdesek, ale v nápadném souladu s řešením dosouvání sasko-durynského prekursoru (Berthelsen 1992). Na druhé straně je dnes paleomagneticky, faciálně, faunisticky a floristicky zjevné, že gondwansko-laurusijský meziprostor se od staršího do mladšího devonu příliš nezužoval, pouze se měnily dimenze jednotlivých pánví. Reické pánve zanikaly a rýnsko-harzské se rozšiřovaly (Franke et al. 1995, Hladil et al. 1996). Meziprostor měl komplikovanou stavbu odpovídající přítomnosti menších, rotovaných desek (analogie Karibské oblasti či východnímu Středomoří).

Podstatnými rysy mladšího devonu je postupné ztlušťování kůry v kolizní zóně (dosunutí moldanubického prekursoru) a další mohutné extenze a prohloubení

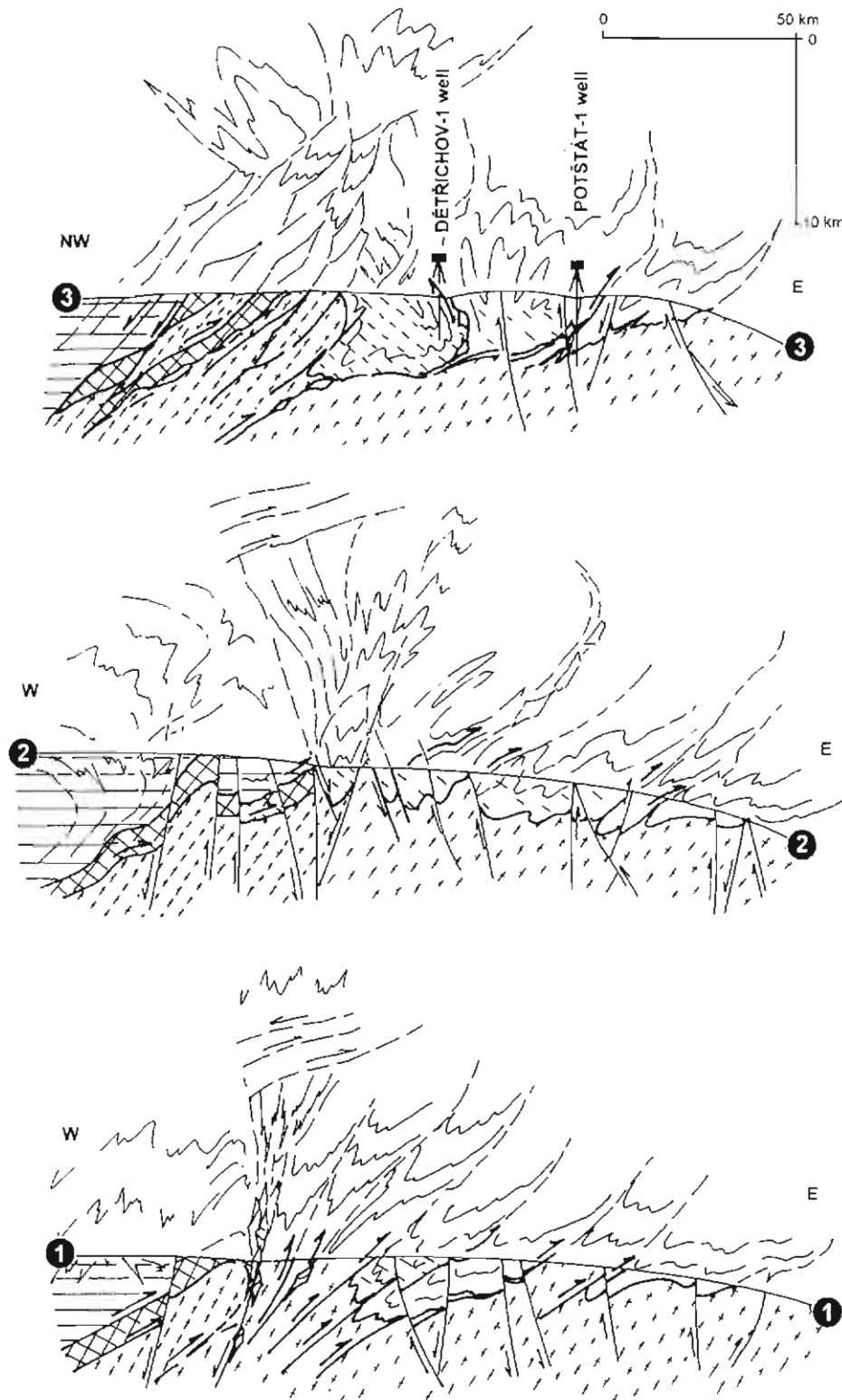


Obr. 1 - Hrubý obrys možného scénáře vývoje variscid se zretelem k úseku Moravy



Obr. 2 - (1) Odkrytá mapa Moravy se zdůrazněním devonských výchozů lemuujících švy mezi masivy. Geometrie odpovídá druhé části scénáře a variské rotaci ve směru hodinových ručiček. (2) Zjednodušená odkrytá mapa se zohledněním kenozoických zlomů, umístění geol. řezů 1-3

některých moří v okraji Laurusie (Konicko - Bábek 1996). Základním řídícím momentem je pravostranný stříh v celém gonwansko-laurusijském prostoru (Arthaud - Matté 1977), jehož důsledkem je pull-apart, střídání komprese a extenze. Kulminace ztlusťování kůry musela vyvolat již na počátku karbonu první gravitační kolaps na místě Českého masivu (Zulauf et al. 1996). Uzavírání pánví rýnského typu započaté nahromaděním-přepřacováním teránů pokračovalo bočním vyhřeznutím hlubších korových částí moldanubika. Starokarbonská rotace Moravy ve směru hodinových ručiček pokračovala novým namurským sešupnutím již deformovaného kulmu včetně jeho okolí (Hladil 1991). Převážná část plutonitů ČM byla vytvořena při max. korovém ztlusťování ve star. visé a vmístěna během extenzí visé-namur (Holub et al. 1997). Kolaps



barrandienských bloků z vyvýšené pozice „tibetského platô“ (Zulauf et al. 1997) započatý na konci devonu pokračoval až do wesfálu, vyživajíc možnosti dílčích extenzních konfigurací. Pozdní, ale významný prvek deformace je moravská střižná zóna, která opět pozměnila umístění a tvar variských jednotek. Permská konzolidace kůry, včetně její eroze a extenze způsobila další pohyby.

V důsledku paleozoické tektoniky jsou výchozy devonu na odkryté mapě (obr. 2/1) vázány na švy mezi masivy. Jejich geometrie odpovídá tvarům ve druhé části možného scénáře a odráží rotaci ve směru hodinových ručiček, při posloupnosti několika deformačních konfigurací. Ztlustění kůry provázené hlubším porušením je navrženo také pro úsek brunovistulika, kde se objevují také variské magmatity (Dudek 1980, Klominský - Dudek 1994).

Mezozoické pohyby nejsou specifikovány. Mapa a profily (obr. 2/2 a 3) však ukazují důležitost kenozoických zlomů, alespoň pro křehkou část kůry, která mohla být odloučena odrážejíc zatížení okraje Alp a Záp. Karpat (srov. Zulauf - Duyster 1997). Svrchní kůra mohla být nasunována k J, později k V, a byla postižena neogenní rotací proti směru hodinových ručiček se vznikem pánví pull-apart (Hubatka - Krejčí 1996). Následně je struktura modifikována pliocenním-pleistocenním extenzním propadáváním částí karpatské předhlubně a hrásťovým výstupem části krystalinických komplexů v karpatském předpolí (zmlazení starších zlomů a nové zlomy, zvl. směru SZ-JV).

Obr. 3 - Řezy 1-3 k mapě 2(2). Představa o dnešních a erodovaných strukturách (pozice moravika, konz. R. Melichara)

Studie byla podpořena granty GACR 205/98/1347 „Paleobiogeography of the Mid-Paleozoic with Emphasis on Bohemian Massif“, a PALSIRP 97/20/161 „Devonian Sequences, Basin Fills and Terranes: Central European NGM-SLM“.

Literatura

- Arthaud, F. - Matte, Ph. (1977): Late Paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and Northern Africa: result of right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. - *Geol. Soc. Amer., Bull.*, 88, 1305-1320. Tulsa.
- Báček, O. (1996): Thinning and fining-upward megasequences in Middle Devonian carbonate slope deposits, Moravia, Czech Republic. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 202, 3, pp. 409-432. Stuttgart.
- Dörr, W. - Zulauf, G. - Fiala, J. - Schastok, J. - Scheuvens, D. - Wulf, S. - Vejnar, Z. - Ahrendt, H. Wemmer, K. (1997): Dating of collapse related plutons along the West- and Central Bohemian shear zones (European Variscides). - *SPP Kolloquium Orogene Prozesse, Bayreuth March 13-14 1997, Terra Nostra*, 5, pp. 31-34.
- Finger, F. - Steyrer, H.P. (1995): A tectonic model for the eastern Variscides: Indications from a chemical study of amphibolites in the south-eastern Bohemian Massif. - *Geologica Carpathica*, 43, 3, 137-150. Bratislava.
- Franke, W. (1997): Tectonic and plate tectonic units at the north Gondwana margin: evidence from the central European Variscides. - *First Int. conf. North Gondwanan mid-Paleozoic biodynamics, IGCP-421, Geol. B.-A., Sept. 17-21, pp. 15-20. Vienna.*
- Franke, W. - Dallmeyer, R.D. - Weber, K. (1995): XI Geodynamic evolution. - In: R.D. Dallmeyer, W. Franke and K. Weber, eds., *Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe*, pp. 579-594. Springer Verlag, Berlin.
- Dudek, A. (1980): The crystalline basement block of the outer Carpathians in Moravia - Brunovistulicum. - *Rozpr. Čes. Akad. Věd, Ř. mat.-přír. věd*, 90(8), pp. 1-88. Prague.
- Galle, A. - Hladil, J. - Isaacson, P.E. (1995): Middle Devonian biogeography of closing south Laurussia - north Gondwana Variscides: Examples from the Bohemian Massif (Czech Republic), with Emphasis on Horni Benešov. *Palaios*, 10, pp. 221-239. Lawrence.
- Hladil, J. (1991): Thrusts within the southern closure of the Moravian Karst (map sheet 24-413 Mokrý-Horákov) (in Czech). - *Zpr. geol. Výzk. r. 1989*, 80-81. Czech Geol. Surv. Prague.
- Hladil, J. - Galle, A. - Čejchan, P. (1996): Early Variscan configuration, Emsian-Eifelian, 394-380 Ma. (in Czech). *Zpr. Geol. Výzk. v r. 1995, Czech Geol. Surv.*, pp. 85-88. Prague.
- Hubatka, F. - Krejčí, O. (1996): A contribution to the pull-apart theory of the origin of the Vienna Basin based on an analysis of geological and reflection-seismic data. - *Explor. Geophys., Rem. Sens. Env.*, 3, 1, pp. 2-5. Prague.
- Holub, F.V. - Cocherie, A. - Rossi, P. (1997): Radiometric dating of granitic rocks from the Central Bohemian Plutonic Complex (Czech Republic): constraints on the chronology of thermal and tectonic events along the Moldanubian-Barrandian boundary. - *C. R. Acad. Sci. Paris, Earth and Planet. Sci.*, 325, pp. 19-26. Paris.
- Klomínský, J. - Dudek, A. (1994): Plutonites. - In: Klomínský, J. (ed.), *Geological Atlas of the Czech Republic, Stratigraphy, Sheet 15. Czech Geological Survey, Prague.*
- Kukal, Z. - Jäger, O. (1988): Siliciclastic signal of the Variscan orogenesis: the Devonian Srbsko Formation of central Bohemia. - *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 63(2), 65-80. Praha.
- Melichar, R. (1995): Relationship among the Moldanubicum, Svratka and Polička crystalline units within the framework of the geology of the eastern margin of the Bohemian Massif (in Czech). - *Geol. Výzk. Mor. Slez.*, 2, pp. 96-98. Brno.
- Otava, J. (1998): Evidence of granulite uplift in Variscan siliciclastics: south-east margin of the Bohemian Massif. - *POCEEL, Paleozoic orogene and crustal evolution of the European lithosphere, Int. conf. 650th anniv. of Charles University, Sept. 30-Okt. 3. Prague.*
- Patočka, F. - Hladil, J. (1997): Indications of possible magmatic-arc / back-arc tectonic setting in the northern part of the Bohemian Massif during early Paleozoic. *First Int. conf. North Gondwanan mid-Paleozoic biodynamics, IGCP-421, Geol. B.-A., Sept. 17-21, pp. 45-46. Vienna.*
- Schulmann, K. - Ledru, P. (1993): Inverted strain zonation and large scale strain partitioning in middle crust during the nappe pile building. - *Seventh Meeting of the European Union of Geosciences Strasbourg, Terra Abstracts, Supplement 1. Terra Nova*, 5, p. 245. Oxford.
- Ziegler, P.A. (1988): Laurussia - The Old Red Continent. - In: N.J. McMillan - A.F. Embry - D.J. Glass (eds), *Devonian of the World, Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 14(1)*, pp. 15-48. Calgary.
- Zulauf, G. - Dörr, W. - Fiala, J. - Vejnar, Z. (1997): Lower Carboniferous lift tectonics in the Bohemian Massif: a special kind of gravitational collapse in thickened orogenic crust. - *SPP Kolloquium Orogene Prozesse, Bayreuth March 13-14 1997, Terra Nostra*, 5, pp. 216-218.
- Zulauf, G. - Duyster, J. (1997): Supracrustal intraplate thickening of Variscan basement due to Alpine foreland compression: results from the superdeep well KTB (Bohemian Massif, Germany). - *Tectonics*, 16, 5, pp. 730-743. Boulder.
- Zulauf, G. - Scheuvens, D. - Dörr, W. - Fiala, J. - Handy, M. - Kleinschmidt, G. - Z. Vejnar (1996): Die Grenze Tepla-Barrandium/Moldanubicum s.str.: Ergebniss von gravitativem und rheologischem Plactcaukollaps. - *3. Kolloquium SPP „Orogene Prozesse“, M.S., 3 pp. Giessen.*

PŘEHLED ZÁKLADNÍCH EUSTATICKÝCH RYSŮ DEVONSKÝCH PÁNVÍ ČESKÉHO MASIVU: RŮZNÉ TEKTONICKÉ SITUACE

An overview of basic eustatic features of the Devonian basins in Bohemian Massif: different tectonic settings

Jindřich Hladil

Geologický ústav AV ČR, odd. stratigrafické geologie, Rozvojová 135, 16502 Praha 6 - Suchbátka,

e-mail: lucie@gli.cas.cz

Key words: sea-level changes, accumulation of sediments, Devonian basins, Bohemian Massif

Regionální literatura obsahuje v současné době velké množství rozdílných a často protichůdných údajů o změnách výšky mořské hladiny. Data z Moravského krasu odpovídají širokému zaplavení fundamentu během stří. givetu a frasnú (Zukalová 1980, Hladil 1988). Na druhé straně, data ze hřbetů uvnitř hlubší pánve ukazovala na givetské vynoření (Šternberk a Horní Benešov, Dvořák et al. 1983, Galle et al. 1995). Zatímco Bábek (1996) dokumentoval výrazné prohlubování sedimentačního prostoru tzv. přechodných faciích na Moravě, pro oblast Tišnovska je zřejmě frasnské vynoření (Hladil 1994). Případ moravského famenu byl ještě více diskutován. Zatímco Dvořák et al. (1986) dokládají regresí famenu z platform, jiní autoři akcentovali pelagický charakter famenských cefalopodových vápenců (např. Chlupáč 1988).

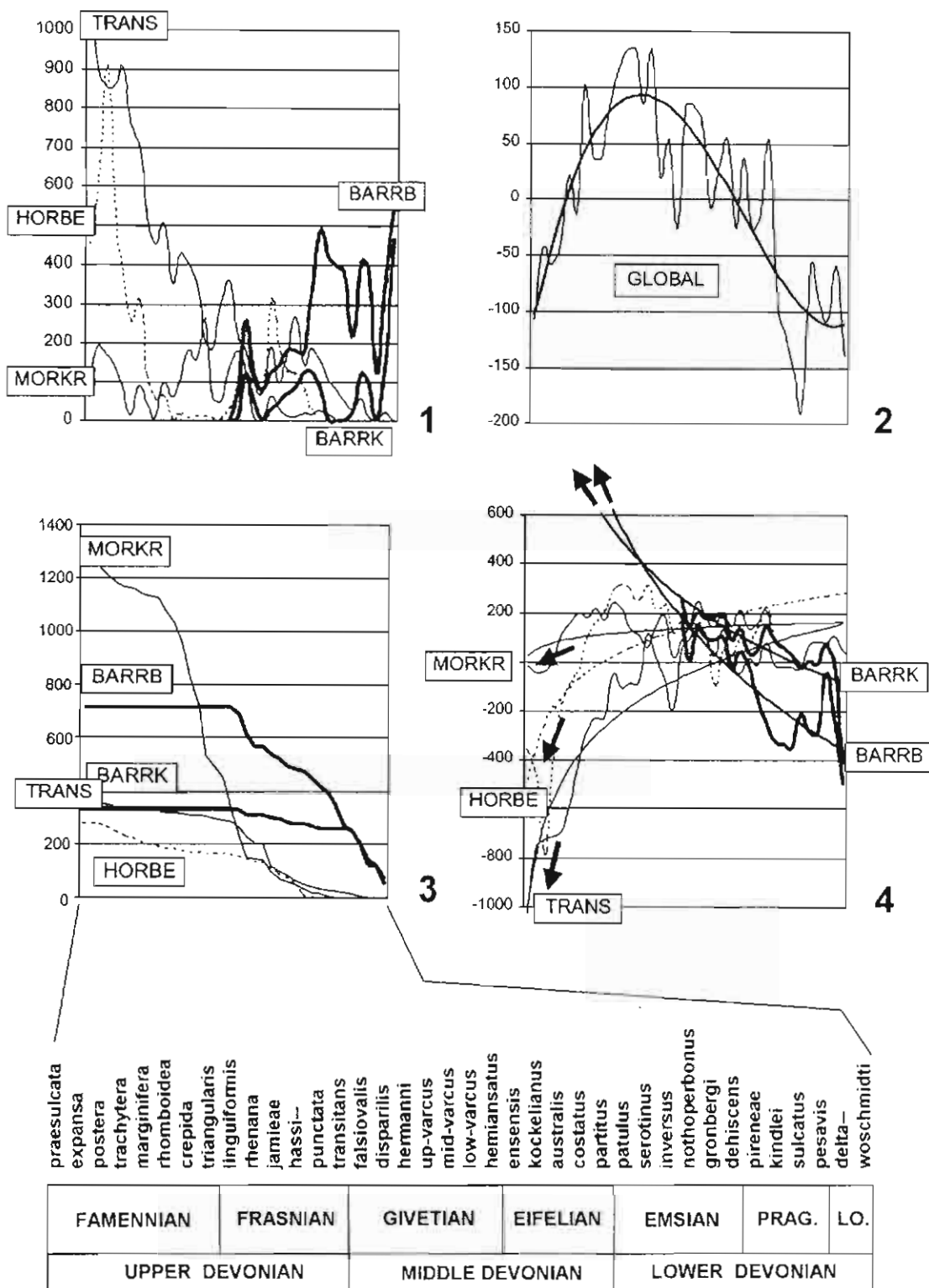
Nebo, ve středočeském spodním emsu (zlíchovu), je navrženo změlčení pro úsek Koněprus (hiát), v jiných částech Barrandienu prohloubení (Chlupáč et al. 1992). Také průměrná data ze širokých regionů (např. Johnson - Sandberg 1988, Hladil 1986, Shen 1996) se liší od globálních hodnot (Morrow et al. 1995).

Interpretace úvahou mohou vést k nejasnostem a je nezbytné započít studie, které jsou založeny výlučně na kvantitativních měřeních a kvalifikovaných odhadech. Jsou zde mezery v datech i systematičnosti vyhodnocení. Současný pokus se skládá z těchto kroků: Bylo vybráno 5 pánevních výplní poskytujících delší intervaly relevantních dat (Barrandien-Koněprusy, Barrandien-pánev, tzv. přechodní facie devonu na Moravě, facie Moravského krasu a facie vulkánů Horní Benešov). Všechny 5 výplní bylo korelováno podle stejné konodontové škály (38 zón). Pro každý úsek byla hledána nejlepší (=nejpravděpodobnější) hodnota mocnosti sedimentu a výšky vodního sloupce. Mocnost sedimentu připadající na jednu konkrétní zónu je většinou přímo založena na známých nálezech konodontů. Korelace korálových zón je potřebná v případě stří. devonu Mor. krasu. Kromě platformních období Moravského krasu se mocnost sedimentu nerovná subsidenci (zaplnění

k hladině), ale je pouze malým zlomkem výšky vodního sloupce. Hloubka vodního sloupce byla odvozována od faciálního významu sedimentu, fauny, s ohledem na laterální souvislosti a pravděpodobný úhel svahu. Odhadování hloubky, je-li vázáno vertikálně i laterálně je méně riskantní, než se zdá na první pohled. Vertikální a laterální napojení totiž obvykle omezují možnou odchylku od střední hodnoty na 30%. Pro přechodní facie na Moravě byly striktně zohledněny konzultace poskytnuté O. Bábkem v roce 1997, pro Barrandien bylo profitováno z trendů bez kvantifikace, poskytnutých I. Chlupáčem v témže roce. V dalším kroku byla kvantifikována globální eustatická křivka Morrow et al. (1995). Její škála byla nastavena podle poklesů na F/F a E/G eventech (min. 80 m) a podle pravděpodobného rozdílu prag-givet (min. 200 m). Toto nastavení je spíše nižší než vyšší, mezi těmi, která mohou připadat v úvahu. Po odečtení hodnot globální křivky od hodnot pro jednotlivé pánve je získán rozdíl, který, vyjádřen v obrácených hodnotách (-), ukazuje vzestup nebo pokles korového fundamentu.

Pro evidentní zatížení dat chybou (z vodního sloupce, hodnot reprezentujících pánev a globální aproximace) nelze považovat interpretaci vertikálního pohybu fundamentu za "tvrdá data", což je obecný problém modelování. Trendové linie, obr. 1(4), však neukazují podstatné změny ani při zavedení okrajové geologicky pravděpodobných dat do vstupů a lze je proto považovat za nepochybný výsledek: tři z moravských pánví vykazují soustavný pokles a dvě z českých soustavný zdvih. Pozdně devonská akcelerace a rozkmitání poklesu i zdvihu se liší od hladkého nebo schodovitého vývoje pro teplotní isostázi, ale podobají se rozkmitaným křivkám reálným pro transpresi (Čechy) a transtenzi (Morava).

Studie byla podpořena granty PALSIRP 97/20/161 "Devonian Sequences, Basin Fills and Terranes: Central European NGM-SLM" a GAASCR A3/013/809 "Assessment of Regional and Eustatic Sea Level Changes at the Devonian Carbonate Platform Bordering Southeastern Edge of the Bohemian Massif".



Obr. 1- Vývoj parametrů s ohledem na eustatiku pánví: Čechy: BARRK - koněpruský segment v Barrandienu, BARRB - hlubší pánevní segmenty v Barrandienu. Morava: TRANS - přechodní facie moravského devonu, MORKR - facie Moravského krasu, HORBE - facie hřbetů uvnitř hlubší pánve: (1) Výška vodního sloupce vč. sedimentu, počítaná pro každou konodontovou zónu zvlášť (žádné hodnoty nejsou kumulovány). (2) Eustatická křivka podle Morrowa et al. (1995) představující globální průměr známých dat, nastavená v metrech podle F/F a E/G eventů. Nulová úroveň v devonském průměru. (3) Kumulativní křivky přibývajících mocností devonského sedimentu v pánvích. (4) Rozdíl mezi lokální a globální výškou mořské hladiny. Hodnoty jsou obrácené (-), takže obrázek ilustruje přímo tektonický zdvih nebo pokles podkladu.

Fig. 1- Evolution of parameters with respect to eustasy of the basins: Bohemia: BARRK - Koněprusy segment in Barrandian, BARRB - deeper basin segments in Barrandian. Moravia: TRANS - transition facies of the Moravian Devonian, MORKR - facies of the Moravian Karst, HORBE - facies of the ridges surrounded by deeper parts of the basin. (1) Height of water column, incl. sediment, calculated for each conodont zone separately (no values are cumulated). (2) Eustatic curve according to Morrow et al. (1995); a global average of known data; here calibrated by the F/F and E/G events; the zero level at the Devonian mean value. (3) Cumulative curves display the increasing thicknesses of the Devonian sediment in the basins. (4) Difference between the local and global sea-level heights. The values were inverted (-), so that the diagram illustrates directly the tectonic uplift or drop of the basement.

Literatura

- Bábek, O. (1996): Thinning and fining-upward megasequences in Middle Devonian carbonate slope deposits, Moravia, Czech Republic. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 202, 3, pp. 409-432. Stuttgart.
- Chlupáč, I. (1988): The Devonian of Czechoslovakia and its stratigraphical significance. – In: N.J. McMillan - A.F. Embry - D.J. Glass (eds), Devonian of the World, Canad. Soc. petrol. Geol. Mém., 14(1), pp. 481-497. Calgary.
- Chlupáč, I. - Havlíček, V. - Kříž, J. - Kukal, Z. - Štorch, P. et al. (1992): Paleozoic of the Barrandian area (Cambrian-Devonian) (in Czech). – Čes. geol. Úst., pp. 1-292. Prague.
- Dvořák, J. - Friáková, O. - Hladil, J. - Kalvoda, J. - Kukal, Z. - Bless, M.J. (1986): A field trip to the Famennian of the Moravian Karst. – Ann. Soc. géol. Belg., 109, pp. 267-273 (Aachen). Bruxelles.
- Dvořák, J. - Friáková, O. - Kukal, Z. - Otava, J. (1983): Stratigraphic and facies evolution of Paleozoic sediments near Šternberk (Nízký Jeseník Mountains, Czechoslovakia) (in Czech). – Čas. Mineral. Geol., 28(4), pp. 397-414. Prague.
- Galle, A. - Hladil, J. - Isaacson, P. E. (1995): Middle Devonian biogeography of closing South Laurussia - North Gondwana Variscides: examples from the Bohemian Massif (Czech Republic), with emphasis on Horní Benešov. – Palaios, 10, pp. 221-239. Lawrence.
- Hladil, J. (1986): Trends in the development and cyclic patterns of Middle and Upper Devonian buildups. – Facies, 15, pp. 1-34. Erlangen.
- Hladil, J. (1988): Structure and microfacies of the Middle and Upper Devonian carbonate buildups in Moravia, Czechoslovakia. – In: N.J. McMillan - A.F. Embry - D.J. Glass (eds), Devonian of the World, Canad. Soc. petrol. Geol. Mém., 14(2), pp. 607-618. Calgary.
- Hladil, J. (1994): Moravian Middle and Late Devonian Buildups: evolution in time and space with respect to Laurussian shelf. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 172, pp. 111-125. Frankfurt a. M.
- Johnson, J.G. - Sandberg, C.A. (1989): Devonian eustatic events in the Western United States and their biostratigraphic responses. – In: N.J. McMillan - A.F. Embry - D.J. Glass (eds), Devonian of the World, Canad. Soc. petrol. Geol. Mém., 14(3), pp. 171-178. Calgary.
- Morrow, J.R. - Schindler, E. - Walliser, O.H. (1995): Phanerozoic Development of Selected Global Environmental Features. – In: O.H. Walliser (ed.) Global Events and Event Stratigraphy, Springer Verl., pp. 53-61. Berlin.
- Shen Jian-wei (1995): Middle-Upper Devonian conodont succession and sea-level change in Guilin. – A. micropalaeont. sin., 12(3), pp. 251-273. Beijing.
- Zukalová, V. (1980): Stromatoporoids in the Devonian carbonate complex in Moravia (Czechoslovakia). – A. palaeont. pol., 25(3-4), pp. 671-679. Warszawa.

VÝZNAM ICHNOFOSILIÍ V MÍROVSKÉM „KULMU“

Importance of ichnofossils in the Mírov „Culm“

Martin Janoška, Ilja Pek, Jan Zapletal

Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc.

(24 - 21 Jevíčko, 14 - 43 Mohelnice)

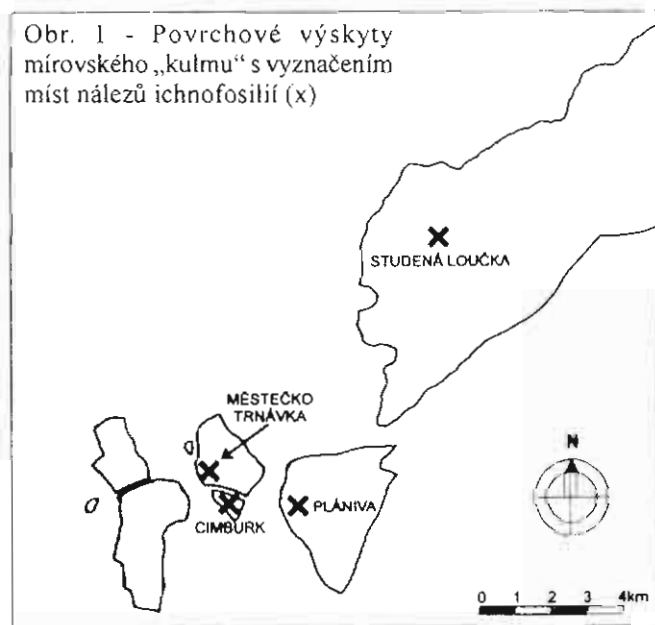
Key words: Mírov „Culm“, ichnofossils, Variscan flysch, Czech Republic

Abstract

Sediments of the Mohelnice Formation (? Devonian - Lower Carboniferous) contain rare ichnofossils. The majority of their finds come from small disjunct Mírov „Culm“ blocks located in a broader vicinity of Městečko Trnávka. During this study the following ichnotaxa were determined: *Nereites ichnosp.*, *Chondrites cf. intricatus* (Brongniart) and *Dictyodora liebeana* (Geinitz). The ichnofossils compose an assemblage which corresponds probably to *Nereites* ichnofacies typical of anoxic deeper-water and low-dynamic sedimentary environments. The forms involved are to a great extent identical to those of the Moravo-Silesian Culm and of Thüringisch-Fränkische Schiefergebirge Culm in Germany. The ichnoassemblages of the Mohelnice Formation, together with the sedimentologic features of the rocks, correspond to environments typical for the Variscan flysch basins.

Geologická situace

Mírovský „kulm“ (Chlupáč - Štorch 1992) vystupuje na povrch v geografickém prostoru mezi Mohelnicí, Moravskou Třebovou a Jevíčkem. Je tvořen několika dílčími částmi (obr. 1). Plošně nejrozsáhlejší mírovské synklinorium ohraničuje zábřežské a svinovsko-vranovské krystalinikum, křída a neogén Mohelnické brázdy. Morfologie i omezení vzájemně dislokovaných ker Plániva, Doubravice, Cimburk, Hušák, Světlík a Spálený, jež vystupují na povrch v okolí Městečka Trnávky, je podmíněna mladými neogenními dislokacemi, které je oddělují od sousední křídly a permu. Litostratigrafickou náplň mírovského „kulmu“ tvoří mohelnické souvrství. Přehled vývoje geologických výzkumů a současný stav vědeckého poznání, jež se vztahují k mírovskému „kulmu“ podává Janoška (1997).



Podle nejnovějších názorů (Otava - Maštera - Hanžl 1994) jsou nejstarším členem mohelnického souvrství trnávcké břidlice, nad nimi leží mírovské konglomeráty, nejsvrchnější část souvrství tvoří rytmity a laminity cimberských vrstev. Pro vyšší část mohelnického souvrství je charakteristická turbiditní mořská sedimentace s řadou typických flyšových znaků (Zapletal 1991, Janoška - Bábek 1998) a slabý stupeň metamorfózy. Stratigrafické zařazení hornin mohelnického souvrství je s výjimkou trnávckých břidlic, které mají prokazatelně devonské stáří (Chlupáč 1961), nejasná. Původní představy o časové paralelizaci části souvrství se spodnokarbonskými horninami moravsko-slezského kulmu jsou dnes stále více nahrazovány představou devonského stáří celého souvrství (Otava - Sulovský 1997). Příčiny obtíží při stratigrafickém zařazování vyšší části mohelnického souvrství tkví v absenci stratigraficky průkazného paleontologického materiálu. Dosud jsou odtud známy pouze neurčitelné zbytky terestrických rostlin uváděné Chlupáčem (Chlupáč in Svoboda a kol. 1964) a Rozehnalem (1966). Relativně dobře jsou však zachovány nehojně se vyskytující

ichnofosilie. V okolí Městečka Trnávky si poprvé „stop po lezení organismů v někdejší jílovité bahně“ všimá Kettner (1937), později se o nich zmiňují publikace Peka a Zapletala (1975). Z masivu Plániva popisují nálezy ichnofosilií Pek, Otava a Maštera (1994), z hradu Cimburk a z okolí Studené Loučky Zapletal (1991, 1994). Uváděné výskyty ichnofosilií jsou vázány výhradně na pelitické břidličnaté až prachovcové polohy cimberských vrstev.

V roce 1996 se nám podařilo při terénním výzkumu v okolí Městečka Trnávky nalézt polohy s relativně hojným výskytem nereitních stop. Předmětná lokalita - malý lůmek - se nachází několik desítek metrů od železničního přejezdu a mostu přes říčku Třebůvku při lesní cestě odbočující ze silnice Městečko Trnávka - Unerázka. Nevelká, čerstvě sesutá lomová stěna odkrývá fylitické břidlice cimberských vrstev, jež tvoří kru Doubravice.

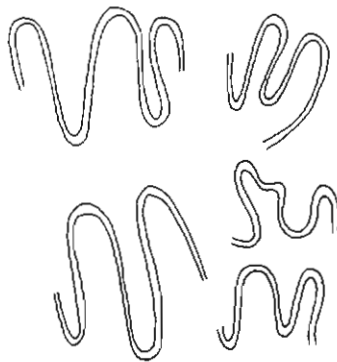
Systematická část

Nereites Mac Leay, 1839

Typický ichnodruh: *Nereites cambriensis* Mac Leay, 1839
Nereites ichnosp. 1975 *Cosmorhappe kettneri* sp. n.; Pek a Zapletal, str. 56, obr. 1

Materiál: desítky stop na vrstevních plochách fylitických břidlic až fylitů. Materiál je uložen ve sbírkách Katedry geologie Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci, coll. J. Pek.

Popis: nepravidelně až pravidelně meandrující epichnia. Meandry poměrně vysoké (cca 40-45 mm), většinou úzké a více či méně symetrické. Povrch stopy je hladký. V příčném průřezu má stopa tvar velmi ploché elipsy, široké cca 2,5 - 4,0 mm. Stopy v některých případech hustě pokrývají vrstevní plochy. Detailnější morfologický charakter je nepříznivě ovlivněn metamorfním a tektonickým poškozením horninového média.



Obr. 2 - *Nereites* ichnosp. z fylitických břidlic cimberských vrstev. Městečko Trnávka, x 0,6

Poznámky: Popisovaná stopa představuje nejhojněji se vyskytující ichnotaxon mírovského „kulmu“. Vzdor tomu stav zachování našich exemplářů nedovoluje objektivní přiřazení k některému z ichnodruhů rodu *Nereites* MacLeay. Jako morfologicky blízký ichnotaxon se zdá být *N. irregularis* (Schafhäutel, 1851) z křídového flyše Německa nebo *Nereites cambriensis* MacLeay ze spodního devonu Durynska.

Do synonymiky *Nereites* ichnosp. řadíme ichnodruh *Cosmorhappe kettneri* Pek - Zapletal, 1975. Posledně jmenovaný ichnotaxon byl popsán na základě neúplného

a nedokonalé zachované materiálu a je podle našeho názoru konspecifický se zde uváděnou nereitní formou. Tomuto typu stop patrně odpovídají i Kettnerem (1937) uváděné „stopy po lezení organismů“.

Výskyt: Městečko Trnávka - cimburské vrstvy.

Chondrites Sternberg, 1833

Typický ichnodruh: *Fucoides lycopodioides* Brongniart, 1828.

Chondrites cf. *intricatus* (Brongniart, 1823)



Obr. 3 - *Chondrites* cf. *intricatus* (Brongniart, 1823) z fylitických břidlic cimburských vrstev. Městečko Trnávka, x 2

Materiál: 2 neúplné chondritové systémy ve fylitické břidlici až fylitu. Materiál je uložen ve sbírkách Katedry geologie Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci, coll. I. Pek.

Popis: neúplný systém kořenovitě a pod ostrým úhlem se větvičích stop. Délka (sag.) trubic dosahuje 8-10 mm, jejich šířka (tr.) se pohybuje od 0,8-1,0 mm. Příčný průřez je subcirkulární až eliptický.

Poznámky: *Chondrites* ichnosp. se vyskytuje v asociaci s *Nereites* ichnosp. V jednom z nalezených případů chondritový systém eroduje starší nereitní stopu. Morfolo- gicky se naše exempláře podobají jedincům *Chondrites intricatus* (Brongniart), ale pro nepříznivý stav zachování je k tomuto ichnodruhu řadíme s jistou výhradou.

Výskyt: Městečko Trnávka - cimburské vrstvy.

Dictyodora Weiss, 1884

Typický ichnodruh: *Dictyophyton liebeana* Geinitz, 1867

Dictyodora liebeana (Geinitz, 1867)

1991 *Dictyodora liebeana* (Geinitz); Zapletal, str. 184.

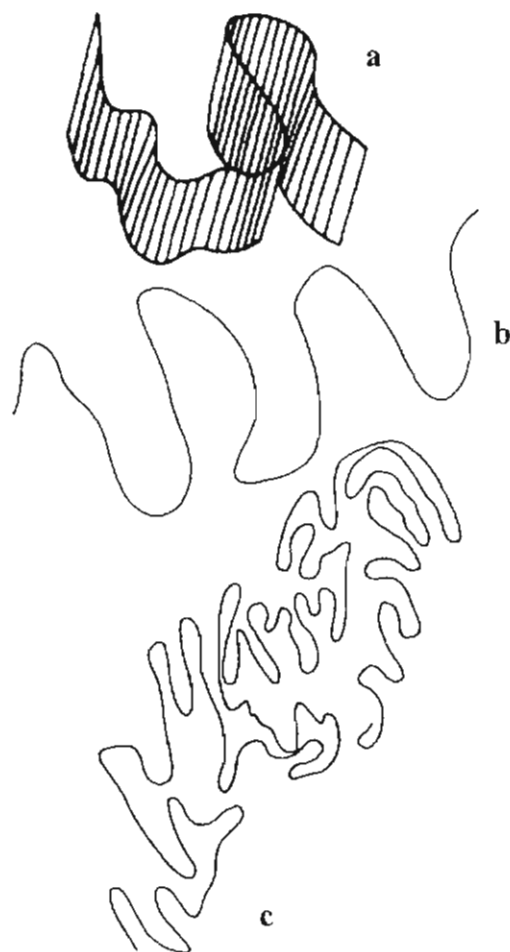
1994 *Dictyodora liebeana* (Geinitz); Pek, Otava a Maštera, str. 57, obr. 1-2 a,b.

1994 *Dictyodora liebeana* (Geinitz); Zapletal, str. 68.

(jsou zde uvedeny pouze synonymické údaje týkající se oblasti mírovského „kulmu“)

Materiál: Čtyři exempláře zachované v podobě horizontálních řezů na vrstevních plochách fylitických břidlic. V jednom případě je zachována boční část stavby stopy. Materiál je uložen ve sbírkách Katedry geologie Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci, coll. I. Pek, ve sbírkách Městského muzea v Moravské Třebové, coll. J. Tuppy a ve sbírkách Českého geologického ústavu v Brně.

Poznámky: Tento typ ichnofosilií je převážně zachován v podobě horizontálních řezů. Vývojem složitých meandrů nebo nepravidelně spletených úseků stop se morfolo- gicky shoduje s exempláři *Dictyodora liebeana* z německého kulmu (cf. Pfeiffer 1969, Müller 1982, Stepanek - Geyer 1989) a s materiálem z nízkojesenického a drahanského



Obr. 4 - *Dictyodora liebeana* (Geinitz, 1867); a - boční pohled na stopu v rytmech prachovců a břidlic cimburských vrstev z masivu Plánivy, x 1,5; b - horizontální řez stopou v metapachydictyal cimburských vrstev ze zářezu silnice u Studené Loučky, x 1,5; c - horizontální řez výrazné meandrující stopou ve fylitických břidlicích cimburských vrstev z lokality Cimburk, x 0,8

kulmu (Pek - Zapletal - Lang 1978, Lang - Pek - Zapletal 1979). Pekem, Otavou a Mašterou vyobrazený exemplář z masivu Plánivy rovněž odpovídá exemplářům z Německa zachovaným v bočním pohledu na „spreite“ (cf. Stepanek - Geyer 1989) a z myslějovického souvrství Drahanské vrchoviny (cf. Pek 1987). *Dictyodora* je charakteristický ichnotaxon prostředí s nižší hladinou fyzikální energie, tj. pro hlubokovodní facie (viz např. Benton 1982).

Výskyt: Cimburk, Plániva, Studená Loučka - cimburské vrstvy.

Závěr

Během výzkumu byly identifikovány v mírovském „kulmu“ následující ichnofosilie: *Nereites* ichnosp., *Chondrites* cf. *intricatus* (Brongniart) a *Dictyodora liebeana* (Geinitz). Většina nálezů pochází z menších dislokovaných ker v okolí Městečka Trnávky, pouze jeden exemplář je znám z lokality Studená Loučka. Všechny ichnofosilie byly nalezeny v jemnozrnných faciích cimburských vrstev, dosud není znám žádný exemplář z trnávských břidlic a ani z mírovských slepenců. Jako celek reprezentuje výše uvedené ichnospolečenstvo nereitovou

ichnofacii, pro kterou bývá typické anoxické, hlubší sedimentační prostředí s nižší hladinou fyzikální energie (Seilacher 1967, 1974). Zastoupené formy jsou do značné míry shodné s typy moravskoslezského kulmu a kulmu Durynsko-franckého břidličnatého pohorí (Thüringisch-Fränkische Schiefergebirge) v Německu. Ichnofaciální příslušnost uvedeného společenstva je v souladu se sedimentárními znaky cimberských vrstev i mírovských slepenců. Jde především o vysokohustotní a nízkohustotní turbidity, uložení úlomkotoků (pebbly sandstones, debris-flow deposits), intraformační konglomeráty a pravděpodobně i hemipelagické sedimenty (Zapletal 1994, Janoška-Bábek 1998).

Sekvence sedimentů mírovského „kulmu“ spolu s ichnologickou charakteristikou nejlépe odpovídají sedimentům klasických flyšových pánví. Trnávecké

břidlice, zařazené Otavou, Mašterou a Hanžlem (1994) k mohelnickému souvrství, se od jeho ostatních členů (mírovských slepenců a cimberských vrstev) sedimentologicky a ichnologicky zřetelně odlišují. Nebyla v nich dosud zjištěna přítomnost žádných ichnofosilií a nevykazují ani sedimentologické znaky flyšových uložení. Domníváme se proto, že trnávecké břidlice nejspíše představují samostatný stratigrafický člen, který stojí mimo mohelnické souvrství. Podle zjištění Otavy, Maštery a Hanžla (1994) však je spojen sedimentárním přechodem s nadložním mohelnickým souvrstvím.

Práce vznikla v rámci řešení programu GAČR, reg.č. 205/95/1211: „Dynamika vztahů marinního a kontinentálního prostředí“.

Literatura

- Benton, M. J. (1982): Dictyodora and associated trace fossils from the Palaeozoic of Thuringia. - *Lethaia*, 15, 2, 115-132. Oslo.
- Chlupáč, I. (1961): Orientační výzkum některých menších výskytů devonu na Dražanské vysočině. - *Zpr. geol. Výzk. v R.* 1960, 89-95. Praha.
- Chlupáč, I. - Štorch, P. (1992): Regionálně geologické dělení Českého masivu na území České republiky. - *Čas. Mineral. Geol.*, 37, 4, 257-275. Praha.
- Janoška, M. (1997): Stav poznání zábřežského krystalinika a mírovského „kulmu“. - *Acta Univ. Palackianae Olomucensis, Fac. Rer. Nat.* (1997), *Geologica* 35, 61-79. Olomouc.
- Janoška, M. - Bábek O. (1998): Lithofacies and Cyclic Development of Turbidite Systems in the southern Part of Zábřeh Crystalline Complex. - *Věst. Čes. geol. Úst.*, 73, 1, 15-22. Praha.
- Kettner, R. (1937): Geologické poměry území mezi Bouzovem, Nectavou, Městečkem Trnávku a Studenou Loučkou na Dražanské vysočině. - *Čas. Vlasten. Spol. mus. (Olomouc)*, 50, 30-39. Olomouc.
- Lang, V. - Pek, I. - Zapletal, J. (1979): Ichnofosilie kulmu jihovýchodní části Dražanské vrchoviny. - *Acta Univ. Palackianae Olomucensis*, 62, *Geogr.-Geol.* XVIII, 57-96. Olomouc.
- Müller, A. H. (1982): Zur genaueren Kenntnis der Ichnocoenose des Nereitenquarzits (Unterdevon) von Thüringen, Teil 2. - *Freiberg. Forsch. - H., C* 375, 7-25. Freiberg.
- Otava, J. - Maštera, L. - Hanžl, P. (1994): Nové poznatky o geologii jižní a střední části malonínské hrásti. - *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993*, 76-78. Brno.
- Otava, J. - Sulovský P. (1997): Materiálové srovnání mohelnického souvrství mírovského vývoje a moravskoslezského kulmu. - *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996*, 76 - 78. Brno.
- Pek, I. (1987): Ichnofosilie moravsko-slezského kulmu. - *Kand. dis. práce, MS Přírodovědecká fakulta Univ. Karlovy. Praha.*
- Pek, I. - Otava, J. - Maštera, L. (1994): Ichnofosilie Dictyodora liebeana (Geinitz, 1867) z masívu Plánivy (mírovský vývoj předpermického paleozoika severně Nectavy). - *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993*, 57-58. Brno.
- Pek, I. - Zapletal, J. (1975): Cosmorhapha kettneri sp. n. (Lebensspur) aus dem Kulm von Městečko Trnávka. - *Čas. Slez. Muz., Ser. A*, 24, 55-58. Opava.
- Pek, I. - Zapletal, J. - Lang, V. (1978): Trace fossils from the lower Carboniferous of Moravia. - *Čas. Mineral. Geol.*, 23, 3, 255-263. Praha.
- Pfeiffer, H. (1969): Die Spurenfossilien des Kulms (Dinant) und Devons der Frankenwälder Querzone (Thüringen). - *Jb. Geol.*, 2, 651-717. Berlin (1968).
- Rozehnal, T. (1966): Geologické poměry území mezi Moravskou Třebovou a Městečkem Trnávku. - *MS dipl. práce PřF UK. Praha.*
- Seilacher, A. (1967): Bathymetry of trace fossils. - *Marine Geol.*, 5, 413-428. Amsterdam.
- Seilacher, A. (1974): Flysch trace fossils: evolution of behavioural diversity in the deep sea. - *Neu. Jb. Geol., Paläont., Mh.* 1974, 233-245. Stuttgart.
- Schafhäutel, F. (1851): Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. München.
- Stepanek, J. - Geyer, G. (1989): Spurenfossilien aus dem Kulm (Unterkarbon) des Frankenwaldes. - *Beringeria*, 1, 1-55. Würzburg.
- Zapletal, J. (1991): Geologický výzkum drobných výskytů kulmu v okolí Městečka Trnávky. - *Zpr. geol. Výzk. v R.* 1989, 184-185. Praha.
- Zapletal, J. (1994): Vývoj mohelnického souvrství mezi Městečkem Trnávku a Mírovem. - *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993*, 67-68. Brno.

RUDNÍ MINERALIZACE POLSKÉ ČÁSTI ŽULOVSKÉHO MASÍVU

Ore mineralization from the Polish part of the Żulová Massif

Zdeněk Losos¹, Antoni Muszer², Václav Vávra¹, Jana Hladíková³

¹ Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PŘF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

² Institut nauk geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. Maksa Borna 9, Wrocław, Polsko

³ Český geologický ústav, Geologická 6, 152 00 Praha 5 - Barrandov

(85-043 Nysa /Polská republika/, list navazuje na 14-24 Jeseník)

Key words: Żulová massif, ore-mineralization, isotopes of sulphur, HT - hydrothermal assemblages

Na jedné z nejsevernějších lokalit žulovského masívu, činném kamenolomu Kamienna Góra u Nadziejowa, byly v minulých dvou letech prvními dvěma autory nalezeny rudní mineralizace na křemenných žilách a jejich centrálních puklinách, méně pak v pegmatitech nebo přímo na puklinách granitoidů. V kamenolomu vystupují ve spodních patrech granitoidy žulovského masívu typu "Steinberg" (Scharff 1920), svrchní patra jsou založena v metasedimentech pláště (migmatitech a rulách). Z lokality Kamienna Góra popsal Jedlička (1993) nález kryptomelanu z puklin granitů.

Hydrotermální stádium postmagmatické mineralizace, navazující na nevýrazný pegmatitový proces, je v Nadziejowě reprezentováno asociacemi: pyrit, pyrit - chalkopyrit - sfalerit, molybdenit, chalkopyrit - pyrit - sfalerit - pyrotin - covellin - galenit - markazit. Ojediněle byly nalezeny a předběžně určeny Ag-Pb-Bi-S sulfosůl blízka cosalitu případně skupině lillianitu a ryzí Bi ve společnosti s galenitem, doprovázené sekundárními minerály bismutitem a covellinem. Sulfidy vystupují často v asociaci s hydrotermálními chlority, blízkými chamositu. Z oxidických minerálů byl zjištěn běžný ilmenit.

Nejbohatší zrudnění bylo nalezeno na křemenných žilách o mocnosti do 5 cm. Makroskopicky jsou viditelné agregáty pyritu s chalkopyritem, zřídka též sfalerit. Sulfidy jsou lokalizovány především při centrálních puklinách křemenných žil, což je typické i pro rudní výskyty v Černé Vodě (Losos - Hladíková - Fojt 1994).

Charakteristika jednotlivých minerálů

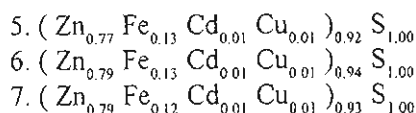
Hojný **chalkopyrit** tvoří agregáty až 18 mm velké, střídající se s pyritem, ostatní sulfidy jsou většinou jen mikroskopických velikostí. Chalkopyrit uzavírá zrna a agregáty sfaleritu, pyrotinu a velmi drobná individua galenitu (do 0.05 mm), časté jsou společné galenit-sfaleritové inkluze. Chalkopyrit ve X nikolech je polysynteticky lamelován, což může indikovat jeho krystalizaci ve výšeteplotní krychlové modifikaci a inverzi na tetragonální chalkopyrit za teplot 400-550 °C a tlaku cca 4 GPa (Čvileva et al. 1988). Modelová hodnota tlaku odpovídá periplutonickému vlivu intruze žulovského masívu na

metasedimenty pláště (Losos - Hladíková 1988). **Pyrotin** tvoří xenomorfní zrna uzavíraná výhradně v chalkopyritu.

Sfalerit tvoří samostatná zrna a agregáty o maximální velikosti do 0.9 mm, často bývá situován na okraji chalkopyritových kumulací. Na centrálních otevřených puklinách křemenných žilek tvoří hnědočerné agregáty, s částečně krystalově omezenými individui, o velikosti až 6 mm. Je většinou bez inkluzí. V chalkopyritu vytváří sfalerit lokálně hvězdičkovité skelety, které svědčí o výšeteplotním vzniku této asociace za teplot nad 370 °C (Kostov - Stefanova 1981). Sfalerity z křemenných žil u Nadziejowa mají zvýšené obsahy Fe (7.3-7.8 hm.%) a Cd (0.6-1.2 hm.%) - tab. 1. Přesto patří v rámci žulovského masívu k relativně chudším na jmenované prvky.

Prvek	Hmotnostní %						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Zn	58.83	59.54	58.42	58.73	55.22	55.67	55.83
Fe	7.49	7.27	7.82	7.70	7.75	7.60	7.49
Cd	0.84	0.91	0.62	0.86	0.91	1.16	0.93
Mn	-	-	-	-	-	-	-
Cu	0.54	0.63	0.36	-	0.66	0.66	0.73
S	33.88	33.86	34.31	34.28	34.99	34.44	34.56
Σ	101.58	102.21	101.53	101.57	99.53	99.53	99.54

Tab. 1 - Chemické složení sfaleritů z křemenných žil v Nadziejowě, stanovené EDX-analýzami. Pod tabulkou jsou uvedeny empirické vzorce části analyzovaných sfaleritů, přepočtené na S=1.00



Stříbrem bohatý **galenit** tvoří místy větší agregáty (až 0.8 mm), srůstá pak často s chalkopyritem a bývá obklopován hojným covellinem. Galenit se také běžně vyskytuje v podobě drobných okrouhlých zrn o velikosti do 0.05 mm, uzavřených v chalkopyritu; četné jsou též sfalerit-galenitové inkluze v chalkopyritu. Chemismus galenitu z Nadziejowa byl stanoven bodovými EDX-analýzami, které ukázaly vysoké obsahy stříbra. Vyšší obsahy stříbra (2.25 a 1.91 hm.%) vykazují galenity větších

agregací, asociující s fázemi Bi; relativně nižší obsah Ag (1.09 hm.%) mají inkluze galenitu v chalkopyritu - tab. 2.

V galenitu byly opticky a mikrosondou určeny ojedinělé drobné inkluze ryzího vizmutu, které jsou odraznější než galenit a mají krémově žlutý odstín. Přítomnost Bi ve formě inkluzí indikuje dekompozici pevného roztoku Bi_2S_3 -PbS a krystalizaci systému pravděpodobně za teploty nad 270 °C (Schröcke - Weiner 1981).

Prvek	Hmotnostní %		
	1. samostatný agregát s inkluzemi Bi	2. samostatný agregát s inkluzemi Bi	3. inkluze v chalkopyritu
Pb	82.03	82.46	83.69
Ag	2.25	1.91	1.09
S	15.00	14.92	14.49
Fe	-	-	0.40
Σ	99.28	99.29	99.67

Tab. 2 - Chemické složení galenitu z Nadziejowa, stanovené mikrosondou

Dále byla v galenitu zjištěna další stejně odrazná fáze, která je ale zřetelně anizotropní. Tvoří tabulku (či sloupcovitý krystal) o velikosti 0.12x0.03 mm, bílé barvy. Podle předběžných EDX-analýz jde o sulfosůl Ag-Pb-Bi-S blízko Ag-cosalitu ($\text{Pb, Ag} \text{Bi}_2\text{S}_5$), případně o fázi z širší skupiny lillianitu. Dosavadní analýzy nedpovídají optimální stechiometrii jednotlivých známých členů. Minerál má v každém případě dosti vysoký a relativně stabilní obsah Ag (5-6 hm.%) a Pb (36-37 hm.%). Definitivní obsahy Bi a S budou určeny WDX-analýzami.

Pyrit vystupuje ve dvou paragenetických typech. Jednak tvoří automorfní krystaly tvaru krychle, které jsou ojediněle ve středech zonální (uspořádáním porézni a kompaktních zón). Krystaly pyritu jsou v kontaktu s chalkopyritem, sfaleritem, galenitem a covellinem. Druhý typ pyritu představují xenomorfní individua s obsahem

četných zrn markazitu (až 0.1 mm velkých) a černého porézniho meziproductu (ten je často uspořádán do zón a pásků), což svědčí pro vznik tohoto pyritu supergenní přeměnou pyrrhotinu.

Supergenní covellin je hojný na obvodu a trhlkách některých agregátů galenitu, sfaleritu, méně chalkopyritu. Covellin uzavírá velmi jemné inkluze akantitu, viditelné pod elektronovým mikroskopem.

V blízkosti galenitu se ojediněle nacházejí porézni a nehomogenní pseudomorfózy po neznámém Cu-Bi-Ag sulfidu, mikroskopicky podobné karbonátu. Jsou prorůstány jemně dispergovaným covellinem. Porézni Bi-fáze odpovídá chemismem bismutitu $\text{Bi}_2 (\text{O}_2/\text{CO}_2)$.

V nábrusech rud jsou hojné lupenité, často vějířovité uspořádané agregáty chloritů, jejichž lístečkovitá individua dosahují velikosti 0.1-0.3 x 0.02 mm. Jsou v přímém kontaktu s chalkopyritem, který často zatlačují. V agregátech chloritů bývá lokálně hojný sfalerit a covellin v podobě drobných zrn. Chemickým složením je chlorit blízký chamositu.

Izotopické složení síry pyritu, chalkopyritu a sfaleritu je velmi homogenní ($\delta^{34}\text{S} = -1.4$ až -2.4 ‰ CDT) a odpovídá podobně jako u ostatních sulfidických výskytů v žulovském masivu hlubinnému zdroji síry. Koexistující páry sfalerit - pyrit a sfalerit - chalkopyrit se neliší svým izotopickým složením síry, což může znamenat buď jejich vysokoteplotní vznik nebo jejich izotopickou nerovnováhu. Proto jich nelze využít pro izotopickou termometrii.

Mikrochemismus sulfidů (vyšší obsahy Cd a Fe ve sfaleritu, vysoké koncentrace Ag v galenitu) a přítomnost fází Bi jsou v dobré shodě s charakteristikou ostatních rudních výskytů v masivu (Losos 1989, Losos - Hladíková - Fojt 1994) a dokumentují metalogenetickou osobitost žulovského masivu v širším regionu. Byly zjištěny znaky, svědčící pro vysokoteplotní vznik studované mineralizace a hlubinný původ síry a kovů. Mineralizace bude dále studována a monograficky zpracována.

Literatura

- Čvileva, T.N. et al. (1988): Spravočnik - opredelitel rudnykh mineralov v otrazhenom cvete. - Nedra, 504 str. Moskva.
- Jedlička, J. (1993): Přehled dosavadních znalostí o žulovském masivu ve Slezsku, Česká republika. - Zpr. geol. Výzk. v Roce 1992, 45-46. Praha.
- Kostov, I. - Stefanova, J.M. (1981): Sulphide minerals. Crystal chemistry, parageneses and systematics. - Bulgarian academy of sciences. Sofia. 212 str.
- Losos, Z. (1989): Nové poznatky o rudní mineralizaci žulovského masivu. - Scripta Univ. Purkyn. Brun., 19, 3, 125-138. Brno.
- Losos, Z. - Hladíková, J. (1988): Izotopické složení grafitů a karbonátů z pláště žulovského masivu a jeho využití pro výpočet teplot metamorfózy. Scripta Univ. Purkyn. Brun., 18, 7, 261 - 272. Brno.
- Losos, Z. - Hladíková, J. - Fojt, B. (1994): Mineralogy, trace element- and sulphur isotope-geochemistry of sulphide mineralizations related to Hercynian plutonism in the NE margin of the Bohemian Massif (Czech Republic). - In: Seltman, Kämpf, Möller (eds): Metallogeny of Collisional Orogens, 350-356, Czech Geol. Survey. Prague.
- Scharff, P. (1920): Petrografische Studien im Granito-dioritischen Eruptivgebiet in Österr. Schlesien. - Innaugural Dissertation der Universität Greifswald, Breslau.
- Schröcke, H. - Weiner, K.L. (1981): Mineralogie. - Walter de Gruyter, Berlin, New York, 952 str.

ICHNOFOSILIE Z JÍLOVÝCH BŘIDLIC STÍNAVSKO-CHABIČOVSKÉHO SOUVRSTVÍ (DEVON) OD STÍNAVY

Trace fossils from the shales of the Stínava-Chabičov Formation (Devonian)
at Stínava

Radek Mikuláš¹, Ilja Pek²

¹Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6

²Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Svobody 26, 771 46 Olomouc

(24-23 Protivanov)

Key words: trace fossils, Devonian, Drahaný Upland

Během terénního průzkumu v rámci grantu GA ČR 205/97/0243 „Výzkum silurských hornin v okolí Stínavy“ byly v jílových břidlicích stínavsko-chabičovského souvrství nalezeny fosilní stopy. Nálezy pocházejí z klasické lokality jz. od Stínavy - staré pokusné štoly na železnou rudu, tč. rekonstruované pro potřeby detailního geologicko-paleontologického výzkumu.

Ze zmíněného souvrství a lokality pochází poměrně bohatá fauna, zejm. trilobiti, měkkýši a koráli (Bouček 1937).

Ichnofosilie však zatím uváděny nebyly. Nově nalezené ichnospolečenstvo obsahuje fosilní stopy *Chondrites* isp. „thin form“ (8 exempláře), *Belorhaphe* isp. (1 exemplář) a *?Palaeophycus* cf. *P.sulcatus* (2 exempláře).

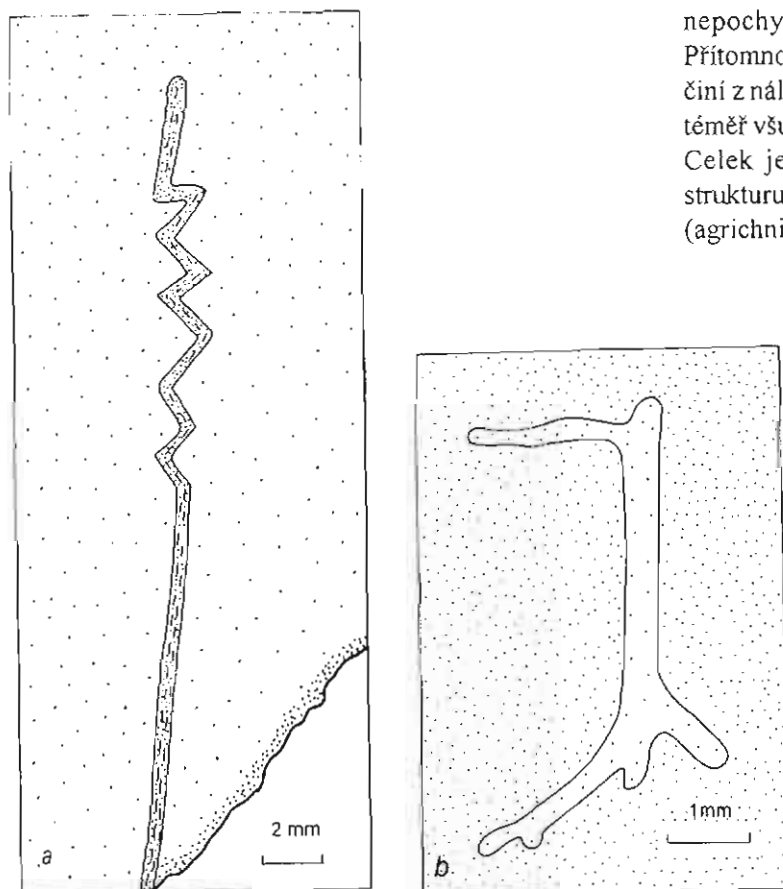
Systematická ichnologie

Belorhaphe Fuchs, 1895

Belorhaphe isp. (Obr. 1a)

Popis: Úzká chodbička v jílové břidlici, kompakci sedimentu zploštělá, sestávající ze tří segmentů: dvou přímých na okrajích stopy a jednoho pilovitě lomeného („zigzag pattern“) uprostřed. Přímý úsek na jednom konci je 12 mm dlouhý a je omezený okrajem odebraného vzorku, na druhém konci je 4 mm dlouhý a zakončený tupě. Lomený úsek je vyznačen 10 zalomeními v úhlu 50 - 110°; délka přímých úseků mezi zalomeními je 1,5 až 2 mm. Šířka chodbičky je konstantně 0,3 mm.

Poznámky: Podle popisů Ksiazkiewiczze (1977), Häntzschela (1975) a Pickerilla (1980) je pilovitá část stopy nepochybně ztotožnitelná s ichnorodem *Belorhaphe*. Přítomnost přímé chodbičky na pilovitou část navazující činí z nálezu „složenou stopu“ (přímá část stopy odpovídá téměř všudypřítomnému ichnorodu *Planolites* Nicholson). Celek je možné interpretovat jako složitou potravní strukturu (fodinichnion), vyloučit nelze ani funkci „pasti“ (agrichnion).



Obr. 1 - Příklady ichnofosilií stínavsko-chabičovského souvrství od Stínavy:
a - *Belorhaphe* isp. Stínavsko-chabičovského souvrství, Stínava;
b - *Chondrites* isp. Stínavsko-chabičovského souvrství, Stínava

Chondrites Sternberg, 1833

Chondrites isp. („thin form“) (Obr. 1b)

jednoduchých tunelovitých stop viz práci Pemberton a Freye (1982).

Význam nalezených stop

Popis: Systémy úzkých chodbiček, kořenovitě se větvicích, vyplněných většinou metriálem světlejší barvy. Jedná se zpravidla pouze o fragmenty původně větších struktur. Na jednom jedinci byly pozorovány max. 3 řady větvení, pod úhly 60-90°. Šířka chodbiček dosahuje 0,3 - 0,6 mm, délka až 30 mm.

Poznámky: Pro moderní revizi ichnorodu viz práci Fu (1991). V současnosti je převládající etologickou interpretací chondritů jímání fluid ze substrátu k chemosymbióze (chemichnion podle Bromleyho /1996/).

Palaeophycus Hall, 1847

?*Palaeophycus* cf. *P. sulcatus* (Miller et Dyer, 1878)

Popis: Přímé tunely kruhového nebo oválného průřezu, zdobené nepravidelnými neprůběžnými rýžkami. Průměr dosahuje 3, resp. 4 mm, délka je omezená velikostí vzorků.

Poznámky: Nelze objektivně popsat původní morfologii těchto stop včetně systematicky i interpretačně důležité výztuže stěn. Nález je proto pouze připodobněn druhu *P. sulcatus* (Miller a Dyer, 1878). Pro systematiku

Nálezy ichnorodu *Chondrites* v horninách černé nebo tmavošedé barvy poukazují obvykle na snížený obsah kyslíku v sedimentu. V kontextu ichnospolečenstva od Stínavy tomu dále nasvědčuje i naprostý nedostatek obvyklých průlezných stop in-fauny (*Planolites*). Pravděpodobné nálezy ichnorodu *Palaeophycus* (asi trvalá obydlí filtrátorů či predátorů) nejsou s tímto předpokladem v rozporu.

Velmi pozoruhodný je nález ichnorodu *Belorhaphe*. Jedná se o stopu typickou pro prostředí hlubokomořské nereitové ichnofacie, poměrně hojnou od křídý do terciéru (Häntzschel 1975). Z paleozoika je poněkud problematický nález *Belorhaphe* uváděn dosud pouze Pickerillem (1980) z hlubokomořského ordoviku východní Kanady.

Nález *Belorhaphe* ze Stínavy je tak vůbec prvním v devonu a nejprůkaznějším nálezem ze světového paleozoika. Dokumentuje „modernizaci“ hlubokomořských ichnospolečenstev (tj. i životních strategií) během devonského útvaru.

Literatura

- Bouček, B. (1937): Zpráva o nálezu spodnodevonské fauny u Stínavy na Dražanské vysočině na Moravě. - Čas. Vlast. Spol. mus., 50, 185-186. Olomouc.
- Bromley, R.G. (1996): Trace fossils - biology, taphonomy and applications. 2.vyd., Chapman & Hall, London.
- Fu, S. (1991): Funktion, Verhalten und Einteilung fucoider und lophoctenoider Lebensspuren. - Courier Forschungs-institut Senckenberg, 135: 1-79. Frankfurt am M.
- Häntzschel, W. (1975): Trace fossils and problematica. In Teichert, C. (ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W (Miscellanea), suppl. 1. - Univ. Kansas & Geol. Soc. Amer. Press. Lawrence.
- Książkiewicz, M. (1977): Trace fossils in the flysch of the Polish Carpathians. - Palaeontologia Polonica, 36, 1-280. Warszawa, Kraków.
- Pemberton, S.G. - Frey, R.W. (1982): Trace fossil nomenclature and the Planolites - Palaeophycus dilemma. - J. Paleont., 56, 4, 843-881. Tulsa.
- Pickerill, R.K. (1980): Phanerozoic flysch trace fossil diversity - observations based on an Ordovician flysch ichnofauna from the Aroostook - Matapedia Carbonate Belt of northern New Brunswick. - Can. J. Earth Sci., 17, 9: 1259-1270. Ottawa.

NOVÝ NÁLEZ UHLÍ U PLUMLOVA

A new found of coal at Plumlov

Pavel Novotný¹, Jiří Zimák², Petr Dvořák³

¹ Vlastivědné muzeum, nám. Republiky 5, 771 73 Olomouc

² Katedra geologie PTF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

³ Institut geologického inženýrství, odd. nerostných surovin, HGF, VŠB TU, tř. 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba

(24-24 Prostějov)

Key words: *Moravo-Silesian Lower Carboniferous, Drahaný Upland, coal, petrography*

Vzorky uhlí byly nalezeny v jednom z výmolů (vzniklých během letních bouří v r.1996) ve svahových sutích na jz. úpatí kóty Zlechovský vrch (341,8 m), asi 1,2 km jv. od centra obce Plumlov (obr. 1). Jihozápadní svah Zlechovského vrchu je zalesněný, mezi stromy jsou zbytky četných výkopů nejasného stáří a účelu. Relikty jam mají průměr 2 až 5 m, jejich současná hloubka nepřesahuje 1,5 m. Stěny výkopů jsou zpravidla silně zasuceny, místy však v nich vystupují kulmské droby. Kolem některých výkopů jsou dosud patrné menší obvaly, vysoké max. 0,3-0,4 m. V sutích a v materiálu obvalů převažují úlomky drob, méně



Obr. 1 - Plánek lokality

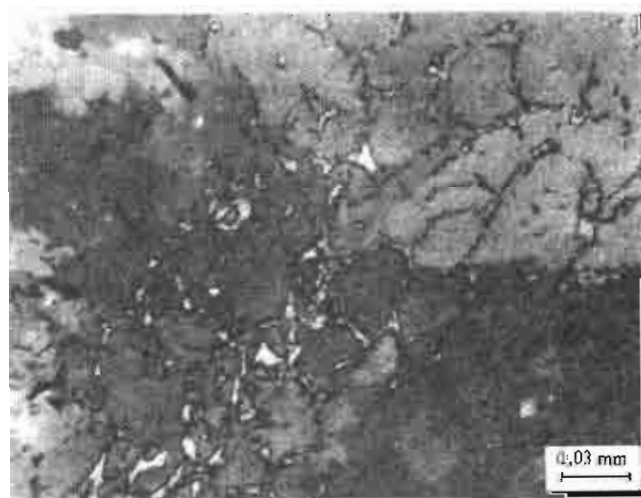
jsou zastoupeny slepence; větší fragmenty jílových břidlic jsou ojedinělé. Droby jsou šedé až rezavě šedé, vesměs značně navětralé, s povlaky limonitu na puklinách. Slepence mají rovněž šedou až rezavě šedou barvu, jsou polymiktní, s dobře opracovanými valounky o velikosti do 2-3 cm. Jílové břidlice s 2-4 mm mocnými laminami aleuropelitu jsou šedé, většinou značně navětralé, střípkovitě rozpadavé. V širším okolí místa nálezu uhlí vystupují v menších skalních defilé droby, plynule přecházející do slepenců, tvořících lavice o mocnosti až 0,7 m. Vložky jílových břidlic jsou zde méně četné, jejich mocnost je zpravidla pod 0,2 m; kontakt jílových břidlic s okolními drobami je ostrý.

Úlomky uhlí o velikosti 2 až 10 cm byly objeveny v sutích, na jejichž složení se kromě výše uvedených kulmských sedimentů různou měrou podílí šedohnědá hlinito-písčité složka. Je evidentní, že do svahových sutí se uhlí dostalo z některého výkopu situovaného výše ve

svahu. Při opakovaných revizních túrách již další vzorky uhlí v prostoru lokality nalezeny nebyly.

Uhlenná hmota je velmi silně petrifikována a místy lze nabýt dojem, že je zde vedlejší složkou, zvláště z hlediska mikroskopického zastoupení. Byla identifikována ve formě úlomků i jako rozptýlená příměs. Lze v ní rozlišit zbytky rostlinných tkání, které jsou zachovány jako telinit. Hmota telinitu je zastoupena v úlomcích různé velikosti, s poměrně málo zřetelnou, často deformovanou strukturou. Deformace je největší v oblasti intuskrustace, kde došlo k téměř úplnému korodování buněčných stěn telinitu, takže jsou poměrně špatně rozlišitelné (obr. 2). Z dalších uhelných macerálů byl zjištěn fuzinit a trimacerit. V trimaceritu byly identifikovány sklerotinity a miospóry. Fuzinit je přítomen ve formě mikroskopických čoček. Z hlediska stupně prouhelnění je organická hmota studovaných vzorků ve stadiu černouhelné ortofáze, odpovídající zimému typu uhlí.

Dominantní minerální složkou studovaných vzorků uhlí je siderit, jehož alotriomorfni zrna o velikosti zpravidla pod 0,3 mm jsou ve výbrusech hnědě zakalená. V partiích s vysokým podílem fragmentů uhelné hmoty byly zjištěny i sideritové sferolity o průměru do 0,5 mm. Údaje o



Obr. 2 - Pokročilá korozí buněčného pletiva - fosilizovaný telinit (nábrus, olejová imerze)

chemismu sideritu jsou uvedeny v tab. 1 (anal.č. 1 a 2) - všechny v této práci uvedené chemické analýzy minerálů byly provedeny pomocí elektronové mikrosondy CamScan s EDX analyzátozem AN 10.000 (analytik Mgr. V. Vávra, PŘF MU Brno). Relativně hojně jsou klasty křemene (do 0,1 mm), spíše výjimečně byl ve výbrusech zjištěn klastický muskovit.

	1	2	3
FeO	54,56	55,96	1,05
CaO	1,32	0,97	51,26
MnO	0,91	1,01	0,30
MgO	0,85	0,72	-
SiO ₂	0,62	0,26	0,20
Al ₂ O ₃	0,40	-	-
počet kationů (suma kationů = 1):			
Fe	0,929	0,940	0,016
Ca	0,029	0,021	0,979
Mn	0,016	0,017	0,005
Mg	0,026	0,022	-

Tab. 1- Chemické analýzy karbonátů

V některých partiích se často vyskytuje pyrit, jenž tvoří i přes 1 cm velké agregáty, na jejichž okrajích lze někdy rozlišit nedokonalé krystalově omezená individua, jejichž rozměry dosahují až 0,3 mm (podle charakteru průřezů jde snad ve všech případech o hexaedry). V pyritových agregátech jsou četné uzavřeniny okolního sideritu i křemenných klastů. Pyrit je v hornině přítomen i v podobě izolovaných zrn (často hypidiomorfních, o velikosti 0,0X mm) nebo ve formě drobných agregátů, často prostorově spjatých s klastickým křemenem (pyrit tvoří částečné nebo i úplné lemy kolem křemene a často

jím žilkovitě proniká). Stupeň limonitizace pyritu je velmi variabilní, celkově však nízký.

V nábrusech byla zjištěna také drobná izometrická zrnka oxidického Ti-minerálu, jehož optické vlastnosti odpovídají rutilu, méně hojně jsou i jehličky rutilu a pseudomorfózy opticky blíže neurčitelných Ti-minerálů po ilmenitu(?). Pomocí mikrosondy byla v sideritu prokázána přítomnost inkluzí apatitu, které mají nejčastěji charakter krátce sloupcovitých krystalků o velikosti do 0,003 mm, seskupených obvykle do shluků s nevelkým počtem jedinců. Bodovou analýzou bylo v apatitu stanoveno 52,39 % CaO, 38,56 % P₂O₅, 1,21 % SiO₂, 0,81 % Al₂O₃, a 0,38 % FeO (z obsahů SiO₂ a Al₂O₃ v analyzovaném bodě lze usuzovat na přítomnost jílového minerálu, patrně ze skupiny kaolinitu).

Opticky nerozlišitelná jílová složka je ve studovaných vzorcích přítomna jen v nepatrném množství. V několika bodech bylo pomocí mikrosondy prokázáno, že jejími hlavními stanovitelnými komponentami jsou pouze Al a Si. Lze předpokládat, že jde o minerál či minerály ze skupiny kaolinitu.

Popisovanými vzorky probíhají max. 1 mm mocné žilečky šedobílého karbonátu, jehož optické vlastnosti odpovídají kalcitu (výsledek chemické analýzy je uveden v tab. 1, anal.č. 3).

Nález uhlí pocházejícího z kulmských sedimentů u Plumlova není překvapením. Blekta (1933) se zmiňuje o neúspěšném kutání uhlí u Stichovic v letech 1863-1864, a to „při nezatopeném okraji přehrady nad výpustní věží hned za zmolí sestupující s kulmové břídlíčné stráně“. Při hloubení studny pod přehradní zdí v r. 1880 byla podle citovaného autora zjištěna „vrstvička uhlí asi 4 prsty silná“. Naše zpráva tedy rozšiřuje poznatky o těžbě uhlí na Plumlovsku a přináší komplexní charakteristiku nově nalezených vzorků.

Literatura:

Blekta, J. (1932-1933): Kutání na železnou rudu a kamenné uhlí na Plumlovsku. - Věstník Klubu přír. v Prostějově, 23, 63-72. Prostějov.

TRENDY ZMĚN VE SLOŽENÍ SILICIKLASTIK DRAHANSKÉHO KULMU A JEJICH GEOTEKTONICKÁ INTERPRETACE

Trends of changes in the composition of siliciclastics of the Lower Carboniferous at the Drahaný Upland (Moravia) and their geotectonic interpretation

Jiří Otava

Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno

Key words: Culm, heavy minerals, detrital garnets, granulite emplacement

Nejvhodnějším sedimentem pro studium změn provenience jsou bezesporu slepence. V minulosti byly studovány především slepence protivanovského a myslejovického souvrství (kořenecké, račické, lulečské) a ze změn jejich složení dedukovány změny charakteru snosové oblasti. V reálných pánvích jsou však slepence často vzácně a/nebo nerovnoměrně zastoupeny. Předkládaná studie vychází ze změn provenience odrážejících se v psamitické frakci. Studijním materiálem byly droby nejzápadnějšího protivanovského souvrství včetně kulmu vystupujícího mezi brněnským masivem a boskovickou brázdou, dále droby rozstáňského souvrství a myslejovického souvrství. Jako samostatný soubor jsou pojímány droby bouzovského kulmu. Vyjmenované dílčí celky jsou navzájem porovnávány z hlediska složení asociací průsvitné těžké frakce a složení asociací klastických granátů. Trendy změn jsou srovnány s vývojem v jesenické

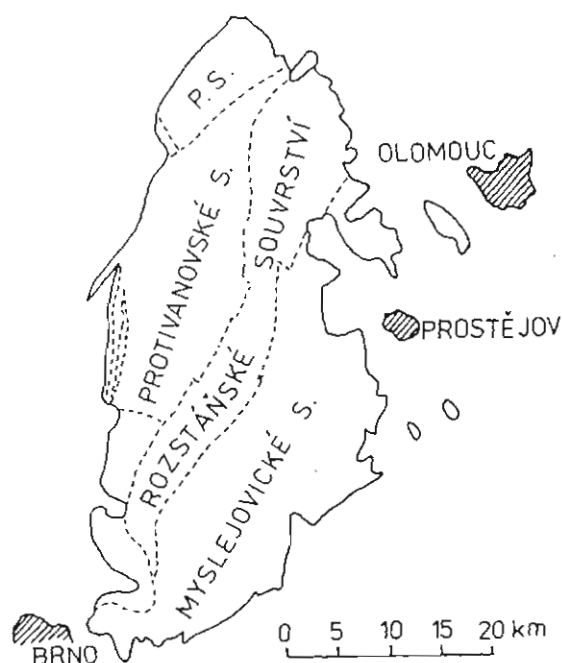
části kulmské pánve. Stručně jsou rovněž předkládány výsledky konfrontovány se studií Štelccla a Svobody (1962).

Protivanovské souvrství

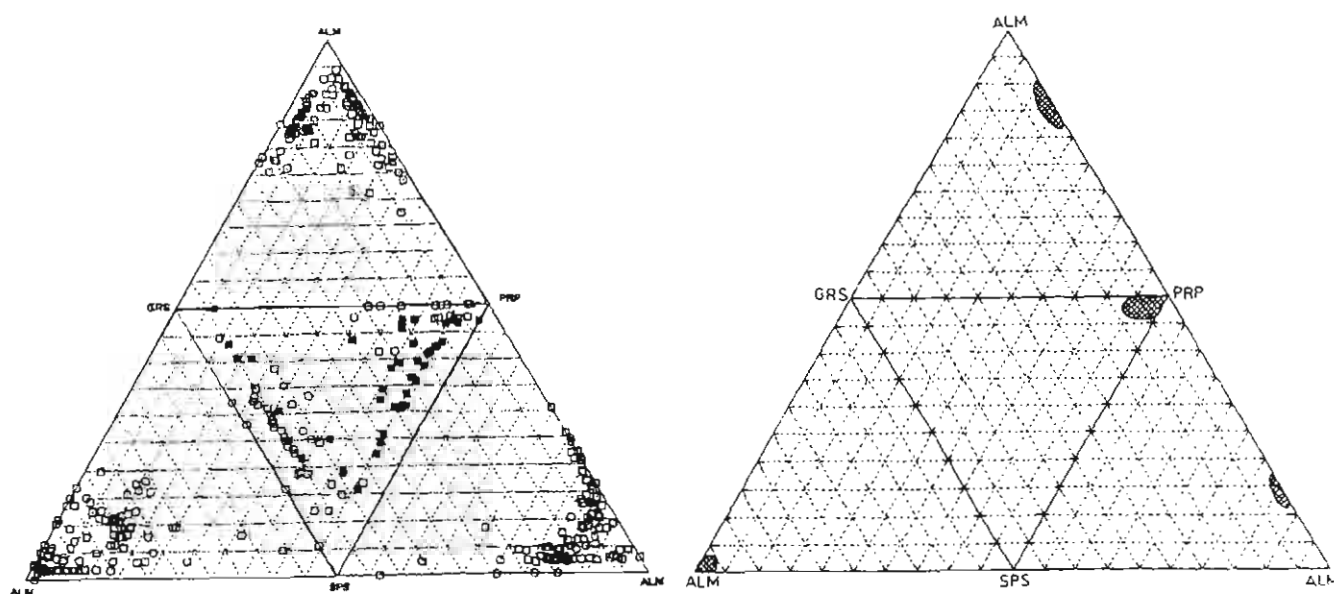
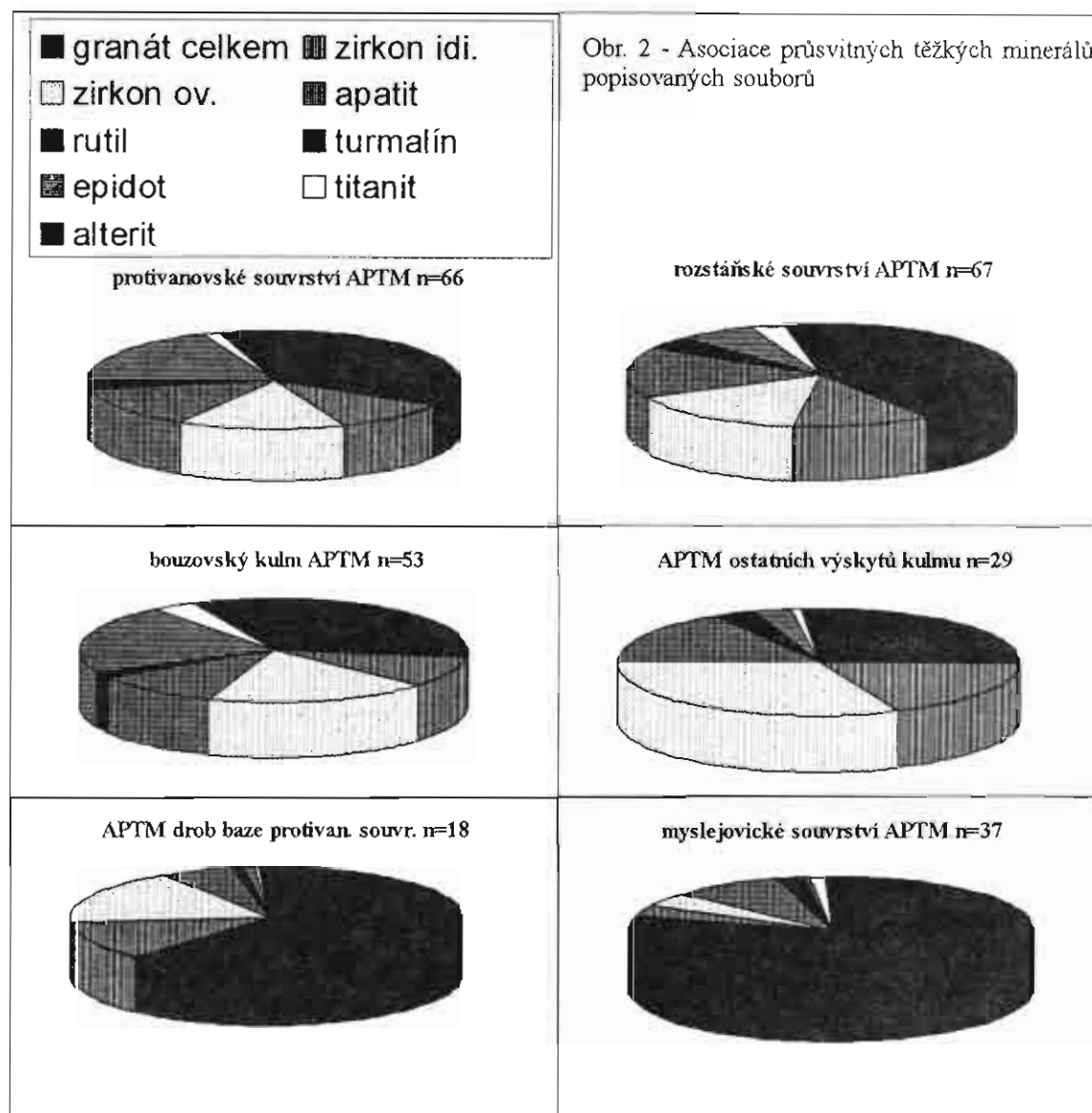
Asociace nacházené v drobách protivanovského souvrství lze charakterizovat jako polymiktní, typomorfními charakteristickými minerály jsou především epidot a široká škála granátů, dále titanit a alterity (obr.2). Tento výsledek je zásadním rozdílem proti analýzám publikovaným Štelclem a Svobodou (1962), kdy nepatrný soubor několika drob odhalil pouze granátické asociace.

Situaci komplikuje hustějším vzorkováním ověřená "granátická zóna" při západním okraji drahanského kulmu. Protože tato skupina vzorků je nejen značně homogenní svým složením, ale současně tvoří v terénu průběžný pruh při západním okraji protivanovského souvrství a bouzovského kulmu, zaslouží si nesporně samostatné statistické zpracování a znázornění (obr. 2). Rovněž první orientační vzorky z báze protivanovského souvrství v sousedství stínavského devonu mají granátickou asociaci. K popsání granátické asociace protivanovského souvrství patří též vzorky ležící na západní straně severní částí nořického se brněnského masívu na Boskovicku.

Poněvadž by z uvedených informací mohlo vyplynout, že droby uvedené zóny bychom mohli látkově paralelizovat s drobami myslejovického souvrství, rovněž granátickými, pokusili jsme se předběžně srovnat asociace detritických granátů obou souvrství. Velikosti souborů jsou bohužel nerovnoměrné, proto lze s určitou dávkou opatrnosti vyvodit, že k zásadní změně v asociaci detritických granátů od široké škály variet ke specifické asociaci s významnou převahou pyrop-almandinů dochází až ve svrchní části myslejovického souvrství (obr. 3).



Obr. 1- Plošné rozšíření analyzovaných souvrství kulmu Drahanské vrchoviny
P.S.= protivanovské souvrství bouzovského kulmu



Obr. 3 - Srovnání asociací detritických granátů v drobách dráhanského kulmu:
 Vlevo - **protivanovské souvrství**, lokalita Pilský dvůr. Plné čtverce značí granáty s obsahem almandinu nad 60%.
 Vpravo - **myslejovické souvrství**, lulečské slepence, lokalita Luleč

Tzv. "bouzovský kulm" je asociací průsvitných těžkých minerálů téměř dokonale kvalitativně i kvantitativně shodný s protivanovským souvrstvím Dražanské vrchoviny (obr.2). Rovněž "granátickou zónu" při západním okraji zde lze vysledovat. Z této látkové příbuznosti, kterou rovněž potvrzují např. vápencové valouny (Špaček 1997) lze vyvodit, že v době sedimentace byl bouzovský kulm součástí moravskoslezské pánve.

Izolované šupiny kulmu

Trosky kulmu vystupující mezi brněnským masivem a boskovickou brázdou (od jihu k severu Miroslavsko, okolí Neslovic, Chudčic, Doubravice n.Sv. a Boskovic) se vyznačují z obecného pohledu především distálnějšími charakterem, což odráží vyšší zastoupení apatitů a zirkonů (obr.2) Z hlediska zastoupení typomorfních minerálů a základních asociací je největší podoba s rozstáňským souvrstvím.

Rozstáňské souvrství

Střední pruh kulmu Dražanské vrchoviny tvořený rozstáňským souvrstvím se vyznačuje střídáním polymiktních a granátických asociací. Toto střídání má pravděpodobně spíše sedimentární nežli strukturní původ. Znamená to, že podobně jako v jesenické části kulmské pánve indikuje tento trend počátek změn v provenienci současně s připravující se změnou geodynamických poměrů ve vývoji pánve (obr. 2)

Nejvýchodnější myslejovické souvrství, v němž máme paleontologicky prokázáno svrchnovisečské stáří, má bez výjimky výrazně granátické asociace v těžké frakci drob (obr. 2). Tato skutečnost byla zjištěna již v šedesátých letech (Štelcl, Svoboda 1962). Jinou situaci vidíme, posuzujeme-li asociace detritických granátů drobové matrix. Zde můžeme vystopovat podobně jako u valounových asociací slepenců velmi výrazné kvalitativní a kvantitativní látkové změny. Jak již bylo zmíněno v odstavci o protivanovském souvrství a jak je zřetelné z obr. 3, v drobové matrix lulečských slepenců vystupují takřka výhradně pyrop-almandiny, zatímco v protivanovském souvrství máme velmi širokou škálu detritických granátů.

Závěr

Látkové změny v západní části dražanské kulmské pánve mají spíše charakter kvantitativní a odrážejí především změny v dynamice zaplňování pánve sedimenty. Zásadní změny proveniencí sedimentů proběhly ve východokulmské pánvi. K nejvýraznějším kvalitativním změnám patří nástup valounů granulitů moldanubika doprovázený záplavou detritických pyrop-almandinů v drobové matrix. Tato změna spadající přibližně do svrchního visé, goniatitových zón G_{op} a G_{oy} , je nejpravděpodobněji odrazem exhumace a výzdvihu granulitů do erozní úrovně mechanismem tzv. granulitového diapirismu v pojetí Neubauera (1995).

Literatura

- Neubauer, F. (1995): Emplacement of granulite-mantle wedges in orogens: The southeastern Bohemian Massif.- Journ. Czech Geol. Soc., 40/3, 31-32. Praha.
- Špaček, P. (1997): Mikrofaciální analýza vápencových valounů ve slepencích dražanského kulmu.- Dipl. pr., MS Kat. geol. paleont. PřF MU, Brno.
- Štelcl J. - Svoboda L. (1962): Petrografické studie kulmských sedimentů Dražanské vysočiny (těžké minerály kulmských drob). - Folia Univ. Purkyn brn., Geol., 3, 1, 1-50. Brno.

GEOCHEMIE KALCITOVÝCH ŽIL V PALEOZOICKÝCH HORNINÁCH MORAVSKÉHO KRASU

Geochemistry of calcite veins in the Palaeozoic rocks of the Moravian Karst

Marek Slobodník^{1,2}, Phillipe Muchez²

¹ Kat. geologie a paleontologie MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: marek@gap.muni.cz

² Afd. Fysico-chemische geologie, K. U. Leuven, Celestijnenlaan 200C, B-3001, Leuven, België

(24-41 Vyškov)

Key words: calcites, limestones, isotopes, chemical composition

Úvod

Cirkulace hydrotermálních fluid v paleozoické pávní a překrývání hydrotermálních generací karbonátů v žilách bylo umožněno silnou tektonickou deformací hornin Moravského krasu za vzniku různých puklinových systémů (např. Dvořák - Pták 1963). Migrace byla významná i v mezozoiku a terciéru za přispění vlivu alpinské tectogeneze jak předpokládá Kozłowski (1994). V karbonátových horninách frasnú a famenu na j. okraji Moravského krasu (Hády, Mokrá) bylo během předcházejících výzkumů (Slobodník 1994, 1996, Slobodník et al. 1995) mezi množstvím kalcitových žil rozlišeno několik populací hydrotermálních kalcitů (tab.1). V rámci tohoto souboru jsou rozlišeny dvě skupiny žil geneticky spjaté s rozdílnými tektonickými režimy. První skupina vznikala během variské tectogeneze a žíly jsou označovány jako syntektonické (populace A, B, C, D) a jsou početně dominantní. Druhá skupina jsou povariské (posttektonické) žíly (generace E, F). Obě skupiny vznikaly z odlišných hydrotermálních fluid a za rozdílných fyzikálně-chemických podmínek (Slobodník et al. 1997).

populace žil	popis struktury – žíly	petrografický charakter karbonátů
A	nepravidelné žíly, složitější tvar, zvrásněny, zjevné deformace, méně častý typ jemnozrný karbonát, bílý až béžový, deformace a rekrystalizace zrn (běžně je silně protažení zrn)	
B	nepravidelné žíly, méně častý typ hrubozrnější karbonát, šedobílý, symetricky i asymetricky lemován limonitem	
C	někdy hodně nepravidelné žíly, rozštěpené, složitě extenzní struktury, poměrně běžný typ na řadě lokalit růžový karbonát jemně až středně zrnitý, někdy s limonitem	
D	často přímo pravidelné žíly, někdy krátké čočkovité žíly s kulovitým uspořádáním, běžný v lomech v Mokré a na Hádech hrubozrnější karbonát šedo-bílý, někdy místy narůžovělá zrna, většinou poměrně čistý až průsvitný, někdy velmi málo limonitu	
E	tmelí brekcii, vyplňuje větší kaverny ve vápencích (Mokrá) hrubě- až velmi hrubozrný, šedý, béžový, často palisádová nebo krustifikační stavba	
F	méně mocné přímo žíly, vzácně velmi čistý karbonát, světlý, obsahuje sulfidy	

Metodika

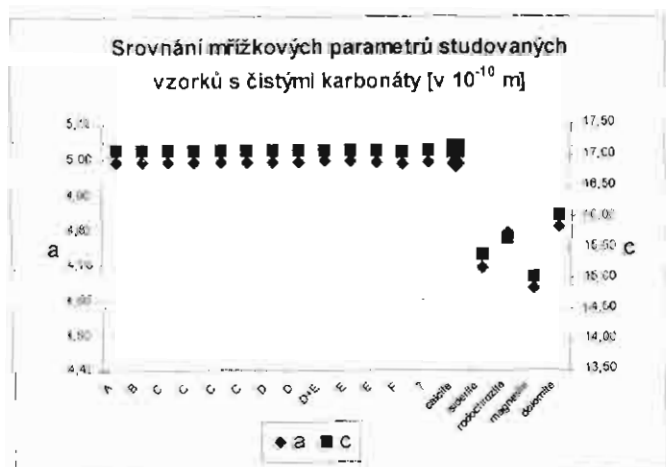
Studované vzorky pochází z frasnú vilémovických vápenců macošského souvrství a z famenu hádsko-říčských vápenců líšeňského souvrství. U hydrotermálních kalcitů byly sledovány obsahy Ca, Fe, Mn, Mg a Sr a byly zhotoveny RTG analýzy (PřF MU Brno). Izotopické analýzy ¹³C a ¹⁸O byly provedeny (VU Brusel) u vápenců a hydrotermálních kalcitů.

RTG analýzy

Rentgenografické analýzy sledovaných karbonátových generací poskytly velmi vyrovnané výsledky. Velikosti mřížkových parametrů "a" se pohybují mezi maximální hodnotou 4,9947 a minimální hodnotou 4,9880 × 10⁻¹⁰m. Parametr "c" dosahuje hodnot mezi 17,0810 a minimem 17,0508 × 10⁻¹⁰m. Ze srovnání těchto výsledků s parametry čistých karbonátů, je vidět, že analyzované vzorky ze všech populací můžeme označovat jako kalcity.

Chemické analýzy

Všechny zkoumané typy žil jsou tvořeny karbonáty, které můžeme označit jako kalcity s malým obsahem diadochního Fe nejčastěji mezi 0,20 a 0,33% FeO. Ostatní minoritní prvky jsou přítomny jen ve velmi malém množství



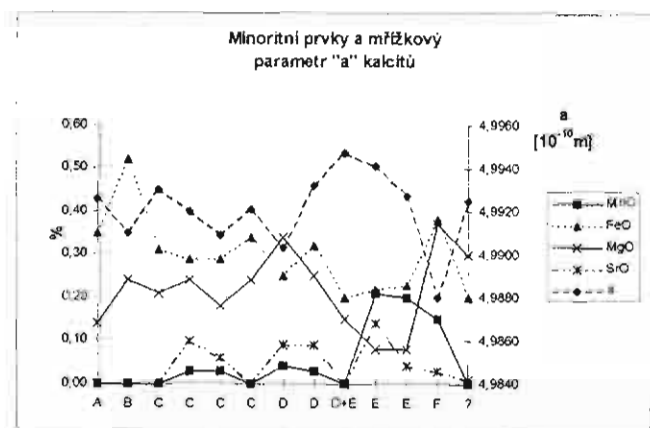
Tab. 1 - Přehled jednotlivých populací kalcitových žil

Obr.1 - RTG analýzy kalcitů

č.vz.	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB)	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	generace
M24a	-6,970	0,080	A
M-W5	-7,719	0,651	A
H34a	-12,440	-1,440	B?
M 22	-15,188	-0,841	B?
M-W5	-17,078	-1,603	B
M9	-10,050	-2,720	C
M2	-5,540	0,140	C
M4	-9,900	0,290	C
M7	-15,390	-1,960	C
M1	-5,580	0,310	C
M5	-14,560	0,450	C
M-W3	-14,588	0,852	C (+E)
M-W5	-15,131	-2,322	C (+D,E?)
M-W1	-15,586	1,564	C
M 33	-12,018	-0,314	C (+E?)
M-V3	-15,174	0,795	C
M 34	-15,839	-1,316	C+D?
M 41	-14,192	-0,199	C+D?
H34b	-12,440	-1,930	C
HL 46	-12,111	-0,084	C (+?)
HL 48	-11,355	0,361	C
HL 51	-12,711	0,385	C
HL 44	-10,597	0,626	C (+D,E?)
HL 43	-11,881	0,506	C (+D,E?)
HL 36	-10,726	0,624	C (+?)
HL 49	-12,339	0,568	C (+D,F?)
M 38	-15,419	0,917	D
M 39	-6,526	1,116	D
M 40	-6,008	1,262	D
M3	-15,710	-1,570	D
M8	-14,410	-1,940	D
M S2	-11,800	-2,220	D+E?
M24b	-15,300	-1,220	D
M7	-16,110	-2,700	D
H31	-13,560	0,190	D
H32	-13,300	1,410	D
HL 39	-6,051	2,477	D
HL 37	-4,700	2,392	D
HL 47	-11,188	0,486	D
HL 38	-6,558	2,467	D
HL 50	-13,061	0,780	D (+C?)
HL 41	-11,589	0,930	D
HL 52	-5,037	2,589	D
M-V3	-15,623	-2,141	E
M-W3			E
M9	-5,640	0,670	E
M 10	-16,216	-1,914	E
HL 53	-12,832	1,787	E?
HL 53	-9,716	1,924	E?
HL 51	-3,291	-0,189	F
M 37	-13,567	-1,710	?
M24r	-6,110	0,060	hornina
M36r	-6,060	1,220	hornina
Mr 1	-5,969	0,425	hornina
Mr 2	-5,478	0,851	hornina
Mr 3	-6,013	1,233	hornina
Mr 4	-5,778	1,185	hornina
Mr 5	-6,400	1,163	hornina
Mr 6	-6,351	1,163	hornina
Mr 7	-6,305	0,326	hornina
Mr 8	-5,851	-0,710	hornina
M-W5r	-6,467	0,987	hornina
M-W1r	-7,828	1,619	hornina
M 39r	-6,049	0,982	hornina
HL-Or1	-5,503	1,211	hornina
HL-Or2	-5,955	-0,105	hornina
HL-Or3	-6,164	0,507	hornina
HL 36r	-6,258	1,194	hornina
HL 46r	-6,044	-0,164	hornina
HL 39r	-4,525	2,462	hornina
HL 38r	-4,344	2,604	hornina
H34r	-4,190	1,620	hornina
HL-1r4	-3,968	2,346	hornina

Tab. 2 - Analýzy izotopického složení ^{13}C a ^{18}O v hydrotermálních kalcitech a ve vápencích (Mokrá, Hády)

a prakticky nepřekračují hranici 0,4%. Společně s Fe je ve všech vzorcích přítomen Mg. Obsahy Mg a Fe v kalcitech je možné vysvětlit větší resp. menší diadochií s Ca a nebo můžeme předpokládat velmi malý obsah sideritu nebo i podvojně soli Ca-Mg (dolomit) v kalcitech. Tomu napovídá i určité snížení souměrnosti, resp. velikosti mřížkových parametrů, které posunují RTG analýzy právě u vzorků z generace D a F (obr.2) s vyššími obsahy Fe a Mg, směrem k nižším hodnotám charakteristických pro čisté siderity či dolomity.



Obr. 2 - Chemické analýzy kalcitů (A, B, C, D, E, F – populace kalcitů) a mřížkový parametr "a"

U Mn je obecně zastupování s Ca plynulejší a výraznější. Obsah Mn je naprosto zřetelně typický pro vzorky posttektonických (povariských) kalcitových žil. Mangan je řídícím prvkem pro katodoluminiscenci u kalcitů, která závisí na poměru Fe/Mn (Frank et al. 1982) a právě u zmíněných žil s nižším poměrem Fe/Mn se výrazně projevuje žlutooranžová luminiscence. Pouze nízký obsah Mn ve starších populacích (C a D) je vysvětlen pronikáním mladších hydrotermálních fluid bohatších na Mn do starších kalcitů (srov. Slobodník 1996, Slobodník et al. 1997).

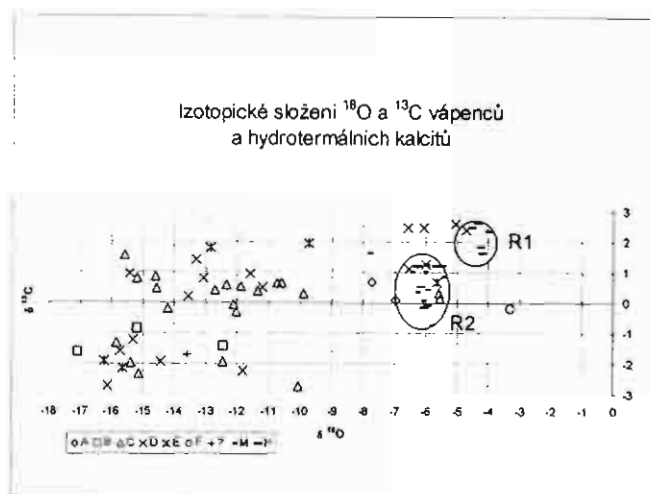
S Mn jsou svázány obsahy Sr. Sr má diadochní zastupování s Ca a navíc se koncentruje spíše v níže-temperaturních procesech a jejich produktech (Polanski – Smulikowski 1978). Je možné předpokládat, že přítomnost Sr bude charakteristická v nejmladších kalcitových žilách, které se tvořily z chladnějších fluid (Slobodník 1996).

Obsahy izotopů ^{13}C a ^{18}O ve vápencích a kalcitech

Studium izotopického složení C a O vápenců, cementů a hydrotermálních kalcitů poskytuje informace o prostředí jejich vzniku a o vzájemných interakcích mezi horninou a pórovou mořskou vodou a také mezi horninou a hydrotermálními fluidy.

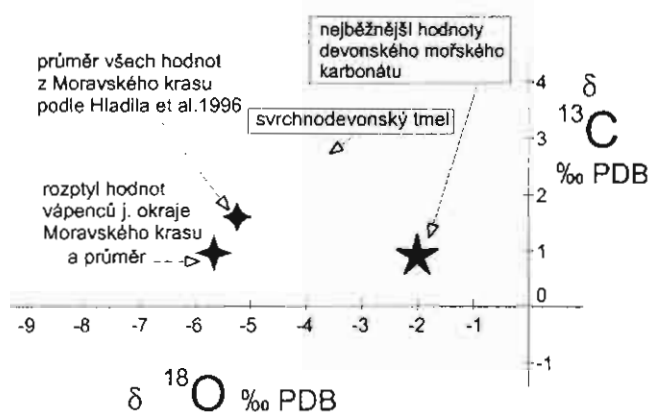
Izotopické složení hydrotermálních kalcitů pak závisí na genezi nosného média, čili vody, dále na teplotě fluid, z kterých kalcity krystalují a na izotopické rovnováze mezi fluidy a okolními vápenci.

Zjištěné izotopické složení uhlíku ve vápencích frasně a famenu na j. okraji Moravského krasu se pohybuje v rozmezí -0,7 až +2,6 ‰ pro hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ a u kyslíku



Obr. 3 - Izotopické složení kalcitů a vápenců z j. okraje Moravského krasu (A, B, C, D, E, F – analýzy kalcitových populací, M, H – analýzy vápenců z Mokré a Hádů)

jsou $\delta^{18}\text{O} = -3,9$ až $-7,8$ ‰ PDB (tab.2, obr. 3). Prakticky stejný rozsah má i izotopické složení C a O základní hmoty vápenců z dalších lokalit v Moravském krasu a z vrtu HV-105 Křtiny (Hladíková et al. 1997, Hladil - Hladíková 1997). Za střední a nejběžnější hodnoty devonského mořského karbonátu lze považovat údaje pro $\delta^{13}\text{C} \approx +1$ ‰ PDB a $\delta^{18}\text{O} \approx -2$ ‰ PDB (Holser - Magaritz 1989, Morrow et al. 1995). Pro svrchnodevonský tmel jsou podle Carpentera - Lohmanna (1989) typické hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ okolo



Obr. 4 - Rozptyl izotopických analýz vápenců v j. části Moravského krasu ve srovnání s průměrnými hodnotami pro celý Moravský kras a s devonskými mořskými vápenci

$+2,5$ ‰ PDB a pro $\delta^{18}\text{O}$ mezi $-3,5$ ‰ PDB až $-5,0$ ‰ PDB.

Srovnáním průměrných hodnot (obr. 4) zjišťujeme, že izotopické složení C a O u základní hmoty vápenců ze souboru celého Moravského krasu ($\delta^{13}\text{C} = +1,83$ ‰ a $\delta^{18}\text{O} = -5,37$ ‰ PDB) je vůči průměrným devonským hodnotám posunuto u $\delta^{13}\text{C}$ o cca $+0,8$ ‰ a o $-3,3$ ‰ u hodnot $\delta^{18}\text{O}$ (srovnej Hladil - Hladíková 1997). Vzorky pouze z j. okraje Moravského krasu (Hády, Mokrá, Lesní lom) mají průměry pro $\delta^{13}\text{C} = +1,04$ a pro $\delta^{18}\text{O} = -5,73$ ‰ PDB, což je posun jen u izotopu ^{18}O do zápornějších hodnot cca o $-3,5$ ‰.

Pole rozptylu analýz izotopů ^{13}C a ^{18}O pro všechny generace žilných kalcitů je poměrně rozsáhlé (obr. 3). Hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ se pohybují od $-2,7$ ‰ do $+2,6$ ‰ PDB a $\delta^{18}\text{O}$ od $-17,1$ do $-3,3$ ‰ PDB. Jen menší část kalcitových žil z generace A, C, D a E má izotopické složení blízké horninám (skupiny R1, R2 na obr.3). Tato podobnost naznačuje, že některé žíly krystalovaly z fluid, která se pohybovala pouze ve vápencích s nimiž byla fluida v určité izotopické rovnováze. Tento systém byl uzavřený k přístupu meteorických vod, příp. jejich přístup byl velmi omezen.

Většina izotopických analýz kalcitových žil leží mimo pole analýz vápenců. Znamená to, že původní fluida, která proudila v puklinách vápenců a z nichž krystalovaly žilné kalcity, nebyla v izotopické rovnováze s okolními vápenci. Velmi pravděpodobně patřily k otevřenému hydrotermálnímu systému pronikajícím horninami. Ke zjištění izotopického složení původních fluid je třeba dalšího studia a výpočtů.

Závěr

Kalcitové žíly krystalovaly ve vápencích, které mají nižší obsahy ^{18}O než jsou průměrné hodnoty u devonských karbonátů. Tento výsledek můžeme interpretovat jako: - sedimentaci a diagenézi vápenců v zóně míchání mořské a sladké vody sedimentaci a diagenézi vápenců za vyšší teploty mořské vody

- diagenézi vápenců při větším poměru pórovádova/hornina
- důsledek pozdější rekrystalizace vápenců. Může jít také o kombinaci těchto faktorů.

Jen některé vzorky hydrotermálních kalcitů mají podobné izotopické složení O a C jako vápence. Prakticky všechny náleží k syntecktonickým žilám, které krystalovaly z více méně uzavřených hydrotermálních systémů a cirkulujících jen ve vápencových souvrstvích. Tím byly silně ovlivněny izotopickým složením okolních vápenců. Vzhledem k jejich četnosti a uzavřenosti v horninách, můžeme předpokládat, že v tektonické etapě tato fluida pracovala i jako lubrikační médium při tektonickém transportu hornin.

Většina ostatních žil, včetně posttektonických, krystalovala z více otevřených hydrotermálních systémů, které rychleji komunikovaly s meteorickými vodami a díky otevřeným cestám i přes velké objemy hornin včetně fundamentu. Pro toto svědčí kromě izotopů C a O, také odlišné mikrochemické složení, mají např. nižší poměr Fe/Mn. Výraznou charakteristikou posttektonických fluid je též schopnost pro transport kovů.

Vzhledem k protaženému tvaru celého pole izotopických analýz kalcitů, může celá sekvence žil představovat řadu s proměnlivým zastoupením meteorické vody v hydrotermálním roztoku, která posunuje data $\delta^{18}\text{O}$ do nižších hodnot. Dalším důležitým vlivem může být skutečnost, že některé žíly starších syntecktonických generací jsou pronikány jemnou sítí mladších žilek posttektonických kalcitů, což dokládá katodooluminiscenční mikroskopie a barvení vzorků kalcitů.

- Carpenter, S.J. - Lohmann, K.C. (1989): $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ variations in Late Devonian marine cements from the Golden Spike and Nevis Reefs, Alberta, Canada. – J. sed. Petrology, 59, 792-814. Lawrence.
- Dvořák, J. - Pták, J. (1963): Geologický vývoj a tektonika devonu a spodního karbonu Moravského krasu. – Sbor. geol. Věd, řada G, sv. 3, 49-77. Praha.
- Frank, J.R. - Carpenter, A.B., Oglesby, T.W. (1982): Cathodoluminescence and composition of calcite cement in the Taum Sauk Limestone (Upper Cambrian), southeast Missouri. – J. sed. Petrology, 52, 2, 0631-0638.
- Hladíková, J. - Hladil, J. - Zusková, J. (1997): Discrimination between facies and global controls in isotope composition of carbonates: carbon and oxygen isotopes at the Devonian reef margin in Moravia (HV-105 Křtiny Borehole). – J. of the Czech Geol. Soc., 42, 1-2, 1-16. Praha.
- Hladil, J. - Hladíková, J. (1997): Obsah izotopů ^{13}C a ^{18}O v devonských karbonátech Moravského krasu: specifický sekvenční vzor. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 57-63. Brno.
- Holser, W.T. - Magaritz, M. (1989): Application of isotopes in stratigraphic correlation. – International Geological Congress, 28th. Washington.
- Keith, M.L. - Weber, J.N. (1964): Isotopic composition and environmental classification of selected limestones and fossils. – Geochim. cosmochim. Acta, 28, 1787-1816. Oxford.
- Kozłowski, A. (1994): A preliminary fluid inclusion model of the Silesian-Cracow Zn-Pb ores origin in south Poland. – Beih. z. Eur. J. Mineral., Vol. 6, 1, 153. Stuttgart.
- Morrow, J.R. - Schindler, E., Wallisser, O.H. (1995): Phanerozoic Development of Selected Global Environmental Features. – In: O.H. Wallisser (ed.): Global Events and Event Stratigraphy. Springer Verl., 53-61. Berlin.
- Polanski, A. - Smulikowski, K. (1978): Geochémia. SPN, Bratislava.
- Slobodník, M. (1994): Hydrotermální mineralizace v j. části Moravského krasu. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 62-63. Brno.
- Slobodník, M. - Muchez, Ph. - Viaene, W. (1995): Formation conditions of Pb-Zn mineralizations in the Bohemian Massif. In: Pašava, J., Kříbek, B., Žák, K. (eds.) (1995): Mineral Deposits: From Their Origin to Their Environmental Impacts. p.323-325, A.A. Balkema, Rotterdam. (proceedings of the Third Biennial SGA Meeting, Prague, Czech Republic, 28-31 August 1995.)
- Slobodník, M. - Muchez, Ph. (1996): Strukturní pozice karbonátových žil na jižním okraji Moravského krasu. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 168-170. Brno.
- Slobodník, M. - Muchez, Ph. - Viaene, W. (1997): Hydrothermal fluid flow in the Devonian and Carboniferous of the Rhenohercynicum of the Bohemian Massif. – In: Papunen H. (ed.) (1997): Mineral Deposits: Research and Exploration - Where do They Meet?, p.583-586, A.A. Balkema, Rotterdam. Proceedings of the 4th Biennial SGA Meeting, 11-13 August 1997, Turku, Finland.

HYDROTERMÁLNÍ ZRUDNĚNÍ V LOMU U POHOŘAN (KULM NÍZKÉHO JESENÍKU)

Hydrothermal ore mineralization in the quarry near Pohořany (Culmian of the Nízký Jeseník Upland)

Jiří Zimák

Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

(25-11 Hlubočky)

Key words: *hydrothermal mineralization, Nízký Jeseník Upland*

Tato zpráva přináší stručnou mineralogickou charakteristiku křemen-kalcitových žilek s ojedinělým galenitem, jejichž úlomky byly zjištěny v haldovém materiálu z lomu, jenž leží 1 km SZ od Pohořan (cca 200 m SZ od „Horní Boudy“), vlevo od červeně značené turistické stezky z Pohořan do údolí Bělkovického (Trusovického) potoka. V lomu byly těženy štipatelné jílové břidlice moravického souvrství. V haldovém materiálu převažují jílové břidlice spolu s laminitovými břidlicemi a siltovci, přítomny jsou i droby a gravelity.

Poměrně snadno lze na haldě najít úlomky jílových břidlic s ložními křemen-kalcitovými žilkami o mocnosti obvykle do 3-4 cm. Dominantní složkou žilek je hrubozrnný kalcit bílé barvy, jen lokálně šedozeleně zbarvený červíkovitými uzavřeními chloritu. Výsledky parciálních chemických analýz kalcitu jsou uvedeny v tab. 1 (analytik P. Kadlec, PřF MU Brno).

Někdy hlavní, jindy jen vedlejší složkou žilek je křemen, jenž se vyskytuje spíše při jejich okrajích. Tvoří až 5 mm velká alotriomorfní, silně undulózně zřetelná zrna,

	1	2	3
CaO	55,51	51,33	49,39
MnO	0,63	0,45	0,67
FeO	0,29	0,37	0,56
SrO	0,16	0,15	0,26
MgO	0,04	0,07	0,13
n.p.	0,29	7,74	10,43
suma	56,65	60,11	61,44
počet kationů (suma kationů = 1):			
Ca	0,988	0,984	0,975
Mn	0,005	0,007	0,010
Fe	0,004	0,006	0,009
Sr	0,002	0,002	0,003
Mg	0,001	0,002	0,004
suma	1,000	1,000	1,000

Tab. 1. - Chemické složení kalcitu (hmot.%)

porušená četnými trhlinami, vyplněnými kalcitem. Podobně jako v kalcitu jsou i v křemeni někdy přítomny uzavřené chlority. Chemické analýzy chloritu ze dvou různých vzorků (tab. 2) byly provedeny na přístroji CamScan s EDX analyzátozem Link AN 10.000, urychlovací napětí 20kV, při přepočtu použita ZAF korekce, analytik Mgr. V. Vávra, PřF MU Brno). Na základě počtu atomů Si v empirickém vzorci a hodnoty F/FM lze tyto chlority klasifikovat (podle Melky 1965) jako klinochlor (oba analyzované body na vzorku 1) nebo thuringit (bod 2a), příp. chlorit na rozhraní thuringit/chamosit (bod 2b). Při okraji některých křemen-kalcitových žilek byl zjištěn albit, tvořící hypidiomorfni

	1a	1b	2a	2b
SiO ₂	26,12	25,51	26,42	26,81
Al ₂ O ₃	19,89	19,28	22,67	22,63
FeO	21,98	23,30	29,97	29,54
MgO	17,38	15,79	11,43	12,04
MnO	0,26	0,36	0,49	0,42
suma	85,63	84,24	90,98	91,44
počet kationů na bázi 14 atomů O:				
Si ⁴⁺	2,77	2,78	2,73	2,75
Al ³⁺	2,49	2,48	2,76	2,73
Fe ²⁺	1,95	2,12	2,59	2,53
Mg ²⁺	2,75	2,57	1,76	1,84
Mn ²⁺	0,02	0,03	0,04	0,04
F/FM	0,42	0,46	0,60	0,58

Tab. 2 - Chemismus chloritu (hmot.%)

izometrická zrna i tabulkovité krystaly o velikosti do 3mm. V nepatrném množství je přítomen muskovit, jehož šupinky se vyskytují zpravidla v intergranulárách mezi křemenem a kalcitem.

Z rudních minerálů byl na křemen-kalcitových žilkách zjištěn jen zcela výjimečně pyrit a galenit. Pyrit tvoří drobná zrnka v okrajových křemenných partiích žilek (hojně se vyskytuje v některých úlomcích laminitů břidlic a siltovců). Galenit byl zjištěn jen v jednom případě, a to v podobě nepravidelného agregátu (o velikosti 2x2 mm) s četnými výběžky, pronikajícími podél intergranulár do okolního kalcitu, jenž je galenitem zatlačován.

Literatura

Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. - Věst. Ústř. Úst. geol., 40, 23-27. Praha.

NEZNÁMÁ ŠTOLA U HRUBÉ VODY A HYDROTHERMÁLNÍ MINERALIZACE V HALDOVÉM MATERIÁLU (KULM NÍZKÉHO JESENÍKU)

An unknown adit at Hrubá Voda and hydrothermal mineralization in the dump material (Culmian of the Nízký Jeseník Upland)

Jiří Zimák

Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

(25-11 Hlubočky)

Key words: old mining, hydrothermal mineralization, chalcopyrite, Nízký Jeseník Upland

Stará štola, jež není zmiňována v geologické literatuře (včetně dostupných nepublikovaných zpráv, báňsko-historických a surovinových studií), byla zjištěna u Hrubé Vody. Ústí štoly je asi 500 m severně od železniční zastávky v Hrubé Vodě, v západním svahu výrazného údolí, jímž protéká ve směru od Jívové potok, ústící do Bystřice. Zmíněným údolím prochází asfaltová lesní cesta z Hrubé Vody do Jívové a modře značená turistická stezka do Pohorán, vedoucí zhruba 50 m od již dlouho zavaleného ústí štoly. Propadlinou poblíž někdejšího ústí se podařilo proniknout do krátkého úseku, v němž již sice došlo ke zřícení výdřevy, ale zavalení je jen částečné. Tato úvodní část štoly je ražena k JZ až ZJZ. Ve svahu pod stolou se nachází plochá halda, jež dosahuje až téměř ke zmíněné lesní cestě (délka haldy je něco přes 30 m, max. šířka 17 m, max. výška asi 3 m nad původním terénem, objem haldového materiálu byl odhadnut na cca 200-300 m³). Z objemu haldy a raženého profilu lze usuzovat na délku štoly kolem 100 m.

Haldový materiál je tvořen sedimenty moravického souvrství, a to především úlomky drob, hojně i siltovců, petromiktických slepenců a jílových břidlic. V úlomcích drob, siltovců a slepenců jsou často přítomny křemenné žilky, jejichž mocnost se pohybuje zpravidla do 2-3 cm. Byly však zde zjištěny i fragmenty křemenné (i křemen-živcové) žiloviny ze žil, jejichž mocnost musela být nad 15 cm.

Dominantní složkou drobných žilek i relativně mohutných žil je křemen, tvořící alotriomorfní, undulózně zhášeující zrna o velikosti i přes 5 mm. Obzvláště na mohutnějších žilách jsou v křemeni místy přítomny drobné červíkovité agregáty chloritu, způsobující jeho šedozelené zbarvení. Spíše výjimečně byly zjištěny až několik mm velké agregáty tmavě zeleného chloritu, složené z drobných šupinek. Šupinky chloritu mají pozitivní ráz délky, výrazný pleochroismus (X-jemně nazelenalá, Y, Z - světle zelená) a modré interferenční barvy. Na základě výsledků chemických analýz (tab. 1) lze tyto chlority klasifikovat jako chamosit. (Všechny v této zprávě uvedené údaje o chemismu minerálů byly získány na přístroji CamScan s EDX analyzátozem Link AN 10.000, urychlovací napětí 20kV, při přepočtu použita ZAF korekce, analytik Mgr. V. Vávra, PřF MU Brno.)

Při okraji mohutnějších křemenných žil a kolem fragmentů alterovaných kulmských sedimentů (zejména drob) v žilovině je relativně často přítomen albit, mající šedobílou až křídově bílou barvu a převážně matný lesk. Albit tvoří hypidiomorfně vyvinuté tabulky o rozměrech až 3 mm. Ve výbrusech je zpravidla polysynteticky lamelovaný, někdy silně zakalený (kaolinizovaný?). Výsledky dvou bodových analýz albitu (66,73 a 68,88 % SiO₂, 18,45 a 19,05 % Al₂O₃, 11,36 a 11,72 % Na₂O, 0,22 a 0,22 hmot. % CaO) odpovídají shodně empirickému vzorci Na_{0,99}Ca_{0,01}Al_{0,98}Si_{3,01}.

	1	2	3	4	5
SiO ₂	26,18	27,13	25,73	25,78	25,21
Al ₂ O ₃	19,59	21,58	20,11	20,13	20,00
FeO	29,90	29,70	30,02	28,49	29,69
MgO	10,70	12,41	11,38	12,27	11,27
MnO	0,49	0,51	0,57	0,66	0,60
suma	86,86	91,33	87,81	87,33	86,77
počet kationů na bázi 14 atomů O:					
Si ⁴⁺	2,86	2,79	2,78	2,78	2,76
Al ³⁺	2,52	2,62	2,56	2,56	2,58
Fe ²⁺	2,73	2,55	2,71	2,57	2,72
Mg ²⁺	1,74	1,90	1,83	1,97	1,84
Mn ²⁺	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
F/FM	0,61	0,58	0,60	0,57	0,60

Tab. 1 - Chemismus chloritu (hmot. %)

Tab. 1 - Chemistry of chlorite (wt %)

Ojedinele lze ve výbrusech z žiloviny najít alotriomorfní až hypidiomorfní průřezy apatitu s místy hojným neurčitelným pigmentem, způsobujícím šedé až šedohnědé zakalení. Zcela ojedinele jsou přítomna drobná, ve výbrusu šedobílá zrna s vysokým reliéfem a dvojlomem, bez zřetelného pleochroismu, v případě jednoho sloupečkovitě vyvinutého individua lze konstatovat rovnoběžné zhášení (alespoň v tomto případě jde snad o rutil).

V úlomku křemenné žiloviny bylo zjištěno ojedinéle „zrno“ chalcopyritu o rozměrech 2x4 mm, silně od okrajů a podél prasklin přeměněné na stilpnosiderit, provázený zelenými povlaky na puklinách v okolním křemeni.

V hydrotermálně alterovaných fragmentech droby v křemenné žilovině se hojně vyskytují chomáčky leukoxenu - chemismus analyzovaných zrníček (tab. 2) v zásadě odpovídá titanitu s velmi vysokým obsahem Al a Fe. Poměrně často jsou v drobě přítomna drobná zrna zirkonu - výsledek bodové analýzy (65,17 % ZrO_2 , 32,94 % SiO_2 , 1,45 % HfO_2) odpovídá empirickému vzorci $Zr_{0,98}Hf_{0,01}(Si_{1,01}O_{4,00})$.

	1	2
SiO_2	28,99	30,93
TiO_2	25,56	30,85
Al_2O_3	7,80	5,52
Fe_2O_3	3,02	0,62
V_2O_5	-	0,39
CaO	25,76	26,85
MgO	0,87	0,24
K_2O	0,26	0,46
suma	92,26	95,86
počet kationů na bázi 5 O:		
Si	1,02	1,04
Ti	0,67	0,78
Al	0,32	0,22
Fe	0,08	0,02
V	-	0,01
Ca	0,97	0,97
Mg	0,04	0,01
K	0,01	0,02

Tab. 2 - Chemické složení leukoxenu (hmot.%)

Spíše ojediněle lze v kulmských sedimentech najít jemné žilky kalcitu o mocnosti max. 2 mm. Bodovými analýzami kalcitu z jedné žilky bylo kromě CaO zjištěno 0,72-1,12 hmot.% MnO ; v analyzovaných bodech byl stanoven i P_2O_5 v množství 0,18-0,24 hmot. % - přítomnost apatitu nebyla však v kalcitových žilkách z této lokality prokázána. Jen ojediněle byla v kalcitové žilce zjištěna alotriomorfní zrníčka o velikosti do 0,01 mm, tvořená téměř chemicky čistým TiO_2 s 0,50 % V_2O_5 , 0,48 % Fe_2O_3 a 0,24 hmot.% SiO_2 (snad jde o anatas, jenž je znám z obdobného rudního výskytu u Mariánského Údolí - viz Zimák 1984).

Není jasný účel ani stáří nově objevené štoly. Lze předpokládat, že vznik této štoly souvisí s prospekčními pracemi a těžbou rud v údolí Bystřice v 18. století (údaje o historii těžby rud v údolí Bystřice uvádí např. Novák, Štěpán 1984). Štola patrně sledovala dislokační zónu SV-JZ, která mohla být v určitých úsecích zrudněna chalkopyritem. Z blízkého lomu, do jehož prostoru štola směřuje, je přítomnost chalkopyritu na křemen-kalcitových žilách známa, byly zde zjištěny i drobné chalkopyritové žilky (Hlobilová 1957), velmi hojně se zde vyskytují kalcitové a křemen-kalcitové žilky se sfaleritem a galenitem (Zimák 1997). Na lokalitě „Schusterloch“ (ležící zhruba 1,5 km směrem k JZ) bylo dosud přístupnou štolou z 2. pol. 18. století sledováno Cu-zrudnění, vázané na puklinový systém 190-200°/75-80° (Zimák 1996).

Literatura

- Hlobilová, J. (1957): Chalkopyrit a malachit z Hrubé Vody u Olomouce. - Čas. Mineral. Geol., 2, 449. Praha.
 Novák, J. - Štěpán, V. (1984): Báňsko-historický výzkum Hrubého Jeseníku a západní části Nízkého Jeseníku. 4. Ložisková oblast Ag-Pb-Cu rud v povodí Bystřice - Lošov, Velká Bystřice, Hlubočky, Hrubá Voda. MS. ÚÚG Praha.
 Zimák, J. (1984): Výskyt anatasu na polymetalických rudních žilách v Mariánském Údolí u Olomouce. - Zprávy Krajského vlastivědného muzea v Olomouci, 227: 16-18. Olomouc.
 Zimák, J. (1996): Sulfidická mineralizace na lokalitě „Schusterloch“ u Hluboček. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r.1995, 175-176. Brno.
 Zimák, J. (1997): Hydrotermální zrudnění v lomu u Hrubé Vody (kulm Nízkého Jeseníku). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 92-93. Brno.

MONAZIT V SILIKÁTOVÝCH FE-RUDÁCH TYPU LAHN-DILL U CHABIČOVA

Monazite in silicate Fe-ores of the Lahn-Dill type near Chabičov

Jiří Zimák¹, Václav Vávra²

¹Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

²Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

(14-44 Šternberk)

Key words: *silicate iron ores, stilpnomelane, chlorite, monazite*

Přítomnost monazitu byla zjištěna ve vzorcích silikátových Fe-rud, nalezených poblíž ústí Levinské štoly, ražené z údolí Levinského potoka SZ směrem pod jižní okraj Chabičova (cca 700 m dlouhá štola probíhá pod důlními mírami „Willengottes“ a „Otilie“ - např. Kretschmer 1917).

Rudní vzorky s monazitem jsou tvořeny černou, jemně šupinkovitou a místy až makroskopicky celistvou hmotou s hojnými mandličkami (o velikosti do 3 mm), jež mají šedozelenou, v návětralých partiích rezavě hnědou barvu. Popisovanými vzorky probíhají max. 2 mm mocné šedozelené žilky chloritu. Jemné puklinky jsou vyplněny limonitem.

Ve výbrusech byly v podstatném množství zjištěny jen tři složky: stilpnomelan, chlorit a opakní fáze. Nejhojnějším minerálem studovaných vzorků je stilpnomelan, jenž tvoří až 0,5 mm velké, zpravidla vějířovitě uspořádané šupinky s výrazným pleochroismem (X - jemně nažloutlý až světle žlutý, Y, Z - hnědý až tmavě hnědý). Mezi šupinkami stilpnomelanu a jejich agregáty je přítomen velmi jemnozrný chlorit, jenž v některých partiích vzorků převažuje nad stilpnomelanem. Hojný je ilmenit v podobě nedokonale vyvinutých tabulek.

Výsledky chemických analýz stilpnomelanu a chloritu jsou uvedeny v tab. 1 (všechny v této práci obsažené údaje o chemismu minerálů byly získány pomocí elektronové mikrosondy CAMSCAN s ED analyzátozem Link AN 10.000, urychlovací napětí 20kV, při přepočtu použita ZAF korekce). Chlorit lze na základě výsledku provedené analýzy klasifikovat jako chamosit. V klasifikačním schématu podle Melky (1965) leží tento chlorit v poli chamositu, v blízkosti hranice chamosit/thuringit. Chlorit obdobných optických vlastností tvoří i výplň mandlíček (některé mandlíčky obsahují také stilpnomelan - někdy jde o mandlíčky, v jejichž centru je jemnozrný chlorit, lemovaný zónou šupinkovitého stilpnomelanu, vnější zónu tvoří sferoliticky uspořádané šupinky chloritu).

V chlorit-stilpnomelanové hmotě je jako akcesorie přítomen monazit, tvořící max. 0,07 mm velká hypidiomorfní zrna, z jejichž průřezů lze usuzovat na sloupečkovitý vývin. Kolem zrn monazitu se v chloritu vytvořily výrazné pleochroické dvůrky, ve stilpnomelanu

	stilpnomelan					chlorit
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	42,98	46,96	45,96	46,07	40,56	24,20
Al ₂ O ₃	6,66	7,34	6,49	6,41	7,71	18,22
FeO	33,53	32,16	34,69	34,26	34,77	41,10
MgO	2,25	2,03	1,78	2,07	2,07	4,46
MnO	-	-	-	-	0,24	0,11
CaO	0,58	0,97	0,70	0,83	-	-
K ₂ O	1,33	1,02	2,16	2,32	1,04	-
suma	87,33	89,58	91,98	91,96	86,39	88,09
počet kationů na bázi 11 at. O (stilpnomelan), 14 at. O (chlorit)						
Si	3,62	3,71	3,68	3,68	3,49	2,78
Al	0,66	0,70	0,61	0,60	0,78	2,47
Fe	2,36	2,16	2,32	2,29	2,50	3,95
Mg	0,28	0,24	0,21	0,25	0,27	0,76
Mn	-	-	-	-	0,02	0,01
Ca	0,05	0,08	0,06	0,07	-	-
K	0,14	0,10	0,24	0,24	0,11	-

	1a	1b	2	3a	3b	3c
P ₂ O ₅	30,91	31,10	29,85	29,87	30,67	30,33
La ₂ O ₃	16,56	16,85	19,22	20,03	18,89	18,99
Ce ₂ O ₃	33,09	33,73	30,17	35,27	34,53	34,64
Pr ₂ O ₃	4,64	4,02	3,30	3,65	3,79	3,72
Sm ₂ O ₃	1,32	1,46	1,64	1,15	1,22	0,92
Nd ₂ O ₃	13,56	13,24	11,58	10,66	12,11	10,77
SiO ₂	-	0,32	0,42	0,36	0,26	0,39
ThO ₂	-	0,96	1,05	-	-	-
CaO	0,23	-	2,18	0,21	-	0,18
FeO	1,35	1,34	1,55	1,31	1,74	1,51
suma	101,66	103,02	100,96	102,51	103,21	101,45
počet kationů na bázi 4 atomů O						
P	1,00	0,99	0,97	0,97	0,98	0,98
La	0,23	0,24	0,27	0,28	0,26	0,27
Ce	0,46	0,47	0,42	0,50	0,48	0,49
Pr	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Sm	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Nd	0,18	0,18	0,16	0,15	0,16	0,15
Si	-	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
Th	-	0,01	0,01	-	-	-
Ca	0,01	-	0,09	0,01	-	0,01
Fe	0,04	0,04	0,05	0,04	0,06	0,05

Tab. 1 - Chemické složení stilpnomelanu a chloritu (hmot.%)

Tab. 2 - Chemické složení monazitu (hmot.%)

jsou pleochroické dvůrky méně zřetelné. Výsledky chemických analýz monazitu (provedených na třech různých vzorcích chlorit-stilpnomelanových rud) jsou uvedeny v tab. 2.

Studované rudy jsou produktem hydrotermálních alterací bazických vulkanitů a jejich nerostné složení bylo modifikováno během následné regionální metamorfózy - podle Chába a Suka (1977) zde stupeň metamorfózy odpovídá facii prehnit-pumpellyitových metadrob. Lze

předpokládat, že během hydrotermálních alterací docházelo ke tvorbě smektitu, jenž byl schopen vázat vzácné zeminy přinášené hydrotermálními fluidy (na vzrůst obsahu LREE při hydrotermálních alteracích bazických hornin šternbersko-hornobenešovského pruhu lze usuzovat z dat uváděných Přichystalem 1990). Domníváme se, že monazit vznikl při metamorfní přeměně smektitizované horniny na stávající asociaci stilpnomelan+chlorit+ilmenit.

Literatura

- Cháb, J. - Suk, M. (1977): Regionální metamorfóza na území Čech a Moravy. Knihovna ÚÚG, sv. 50, 5-156. Praha.
Kretschmer, F. (1917): Die Erzführende Diabas- und Schalsteinzone Sternberg-Bennish. - Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 24, 1-198. Berlin.
Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. - Věstník Ústř. Úst. geol., 40, 23-27. Praha.
Přichystal, A. (1990): Hlavní výsledky studia paleozoického vulkanismu ve šternbersko-hornobenešovském pruhu (Nízký Jeseník). - Sbor. geol. Věd, Ř LGM, 29, 41-66. Praha.

POZNÁMKY K NEROSTNÉMU SLOŽENÍ CAMPTONITU Z MARIÁNSKÉHO ÚDOLÍ U OLOMOUCE

Comments on the mineral composition of camptonite from Mariánské Údolí near Olomouc

Jiří Zimák¹, Václav Vávra²

¹Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

²Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

(25-11 Hlubočky)

Key words: camptonite, mineral composition, chemistry

Tato zpráva upřesňuje a doplňuje poznatky o minerálním složení camptonitu z Mariánského Údolí u Olomouce a přináší údaje o chemismu jednotlivých součástí - všechny v této práci uvedené chemické analýzy minerálů byly provedeny pomocí elektronové mikrosondy CAMSCAN s ED analyzátozem Link AN 10 000 (urychlovací napětí 20kV, při přepočtu použita ZAF korekce). Základní petrografickou charakteristiku doplněnou údaji o celkovém chemismu horniny uvádějí Zapletal a Zimák (1994), další data o chemismu camptonitu (včetně obsahu některých stopových prvků) lze najít ve zprávě Přichystala (1997). Zatímco Zapletal a Zimák (1994) spojují studovaný lamprofy s neovulkanickou formací, Přichystal (1997) jej považuje spíše za mladopaleozoický.

Již makroskopicky nápadnou složkou horniny jsou černozelené pseudomorfózy chloritu po max. 2 mm velkých fenokrystech pyroxenu (viz Zapletal, Zimák 1994). Z výsledku dvou chemických analýz chloritu (tab. 1, anal.č. 8 a 9) je zřejmé, že jde o chlorit klinochlor-chamositové řady s jen zcela nepatrným zastoupením pennantitové složky (ve smyslu nomenklatury podle Wiewióry, Weisse 1990). V klasifikačním diagramu podle Melky (1965) leží analyzovaný chlorit v poli penninu (v obou bodech F/FM = 0,39). Přítomnost reliktních klinopyroxenu v pseudomorfózách se podařilo prokázat, výsledky chemických analýz jsou však vzhledem k silné alteraci nereprezentativní.

Údaje o chemismu drobnějších, jen nepatrně alterovaných fenokrystů klinopyroxenu a drobných zrn

	pyroxen				amfibol			chlorit	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	52,26	46,87	51,61	50,68	40,50	40,97	39,61	30,47	30,58
TiO ₂	1,57	3,31	1,68	1,77	3,69	3,86	3,66	-	-
Al ₂ O ₃	2,90	6,55	3,72	3,88	13,63	14,00	13,23	16,15	15,65
Cr ₂ O ₃	-	-	0,68	0,69	-	-	-	-	-
CaO	19,91	21,74	20,77	21,34	11,85	11,71	11,29	-	0,40
FeO ¹	7,73	8,64	6,39	6,06	11,05	11,23	10,54	21,71	21,55
MgO	17,03	12,61	15,75	15,29	13,80	13,22	13,10	19,00	19,31
MnO	0,21	-	-	-	-	0,21	-	-	0,22
Na ₂ O	-	-	-	-	2,57	2,35	2,15	-	-
K ₂ O	-	-	-	-	1,49	1,66	1,39	0,14	-
suma	101,61	99,72	100,60	99,71	98,58	99,21	94,97	87,47	87,71
počet kationů na bázi 6 atomů O (pyroxen), 23 at. O (amfibol) nebo 14 at. O (chlorit):									
Si	1,90	1,76	1,89	1,87	5,91	5,94	5,97	3,14	3,15
Ti	0,04	0,09	0,05	0,05	0,40	0,42	0,41	-	-
Al	0,12	0,29	0,16	0,17	2,34	2,39	2,35	1,96	1,90
Fe ³⁺	nest.	nest.	nest.	nest.	0,33	0,28	0,35	nest.	nest.
Cr	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-	-
Ca	0,77	0,88	0,81	0,84	1,85	1,82	1,82	-	-
Fe	0,24	0,27	0,20	0,19	1,02	1,08	0,98	1,87	1,86
Mg	0,92	0,71	0,86	0,84	3,00	2,86	2,94	2,92	2,97
Mn	0,01	-	-	-	-	0,03	-	-	0,02
Na	-	-	-	-	0,73	0,66	0,63	-	-
K	-	-	-	-	0,28	0,31	0,27	-	-
Wo (%)	39,7	47,3	43,3	44,9					
En (%)	47,4	38,2	46,0	44,9					
Fs (%)	12,9	14,5	10,7	10,2					

Zastoupení Fe²⁺ a Fe³⁺ v analyzovaných amfibolech bylo odvozeno z celkového obsahu Fe jedním z postupů doporučených v literatuře (Leake, Hey 1979 - suma Si⁴⁺ + Ti⁴⁺ + Al³⁺ + Fe³⁺ + Fe²⁺ + Mn²⁺ + Mg²⁺ = 13,00).

klinopyroxenu základní hmoty jsou uvedeny v tab. 1 (anal.č. 1-4). Jde o Ca-Mg-Fe klinopyroxeny, jež v klasifikačním En-Fs-Wo diagramu (podle Morimota et al. 1988) leží v poli diopsidu a augitu (v blízkosti rozhraní mezi diopsidem a augitem).

Ve výbrusech hnědý sloupečkovitý amfibol, jenž je podstatnou složkou základní hmoty, byl Zapletalem a Zimákem (1994) na základě optických vlastností označen jako kaersutický amfibol. Výsledky chemických analýz (tab. 1, anal.č. 5-7) ukazují, že podle klasifikace Leakeho

(1978) jde o pargasit (anal.č. 6) nebo Mg-hastingsit (anal.č. 5 a také zjevně nepřesná anal.č. 7). Ve všech analyzovaných bodech je relativně vysoký obsah draslíku (v anglické terminologii lze tyto amfiboly označit jako „potassian pargasite“ a „potassian magnesio-hastingsite“).

Téměř 10 % objemu základní hmoty je tvořeno ilmenitem a produkty jeho alterace. V tab. 2 jsou uvedeny výsledky bodových analýz leukoxenové pseudomorfózy po tabulkovitém krystalu ilmenitu. Jen slabě přeměněný ilmenit byl v této pseudomorfóze zjištěn jen v drobných relikttech (anal.č. 1 a 2 - výsledky obou analýz rozhodně neodpovídají „čerstvému“ ilmenitu). Leukoxenizované partie jsou silně nehomogenní, tvořené drobnými zrníčky, často výrazně odlišného chemismu (viz tab. 2, anal.č. 3 a 4 - složení v bodě 3 zhruba odpovídá titanitu). Častou akcesorií (cca 0,5 obj.%) je apatit - v analyzovaném bodě bylo stanoveno 41,19 % P₂O₅, 55,56 % CaO, 0,37 % FeO, 0,41 % MgO, 0,91 % SiO₂ a 0,94 % Cl (suma = 99,38 %).

V základní hmotě byla prokázána přítomnost alkalického živce. Výsledek analýzy (64,26 % SiO₂, 17,84 % Al₂O₃, 0,86 % Fe₂O₃, 11,47 % K₂O, 2,91 % Na₂O, 0,33 % TiO₂, 0,80 % MgO, suma = 98,47 %) odpovídá živci Or₇₂Ab₂₈ a ukazuje na přítomnost inkluzí Fe-Ti-fází.

V základní hmotě camptonitu byla zjištěna přítomnost barytu v podobě alotriomorfních zrníček (největší průřez měl rozměry cca 0,002 x 0,003 mm). Dvě bodové analýzy poskytly obdobné výsledky: 34,73 a 34,74 % SO₃, 61,65 a 61,25 % BaO, 4,31 a 4,35 % SrO, 0,16 a 0,14 % CaO, 1,32 a 0,62 % FeO. Zastoupení celestinové složky v analyzovaném barytu je poměrně vysoké (kolem 9,5 %).

	ilmenit		leukoxen	
	1	2	3	4
TiO ₂	42,03	44,49	34,13	63,65
SiO ₂	0,75	0,29	30,33	14,65
Al ₂ O ₃	-	-	2,14	1,32
FeO	48,38	46,74	3,80	4,89
CaO	0,72	0,26	26,44	11,15
MnO	3,58	4,10	-	-
Cr ₂ O ₃	0,37	0,48	-	1,00
V ₂ O ₅	-	-	0,64	0,83
P ₂ O ₅	-	-	0,27	-
suma	95,83	96,36	97,75	97,49
počet kationů na bázi 3 atomů O (ilmenit) nebo 5 atomů O (leukoxen):				
Ti	0,87	0,90	0,86	1,64
Si	0,02	0,01	1,02	0,50
Al	-	-	0,08	0,05
Fe	1,11	1,06	0,11	0,14
Ca	0,02	0,01	0,95	0,41
Mn	0,08	0,09	-	-
Cr	0,01	0,01	-	0,03
V	-	-	0,01	0,02
P	-	-	0,01	-

Tab. 2 - Chemické složení Ti-minerálů (hmot.%)

Literatura

- Leake, B.E. (1978): Nomenclature of amphiboles. - Amer.Miner., 63: 1023-1052. Washington, D.C.
- Leake, B.E., Hey M.H. (1979): Addendum to The nomenclature of amphiboles. - Mineral. Mag., 42: 561-563. Oxford.
- Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. - Věst. Ústř. Úst. geol., 40: 23-27. Praha.
- Morimoto, N. et al. (1988): Nomenclature of pyroxenes. - Amer. Miner., 73: 1123-1133. Lawrence, Kansas.
- Přichystal, A. (1997): Geochemická charakteristika lamprofyru z kulmu od Hluboček - Mariánského Údolí (okres Olomouc). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r.1996, 79-81. Brno.
- Wiewióra, A.- Weiss, Z. (1990): Crystallochemical classifications of phyllosilicates based on the unified system of projection of chemical composition: II. The chlorite group. - Clay Miner., 25: 83-92. London.
- Zapletal, J. - Zimák, J. (1994): Žila camptonitu z kulmu od Mariánského Údolí u Olomouce. - Čas. Slez. zem. Muz., Vědy přír. (A), 43: 15-20. Opava.

VÝSKYT BARYTU VE STILPNOMELANOVÉ Fe-RUDĚ Z DŮLNÍ MÍRY PROKOP U ŠTERNBERKA

Occurrence of barite in the stilpnomelane iron ore from the mining claim
Prokop near Šternberk

Jiří Zimák¹, Václav Vávra², Dagmar Krausová³

¹Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

²Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

³Katedra anorganické a fyzikální chemie PřF UP, Křížkovského 10, 771 46 Olomouc

(14-44 Šternberk)

Key words: *silicate iron ores, stilpnomelane, barite*

Při výzkumu fylosilikátů ze železnorudných akumulací typu Lahn-Dill v jižní části šternbersko-hornobenešovského pruhu (v rámci projektu GA ČR) byla v několika vzorcích tzv. zásaditých Fe-rud zjištěna přítomnost barytu. Všechny rudní vzorky s barytem pocházejí z důlní míry Prokop, a to z výchozu rudní polohy v malém, značně zarostlém lůmku při okraji vodárenského objektu na výšině asi 1 km východně od Babic (vzorek byl odebrán při okraji lůmku, vlevo od vstupu do staré štolý) - základní geologické údaje o akumulaci Fe-rud uvádí např. Kretschmer (1917), petrografií lokality se zabýval Barth (1957), mikroskopické zhodnocení zdejších silikátových Fe-rud lze najít v práci Zachaře (1983).

Vzorky s barytem mají hnědočernou až černou barvu. Ze studia výbrusů je zřejmé, že jejich dominantní složkou je stilpnomelan, tvořící anchimonominerální masy, složené z drobných šupinek, jejichž optické vlastnosti se mění v závislosti na stupni navětrání vzorku (pleochroismus „čerstvého“ stilpnomelanu: X - téměř bezbarvý, Y,Z - světle zelený; silně navětralého stilpnomelanu, obklopeného hnědým až černohnědým pigmentem: X - jemně nažloutlý až světle žlutý, Y, Z - černohnědý až černý). Údaje o chemismu výše popsaného stilpnomelanu jsou uvedeny v tab. 1, anal.č. 1-4 (všechny v této práci uvedené chemické

analýzy minerálů byly provedeny pomocí elektronové mikrosondy CamScan s EDX analyzátozem Link AN 10.000, urychlovací napětí 20kV, při přepočtu použita ZAF korekce). V optickém mikroskopu lze mezi šupinkami stilpnomelanu jen s obtížemi zjistit přítomnost světlých minerálů (opticky neidentifikovatelných). V některých partiích vzorků jsou hojně přítomna drobná zrnka opakních minerálů (převažuje ilmenit, ojediněle je magnetit a pyrit). Spíše ojediněle byla ve výbrusech zastižena hypidiomorfní zrna o velikosti do 0,03 mm, která lze na základě zjistitelných optických vlastností považovat za apatit nebo baryt (přítomnost barytu byla prokázána na mikrosondě). Ve studovaných vzorcích jsou četné neprůběžné pásy či smouhy hruběji šupinkovitého stilpnomelanu (tab. 1, anal.č. 5-8). Již makroskopicky nápadné jsou až 5 mm mocné žilky, tvořené lupenitým stilpnomelanem (tab. 1, anal.č. 9 a 10), jenž bývá provázen kalcitem. Silikátová analýza partie bez makroskopicky patrných žilek se stilpnomelanem a kalcitem poskytla tento výsledek (v hmot.%): 44,01 SiO₂, 0,31 TiO₂, 6,35 Al₂O₃, 12,09 Fe₂O₃, 21,12 FeO, 0,07 MnO, 1,41 CaO, 2,73 MgO, 1,97 K₂O, 0,56 Na₂O, 0,91 CO₂, 0,25 P₂O₅, 2,50 H₂O⁻ a 6,17 H₂O⁺ (suma = 100,45, analyzoval P. Kadlec, PřF MU Brno). Porovnání uvedených hodnot s výsledky chemických analýz v tab. 1 jasně dokládá

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	44,68	45,07	45,48	44,98	46,47	44,99	45,49	46,86	46,23	47,03
Fe ₂ O ₃	36,60	36,31	37,95	38,36	38,65	38,05	36,66	37,10	38,82	39,30
Al ₂ O ₃	6,61	6,47	6,26	6,40	5,94	6,28	6,49	6,45	6,63	5,95
MgO	2,84	2,76	2,30	2,14	2,15	1,98	2,53	3,08	2,87	3,03
CaO	0,35	0,45	0,27	0,15	0,12	0,18	0,37	0,53	0,61	0,68
K ₂ O	1,88	1,53	1,68	1,62	1,67	1,82	1,80	1,58	2,38	2,15
suma	92,96	92,59	93,94	93,65	95,00	93,30	93,34	95,60	97,54	98,14
počet kationů na bázi 11 atomů O:										
Si	3,32	3,35	3,34	3,32	3,38	3,34	3,36	3,36	3,29	3,33
Fe	2,04	2,03	2,10	2,13	2,11	2,12	2,04	2,00	2,08	2,09
Al	0,58	0,57	0,54	0,56	0,51	0,55	0,56	0,55	0,56	0,50
Mg	0,31	0,31	0,25	0,24	0,23	0,22	0,28	0,33	0,30	0,32
Ca	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05
K	0,18	0,14	0,16	0,15	0,16	0,17	0,17	0,14	0,22	0,19

Tab. 1 - Chemické složení stilpnomelanu (hmot.%)

dominanci stilpnomelanu ve studovaném vzorku. Z výsledku silikátové analýzy je zřejmá i převaha Fe²⁺ nad Fe³⁺ ve struktuře zvětráváním nepostiženého stilpnomelanu.

Baryt byl ve stilpnomelanové rudě bezpečně identifikován až při studiu vzorků pomocí elektronového mikroskopu. Tvoří drobná hypidimorfní zrníčka o rozměrech max. 0,01 x 0,03 mm, která jsou chaoticky rozmístěna v jemně šupinkovitých partiích vzorků (na stilpnomelanových a kalcit-stilpnomelanových žilkách nalezen nebyl). Analýzy na mikrosondě (tab. 2) prokázaly ve všech analyzovaných bodech kromě obvyklé přítomnosti Sr relativně velmi vysoké obsahy Fe a zejména Zn, které lze v daném případě vysvětlit jediné nepatrnými inkluzemi sulfidů.

	1	2	3
BaO	63,91	64,60	63,03
SrO	1,82	0,82	1,81
FeO	1,13	1,02	1,19
CaO	0,18	-	0,26
ZnO	1,52	1,56	1,24
SO ₃	33,82	33,51	34,37

Tab. 2. Chemické složení barytu (hmot.%)

Rentgenometrickou difrakční analýzou (provedenou na práškovém rentgenovém difraktometru XRD-7 firmy Seifert-FPM) byly ve studované silikátové Fe-rudě kromě linií náležejících stilpnomelanu zjištěny další linie (s relativní intenzitou max. 2), z nichž některé odpovídají hlavním liniím Fe-chloritu a kalcitu, snad i montmorillonitu a illitu. Řada linií zůstala nepřirazená. K nepřirazeným patří např. linie s d-hodnotou 0,3443 nm, která by mohla být hlavní linií barytu (vzhledem k velmi nízké koncentraci barytu ve vzorku je to však nepravděpodobné). Geneticky zajímavá je rentgenometricky prokázaná přítomnost chloritu a snad i montmorillonitu, neboť lze předpokládat, že stilpnomelan je produktem diagenese nebo anchimetamorfózy a mohl se vytvořit přeměnou Fe-smektitu nebo chloritu.

Ke vzniku barytu, jenž byl zjištěn ve stilpnomelanové rudě, mohlo dojít při mísení vystupujících hydrotermálních fluid s chladnou mořskou vodou v permeabilních produktech hydrotermální alterace bazických tufů nebo vulkanitů, nebo se baryt mohl srážet až po vývěru hydrotermálních roztoků nad mořské dno a „vypadávat“ pak z hydrotermálního chocholu i ve značné vzdálenosti (až několik km) od místa vývěru. Přítomnost jemných inkluzí sulfidů Zn a Fe v barytu ukazuje na velmi rychlou precipitaci, která je charakteristická právě pro obě naznačené možnosti jeho vzniku.

Poděkování

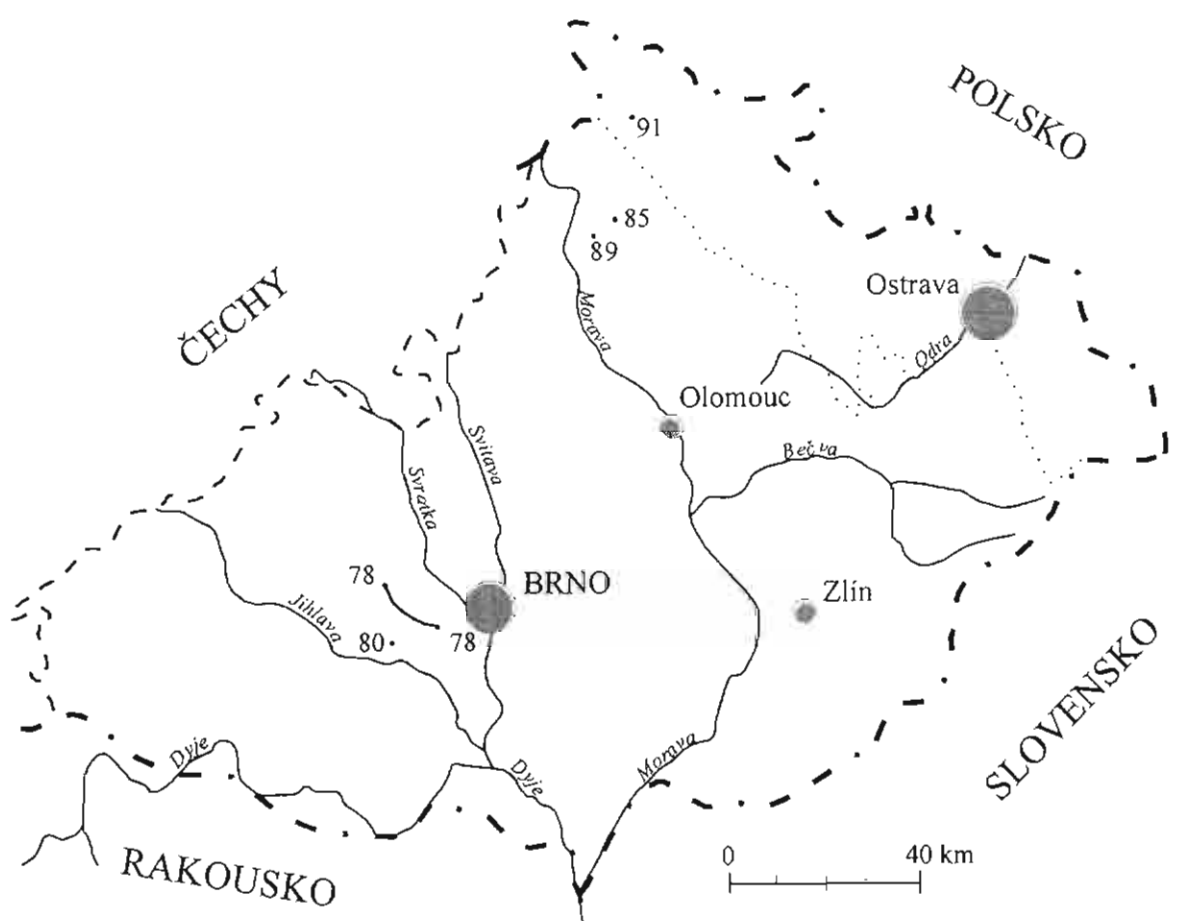
Daná problematika byla studována za podpory grantu GA ČR 203/96/1664

Literatura

- Barth, V. (1957): Devonské polštářové lávy v okolí Šternberka a Moravského Berouna. - Čas. Mineral. Geol., 2, str. 222-228. Praha.
- Kretschmer, F. (1917): Die Erzführende Diabas- und Schalsteinzone Sternberg-Bennish. - Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 24, str. 1-198. Berlin.
- Zachář, Z. (1983): Mineralogie chloritů železorudných výskytů ve šternbersko-hornobenešovském pruhu. MS. Dipl.práce. PřF UJEP Brno.

KRYSTALINIKUM

CRYSTALLINE COMPLEX



PETROGRAFIE A GEOCHEMIE METAGABER OD PUCOVA (MORAVIKUM) A Z OMICE (BRNĚNSKÝ MASÍV)

Petrography and geochemistry of metagabbros from the village of Pucov (Moravicum) and from the village of Omice (Brno Massif)

Pavel Hanžl, Kristýna Buriánková

Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno

(24-31 Velké Meziříčí, 24-34 Ivančice)

Key words: *Moravicum, metagabbro, geochemistry,*

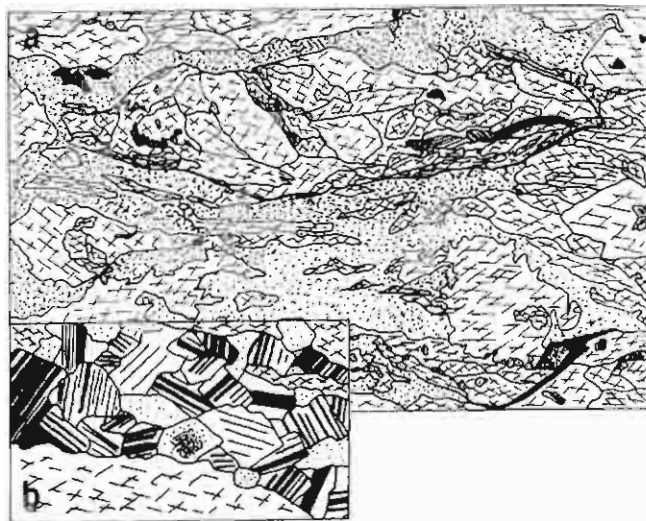
Během dokumentace výkopu pro plynovod byla v roce 1995 v poli severovýchodně od Pucova (6 km jz. od Velké Bíteše) nalezena v bítešských ortorulách asi 20 m mocná poloha hrubozrnného amfibolitu až metagabra. Směrná délka polohy nebyla zjištěna. Metagabro leží konkordantně s foliací v ortorulách ($S = 250/40$). Dnešní kontakt je tektonický. Hornina byla petrograficky a geochemicky srovnána s dvěma vzorky gabroidních hornin, které byly odebrány z bloků po odstřelu v lomu v Omicích. Bazické horniny zde tvoří drobná tělesa v metasedimentech metamorfního pláště západní části brněnského masívu

Petrografie

Metagabro od Pucova (vzorek 161) je střednozrná, plástevnatá až páskovaná, tmavě šedá, dobře usměrněná hornina s výraznou agregátovou lineací. Amfibol a plagioklas jsou hlavní minerály, biotit a titanit jsou vedlejší, křemen, apatit, zirkon a listovité opakní minerály jsou akcesorické. Amfibol je brčálově zelený, silně pleochroický, tvoří mafické pásy složené ze zrn protažených subparallelně s foliací. Místy je zde amfibol zatlačován světle hnědým, slabě baueritizovaným biotitem. Z těchto pásků vystupují až 3 mm velké porfyroklasty amfibolů s výrazně rekrystalizovanými okraji. Velké porfyroklasty místy uzavírají drobná automorfní amfibolová zrna. V jemnozrnných tlakových stínech krystalizují plagioklasy a amfibol. Plagioklasy tvoří téměř monominerální, polykrystalické pásy, které se střídají s pásy amfibolickými. Zrna plagioklasu jsou obvykle izometrická o průměrné velikosti 0,3 mm. Převažují zrna čirá, jen slabě sericitizovaná, polysynteticky lamelovaná. Titanit tvoří protáhlé agregáty složené z drobných izometrických zrn v amfibolických páscích, větší automorfní zrna jsou výjimečná. Křemen je vzácný v plagioklasových páscích.

Vzorky mafických hornin z Omice jsou petrograficky odlišné a je tedy nutno je popsat jednotlivě. Vzorek 241 petrograficky odpovídá hornblenditu. Je to tmavě šedá až černošedá, středno- až hrubozrnná hornina. Dominantním minerálem je světle hnědý nebo slabě zelený obecný amfibol. Nepravidelné tabulky velikosti do 3 mm jsou po

okrajích často rekrystalovány na jehličkovitý amfibol, podél štěpných trhlin jsou amfiboly slabě zatlačovány biotitem. V centrech amfibolových zrn se lokálně koncentrují oxidy Fe. Ojedinelé světle hnědé, hypautomorfní biotity jsou slabě undulózní. Silně přeměněná zrna plagioklasů jsou vzácná. Velmi charakteristické a hojné jsou tlustě sloupečkovité, až 1 mm dlouhé apatity. Místy se objevují maskové agregáty.



Obr. 1 - Texturní rysy studovaných hornin: a - metagabro od Pucova, zvětšeno 5x; b - detail rekrystalizovaných plagioklasů v matrix, zvětšeno 25x; c - amfibol - pyroxenické gabro z Omice, zvětšeno 5x. Popis v textu

Klasifikace a geochemie hornin

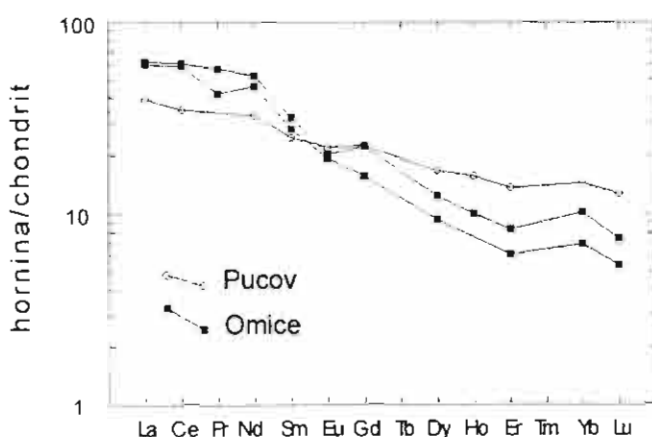
vzorek	161	241	242	číslo	161	241	242
lokalita	Pucov	Omice	Omice	lokalita	Pucov	Omice	Omice
SiO ₂	50,25	43,35	49,04	Co	40	73	61
TiO ₂	2,21	0,95	1,18	Cr	47	855	432
Al ₂ O ₃	11,40	9,73	11,13	Cu	18	49	138
Fe ₂ O ₃	3,83	1,51	0,71	Ni	<5	200	109
FeO	8,92	8,71	7,54	Rb	10	15	58
MnO	0,18	0,16	0,14	V	408	178	246
MgO	4,90	19,41	10,74	Sn	<7	<7	<7
CaO	10,11	8,76	12,62	Zn	115	99	73
SrO	0,06	0,03	0,04	Nb	17	<7	<7
BaO	0,02	0,02	0,02	Mo	<5		
Li ₂ O	<0,005	<0,005	<0,005	Y	27	14	20
Na ₂ O	3,27	1,01	1,76	Zr	160	60	44
K ₂ O	0,87	0,61	1,41	Pb	34	<10	<10
P ₂ O ₅	0,31	0,42	0,49				
CO ₂		0,40	0,36	La	12,27	18,58	19,64
C		0,02	0,02	Ce	28,68	47,85	50,63
H ₂ O ⁺	2,07	4,04	1,93	Pr	<5,0	5,14	7,10
F		0,06	0,12	Nd	19,48	27,34	31,63
S		0,32	0,71	Sm	4,82	5,26	6,17
H ₂ O ⁻	0,39	0,22	0,15	Eu	1,62	1,40	1,51
F-ekv		-0,03	-0,05	Gd	5,95	4,08	5,95
S-ekv		-0,08	-0,18	Tb	<0,9	<0,90	<0,90
suma	98,79	99,62	99,88	Dy	5,49	2,99	4,07
				Ho	1,15	<0,6	0,74
Or	5,37	3,82	8,64	Er	2,93	1,29	1,79
Ab	28,86	9,05	15,40	Tm	<0,40	<0,40	<0,40
An	14,47	21,41	18,93	Yb	3,02	1,43	2,14
Di	30,24	15,98	33,23	Lu	0,41	0,17	0,24
Hy	10,88	7,31	6,01	REE	112,63	130,62	152,32
Ol	5,12	39,12	14,01				
Cm		0,19	0,10	K/Rb	722,2	337,6	201,8
Il	4,38	1,91	2,32	Rb/Sr	0,02	0,06	0,20
Ap	0,77	1,04	1,21	Ti/V	32,5	32,0	28,8
Zr		0,01	0,01	La/Lu	29,9	109,3	81,8
Cc		0,91	0,82				
suma	100,13	100,77	100,68				

Tab. 1- Chemické analýzy studovaných vzorků. CIPW norma. Všechny analýzy zpracovány v laboratořích ČGÚ Praha (Šíkl a kol.). Hlavní oxidy stanoveny mokrou cestou a XRF, REE a Y metodou ICP-AES, ostatní prvky AAS

Vzorek 242 odpovídá gabru. Hornina je střednozrnná, tmavě šedá, světle skvrnitá. Hlavními minerály jsou plagioklas, amfibol, klinopyroxen a biotit. Akcesorické jsou apatit a titanit. Drobná žilka karbonátu je sekundární. Xenomorfní až tabulkovité plagioklasy do 3 mm lze rozlišit na větší, zcela sericitizovaná a menší čirá zrna. Amfiboly jsou světle hnědé, tabulkovité, poikiliticky uzavírají pyroxeny, obvykle oválný titanit a velmi hojné apatity. Amfiboly jsou zatlačovány biotitem a především plagioklasy, které do amfibolu prstovitě a amébovitě pronikají a ve fromě červíkovitých útvarů se vyskytují i uvnitř jednotlivých zrn. Pyroxeny tvoří většinou izometrická, čirá a nepleochroická zrna o velikosti do 2 mm. Místy jsou uralitizované.

Vzorek 161 padl v QP diagramu (Debon - LeFort 1983) do pole křemenného monzodioritu, ostatní padají do pole gabra. Obsahy CIPW normativních minerálů (tab. 1) odpovídají ve vzorku od Pucova spíše dioritu, ve vzorcích z Omice spíše gabru až monzodioritu.

Geochemicky jde o horniny ultrabazické (vzorek 241) až bazické. Analýzy hornin jsou shrnuty v tabulce 1. Metagabro od Pucova má tholeiitický charakter, horniny z Omice mají alkalicko - vápenatou afinitu. Obsahy tranzitních kovů (Ni, Cr) ve vzorcích z Omice jsou řádově vyšší, naopak obsahy Ti a V zřetelně nižší než ve vzorku z Pucova. Tyto prvky jsou relativně málo mobilní během alterací a metamorfózy (Shervais 1982). Ni a Cr jsou však kompatibilní a vstupují do prvních fází během krystalizace magmatu. Jejich nabohacení tedy může indikovat kumulátové horniny. Horniny jsou také výrazně odlišné v poměrech K/Rb a Rb/Sr, které jsou u hornin z Omice nízké a odpovídají tak hodnotám v kontinentální kůře, naopak ve vzorku od Pucova vysoký poměr odpovídá hodnotám v oceánských bazaltech (např. Schilling et al. 1983). Podobné poměry Ti/V (~ 30) odpovídají poměrům v recentních bazaltech středooceánských hřbetů (Shervais 1982). Metagabro z moravika se od hornin z brněnského masívu výrazně odlišuje i v obsazích REE, které jsou u hornin z Omice vyšší a výrazněji frakcionované jak ukazuje obr. 1 poměry La/Lu.



Obr. 2 - Chondrit normalizované obsahy REE v horninách z Omice (plné čtverečky) a Pucova (kolečka). Normalizace podle Sun (1982)

Závěr

V bítešských rulách v jižním křídle svratecké klenby u Pucova byla nalezena poloha mafické horniny, která byla makroskopicky podobná metagabrum. Petrograficky jde o amfibolit s četnými reliktami magmatických struktur. Způsob rekrystalizace amfibolů a plagioklasů indikuje amfibolitovou facii metamorfózy. Primární složení lze vzhledem k rekrystalizaci horniny špatně dešifrovat, za magmatický minerál lze považovat pouze titanit.

Porfýroklasty amfibolu mohou pocházet z primárních pyroxenů. Geochemicky odpovídá hornina spíše dioritu, při metamorfóze však lze předpokládat přínos SiO_2 a albitizaci plagioklasů. Obsahy stopových prvků indikují primitivní zdroj horniny.

Mafické horniny z Omic petrograficky odpovídají hornblenditu až gabru, geochemicky mají alkalicko-vápenatou afinitu. Na základě petrografického charakteru a obsahu stopových prvků je lze považovat za kumulátovou fázi gabroidního magmatu.

- Debon, F. - Le Fort, P. (1983): A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. - Trans. Edinburg geol. Soc., Earth. Sci., 73, 135-149.
- Schilling, J.-G., et al. (1983): Petrologic and geochemical variations along the Mid-Atlantic Ridge from 27°N to 73°N. - Am. J. Sci. 283, 510-86.
- Shervais, J. W. (1982): Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. - Earth and Planetary Science Letters, 59, 101-118. Amsterdam.
- Sun, S. S. (1982): Chemical composition and origin of the Earth's primitive mantle. - Geochim. Cosmochim. Acta, vol.46, 179-192.

KRYSTALICKÝ VÁPENEC A S NÍM SPJATÁ HYDROGEOLOGICKÁ STRUKTURA U SENORAD

Marble and with it connected hydrogeological structure near Senorady

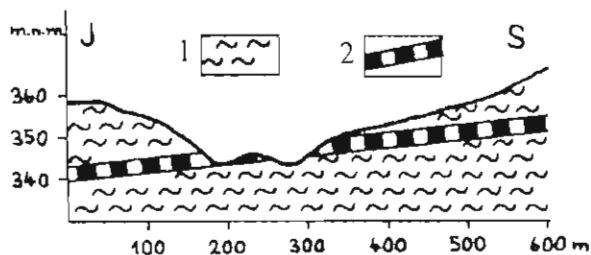
Jaromír Karásek

Katedra geografie, PřF MU Brno, Kotlářská 2, 602 00 Brno

(24-33 Moravský Krumlov)

Key words: Svratka crystalline unit, marble, hanging graben, spring, travertine

Suess (1906) zaznamenal výskyt krystalického vápence východně od Senorad a ze strukturních kontextů jeho mapy vyplývá, že jde o vrstevní polohu vápenců uvnitř migmatizovaných pararul v blízkosti jejich styku s moldanubikem. Pokračování téhož pruhu krystalických vápenců omylem zaznačil ve strmé osní části rozsochy sev. od Nové vsi v trati Rovná. Skutečné pokračování lze nalézt asi 400 m směrem k JV od jeho zakresu na pravém údolním svahu Oslavy v odkryvech a výchozech známých pod místním názvem „Bílá skála“. Pozoruhodné je, že ani jeden z těchto stratigraficky významných výskytů nebyl zakreslen v nové geologické mapě ČGÚ (list 24-33, red. O. Matějovská).



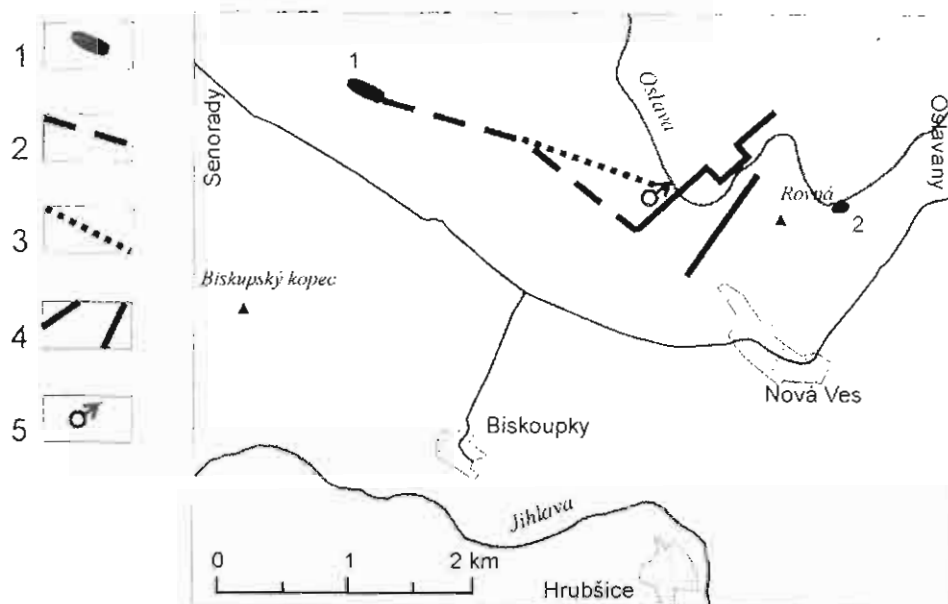
Obr. 1 - Geologický profil předpokládanou infiltrační oblasti u Senorad. 1 - migmatizovaná rula; 2 - krystalický vápenec

Revizní terénní průzkum, opírající se zatím jen o nedokonalé odkryvy a výchozy a o makroskopické posouzení horninových vzorků, vede k předběžnému závěru, že mocnost vápencové lavice je proměnlivá a lze ji odhadnout na 2-3 m, max. 5 m. Na obou lokalitách je ukloněna pod úhlem 10-15° k J, takže u Oslavy lze sledovat pouze svahovou plochou utatou vrstevní čelo (srov. Karásek 1991, obr. 3 na s. 46), zatím co u Senorad v poměrně plochem terénu se objevují vápencové úlomky ve zvětralínách na relativně velké ploše (obr. 1). Hrubozrnný krystalický vápenec, v okrajových polohách s hojným flogopitem, zde byl pravděpodobně dříve těžen, o čemž svědčí hojný výskyt poměrně velkých vápencových úlomků v nevýrazné terénní depresi uvnitř plochy svahových sedimentů s hojnou eolickou příměsí. V těsné blízkosti se též nachází hliniště bývalé senoradské cihelny s torzy cihlářských kruhových pecí.

Ve směrném protažení senoradské lokality nacházíme dno erozní rýhy směru ZSZ-VJV, která ústí do Údolního potoka sz. od Nové Vsi. Údolí dolního toku Údolního potoka je protaženo ve směru JZ-SV, což je směr prakticky totožný se směrem navazujícího údolního úseku Oslavy mezi Novou Vsí a výrazným hřbetem „V Kocourách“, považovaným za tvarový projev aktivi-

Obr. 2 - Topografická pozice visutého prolomu u Nové Vsi a hydrogeo-logické struktury mezi Novou Vsí a Senorady.

1 - lokality krystalického vápence; 2 - dno erozní rýhy; 3 - strukturní hranice mezi moldanubikem a nedvědicovou sérií; 4 - okrajové svahy visutého prolomu; 5 - pramen



zované pasivní morfostruktury (Konečný 1983), tedy za zásah mladých tektonických poruch do starého strukturního plánu zdejšího území. Za morfologický projev těchto vlivů lze považovat zajímavou sníženinu SZ od Nové vsi, která má morfografický ráz rozsedliny se dnem generelně se zužujícím k SV. Její SV část tvoří údolní dno Oslavy, její JZ část v trati Kopaniny pak mírně zvlněný terén ve výrazně nižší poloze (250-260 m n.m.) ve srovnání s temeny přilehlých vyvýšenin v lesních tratích Nad lukami a Rovná (cca 320 m n.m.). Obě části rozsedliny jsou vzájemně odděleny strmým údolním svahem směru ZSZ-VJV, tedy orientovaným téměř kolmo k JV okrajovému svahu rozsedliny. Sníženiny tohoto typu navrhuje Hrádek (1993) označovat termínem „visuté sníženiny“. V souladu s tímto pojetím a s uvažováním její morfostrukturní funkce můžeme tedy rozsedlinu u Nové vsi považovat za visutý prolom, jehož obdobou je např. Podhádecká rozsedlina (Krejčí 1964) nebo Bohunická plošina (Ivan 1972) na území Brna.

V sz. cípu visuté části rozsedliny vyvěrá ze svahu silný pramen kvalitní pitné vody s místním označením „Beran“. Jeho průměrná vydatnost přes 2 l/sec (max. 3,08 l/sec, min. 1,13 l/sec) je největší ze všech pramenů evidovaných v povodí Oslavy a také teplota vyvěrající vody (max. 9,4°C, min. 7,4°C) svědčí o skutečnosti, že jde o pramen s velkou infiltrační oblastí, který není bezprostředně ovlivňován povrchovým režimem meteorologických prvků (Myslík a kol. 1985). Pozoruhodnou zvláštností tohoto pramene je poloha porézního travertinu pod vývěrem

s mírně kuželovitě vyklenutým povrchem. První publikovanou zmínku o zdejší travertinu lze nalézt v kompendiu Burkarta (1953) a Kovanda (1971, 120) ho uvedl pod lokalizací „Nová Ves“ s odkazem na geol. mapování A. Dudka z r. 1965. Uvedl též, že lokalita leží na hranici mezi granulity moldanubika a migmatity nedvědicové série, což bylo generelně potvrzeno i zázpisem v nové geologické mapě (Matějovská a kol. 1992). V blízkosti pramene se v žádné z uvedených hornin nevyskytují karbonátové polohy, takže zdroj CaCO_3 pro vznik travertinu je třeba hledat ve vzdálenějším okolí.

V úvahu přichází senoradská lokalita krystalického vápence, především proto, že směrově navazuje na erozní rýhu, pod jejímž dnem zřejmě vápencová poloha pokračuje dále k VJV. Ve vzdálenosti cca 1 km od pramene „Beran“ se však směr erozní rýhy poněkud stáčí více k J, takže erozní rýha brzy opouští území budované horninami nedvědicové série. V pokračování původního směru rýhy však nacházíme již zmíněnou geologickou hranici mezi moldanubikem a nedvědicovou sérií. Pramen „Beran“ se pak objevuje v uzlu, který je průsečíkem této hranice se SZ svahem visuté části rozsedliny u Nové vsi (viz obr. 2).

Takto naznačenou interpretaci zdejší hydrogeologické struktury je zatím nutno chápat jen jako hypotézu, jejíž verifikace exaktními metodami výzkumu by byla sice náročná, ne však nemožná. Jedním z možných řešení jsou např. barvicí pokusy v předpokládané infiltrační oblasti u Senorad, resp. systematické sledování vydatnosti pramene ve vztahu k režimu atmosférických srážek.

Literatura

- Burkart, E. (1953): Mährens Minerale und ihre Literatur. - Nakl. ČSAV, 1005 s., Praha.
 Hrádek, M. (1993): Miocén a morfotektonika údolí Jihlavy. - Knihovnička ZPN 15, 67-81, Hodonín.
 Ivan, A. (1972): Geneze bohunické plošiny na jižním okraji Brna. - Sborník ČSSZ 77, 13-20, Praha.
 Karásek, J. (1991): Projevy tzv. strukturní kontroly v reliéfu brněnského okolí. - Zpr. Vlast. Muz. 267, 39-51, Olomouc.
 Konečný, M. (1983): Antropogenní transformace reliéfu: kartografické a matematicko-kartografické modely. - Folia přír. fak. UJEP XXIV, 10, 146 s. Brno.
 Kovanda, J. (1971): Kvartérní vápence Československa. - Sbor. geol. Věd, Antropozoikum 7, 236 s., Praha.
 Krejčí, J. (1964): Reliéf brněnského prostoru. - Folia přír. fak. UJEP V, 4, Geographia, 123 s., Brno.
 Matějovská, O. a kol. (1992): Geol. mapa ČR 1:50 000, list 24-33 Mor. Krumlov. - Český geol. ústav, Praha.
 Myslík, V. a kol. (1985): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000, list 24 Brno. - ÚÚG Praha.
 Suess, F.E. (1906): Erläuterungen zur geol. Karte Trebitsch und Kromau (+ mapa). - Geol. Reichsanstalt, 70 s., Wien.

KRYSTALOVÁ STRUKTURA A CHEMISMUS WOLLASTONITU Z VYBRANÝCH MORAVSKÝCH A SLEZSKÝCH LOKALIT

Crystal structure and chemistry of wollastonite from the selected Moravian and Silesian localities

Dagmar Krausová¹, Jiří Zimák²

¹Katedra anorganické a fyzikální chemie PřF UP, Křížkovského 10, 771 46 Olomouc

²Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

(24-13 Bystřice nad Pernštejnem, 14-41 Šumperk, 14-22 Jeseník)

Key words: wollastonite, chemistry, structure

Ke studiu struktur wollastonitu byly použity vzorky z minerálních asociací vzniklých působením granitoidů žulovského masívu na okolní karbonátové horniny (vz. 1 až 6 ze Žulové, Vápenné a Starého Podhradí), z erlanů (vz. 7 až 9 z Bludova), reakčního skarnu na styku mramoru a migmatizovaného amfibolitu (vz. 10 z Mirošova) a regionálně metamorfovaných nedvědických mramorů (vz. 11 a 12 z Nedvědice). Nejzákladnější údaje o studovaných vzorcích:

- vz. 1 - bílý stébelnatý wollastonit (stébla o délce až 2,5 cm, místy uspořádaná paprčičtě) z anchimonominerální wollastonitové zóny skarnu na styku granitoidu s mramorem v lomu na Boží hoře u Žulové;
- vz. 2 - narůžovělý stébelnatý wollastonit (stébla o délce až 3 cm) z kontaktní zóny (s výraznou převahou wollastonitu nad pyroxenem a vesuvianem) mezi aplitoidní žilkou a mramorem v lomu na Boží hoře u Žulové;
- vz. 3 - bílý vláknitý wollastonit z wollastonitem bohaté okrajové partie skarnu (tvořené v podstatném množství wollastonitem, granátem, pyroxenem a kalcitem) na styku mramoru s granitoidem ve výkopu pod vrcholem Boží hory u Žulové;
- vz. 4 - bílý vláknitý až stébelnatý wollastonit z granát-wollastonitové skaliny z Jaškova lomu u Žulové;
- vz. 5 - bílý vláknitý wollastonit tvořící nesouvislé lemy kolem tzv. „plovoucích hesonitů“ v mramoru z Vycpálkova lomu u Vápenné;
- vz. 6 - bílý vláknitý wollastonit (délka vláken až 12 cm) z kontaktního lemu mezi pegmatitem a mramorem v lomu u zříceniny hradu Kaltenštejna u Starého Podhradí (studovaný vzorek pochází ze sbírky Dr.J.Procházky);
- vz. 7 - bílý vláknitý wollastonit z několik mm mocného pásku z páskovaného erlanu (tvořeného hlavně pyroxenem, plagioklasem, křemenem, granátem, vesuvianem, klinozoisitem a titanitem) z obnoveného lomu u Bludova (lom č. 4 - viz Chrt-Slezák-Váňa 1991);

- vz. 8 - bílý jehličkovitý wollastonit z typického „bludovitu“ (granát-wollastonitového erlanu, tvořeného kromě wollastonitu a granátu ve vedlejším až podstatném množství vesuvianem, pyroxenem, kalcitem a epidotem - např. Gálová 1996) z téže lokality jako vzorek č. 7;
- vz. 9 - bílý jehličkovitý wollastonit z typického „bludovitu“ z opuštěného lomu na okraji Bludova;
- vz. 10 - bílý vláknitý až stébelnatý wollastonit (až 1 cm dlouhá individua, provázená pyroxenem a granátem) z wollastonitové zóny skarnu na styku mramoru a migmatizovaného biotitického amfibolitu v lomu u Mirošova (viz Novák 1985, Vávra-Losos 1995);
- vz. 11 - bílý jehlicovitý wollastonit z wollastonitem bohatého mramoru (s akcesorickým vesuvianem) z lomu u Nedvědice (viz Novák 1995);
- vz. 12 - bílý, velmi jemně narůžovělý vláknitý až stébelnatý wollastonit v asociaci s modrým kalcitem, vesuvianem a granátem z erlanu u Nedvědice (viz Novák 1995).

Strukturní výzkum wollastonitu byl proveden na práškovém rentgenovém difraktometru XRD-7 firmy Seifert-FPM. Pro měření bylo použito záření Cu-lampy (40 kV, 30 mA), monochromatizované Ni absorpčním filtrem. Měření probíhalo v rozsahu difrakčních úhlů $11-75^\circ 2\theta$ s krokem $0,02^\circ 2\theta$ a integrační dobou 4s. Všechny vzorky byly rozpráškovány a byly měřeny v držáku bez rotace, a to ve dvou pootočených polohách. Intenzity difrakčních linií vykazují výrazné změny v závislosti na poloze, což souvisí buď s texturou vzorků nebo je intenzita difrakčních linií ovlivněna zrnitostí analyzovaných vzorků (vzhledem ke stébelnatému až vláknitému vývinu námi studovaných wollastonitů jde spíše o vliv textury). Pro zpracování difrakčních záznamů bylo použito softwaru X-ray (autor L. Beneš, AV ČR a VŠCHT Pardubice, 1993).

Chemismus wollastonitu byl sledován pomocí elektronové mikrosondy - analýzy byly provedeny Mgr. V. Vávrou (PřF MU Brno) na přístroji CamScan s EDX analyzátozem Link AN 10.000 (urychlovací napětí 20kV,

	Žulová				Vápenná	St.Podhradí
	1	2	3	4	5	6
monoklinický polytyp (wollastonit-2M):						
a	15,4215(4)	15,4147(2)	15,4143(3)	15,4213(3)	15,4202(2)	15,4191(6)
b	7,3276(2)	7,3224(1)	7,3180(2)	7,3240(2)	7,3243(1)	7,3211(3)
c	7,0672(2)	7,0646(1)	7,0686(2)	7,0709(2)	7,0655(1)	7,0657(3)
β	95,328(8)	95,376(5)	95,330(8)	95,364(6)	95,345(4)	95,431(13)
N	43	47	34	51	51	42
n	27	45	34	47	50	40
triklinický polytyp (wollastonit-Tc):						
a					10,1247(7)	
b					11,0727(7)	
c					7,3661(8)	
α					99,418(13)	
β					100,307(15)	
γ					83,416(6)	
n					38	
chemismus wollastonitu (hmot.%):						
SiO ₂	51,34-51,83	51,06-51,71	50,58-50,61	51,16-51,25	51,16-51,43	51,79-51,88
CaO	48,78-49,29	48,14-48,33	47,37-47,55	47,87-48,07	47,96-48,11	48,87-49,04
FeO	0-0,20	0,40-0,47	0,46-0,47	0,31-0,34	0-0,28	0-0,19
MnO	-	0,23-0,25	0-0,17	-	-	-
počet kationů na bázi 9 atomů kyslíku:						
Si	2,980	2,983	2,986	2,991	2,994	2,987
Ca	3,035	3,000	3,001	3,002	3,004	3,022
Fe	0,005	0,021	0,023	0,016	0,007	0,005
Mn	-	0,012	0,004	-	-	-

	Bludov			Mirošov	Nedvědice	
	7	8	9	10	11	12
monoklinický polytyp (wollastonit-2M):						
a	15,4188(2)	15,4202(3)	15,5258(3)	15,4121(3)	15,4206(3)	15,4276(3)
b	7,3235(1)	7,3185(2)	7,3192(1)	7,3173(1)	7,3201(2)	7,3200(2)
c	7,06547(8)	7,0660(2)	7,0656(1)	7,0629(1)	7,0664(2)	7,0694(2)
β	95,373(5)	95,379(8)	95,352(5)	95,399(5)	95,512(8)	95,348(7)
N	45	46	58	46	54	49
n	45	37	37	43	42	46
triklinický polytyp (wollastonit-Tc):						
a				10,1197(2)	10,1225(5)	10,1360(7)
b				11,0733(3)	11,0758(5)	11,0849(8)
c				7,3412(3)	7,3547(5)	7,3544(8)
α				99,461(7)	99,377(10)	99,521(13)
β				100,345(6)	100,246(14)	100,301(17)
γ				83,404(4)	83,450(7)	83,498(12)
n				34	39	33
chemismus wollastonitu (hmot.%):						
SiO ₂	51,90-52,08	50,56-50,71	51,48-52,30	50,38-51,10	50,58-50,64	51,30-51,86
CaO	48,51-48,53	47,44-47,53	48,44-48,46	47,37-47,51	47,49-47,79	48,67-48,85
FeO	0,24-0,44	-	0-0,20	0,58-0,66	-	-
MnO	0-0,24	-	0-0,20	0,19-0,37	-	-
počet kationů na bázi 9 atomů kyslíku:						
Si	2,993	2,995	2,996	2,993	2,991	2,987
Ca	2,992	3,009	2,998	2,969	3,017	3,026
Fe	0,016	-	0,005	0,030	-	-
Mn	0,006	-	0,005	0,014	-	-

Tab. 1 - Chemické složení a mřížkové parametry (v 10⁻¹⁰ m) wollastonitu

při přepočtu použita ZAF korekce). Na každém vzorku byly analyzovány nejméně dva body - výsledky analýz jsou shrnuty v tab. 1, počty kationů jsou vypočteny z průměrného chemického složení wollastonitu ve studovaném vzorku (ve vz. 11 z Nedvědice bylo v jednom z analyzovaných bodů navíc zjištěno 0,99 hmot.% Al_2O_3 , v jiném bodě 0,21 hmot.% Cr_2O_3). Z výsledků provedených chemických analýz je zřejmé, že obsahy pro wollastonit typických izomorfních příměsí (tj. Fe a Mn) jsou ve všech studovaných vzorcích jen velmi nízké.

V difrakčních záznamech studovaných vzorků byly identifikovány linie náležející dvěma různým polytypům, a to monoklinickému (wollastonit-2M, grupa P2₁/a) a triklinickému (wollastonit Tc, grupa P-1). Prášková metoda neumožňuje zjistit ani přibližný poměr mezi uvedenými polytypy. Je však zřejmé, že ve většině studovaných vzorků je triklinický polytyp jen minoritní složkou (jde prokazatelně o vzorky 2-4, 6-9 a patrně také o vz. 1, v němž je přítomnost wollastonitu-Tc relativně vysoká). Ve zbývajících vzorcích (tj. 5, 10-12) jsou oba polytypy přítomny v podstatném množství - i když nejsme schopni stanovit jejich kvantitu, lze z difrakčních záznamů i v těchto vzorcích předpokládat převahu wollastonitu-2M nad wollastonitem-Tc. Mřížkové parametry identifikovaných polytypů jsou uvedeny v tab. 1 (N = počet difrakčních linií náležejících wollastonitu, n = počet difrakčních linií příslušejících danému polytypu) - pro výpočet mřížkových parametrů identifikovaných polytypů bylo použito indexace podle karet č. 43-1460 (wollastonit-2M) a 42-550 (wollastonit-Tc) z PDF-2 databáze.

Ve starších pracích, v nichž jsou uvedeny údaje a úvahy o rozšíření jednotlivých strukturních forem wollastonitu v horninách, převládá názor, že wollastonit-Tc je daleko rozšířenější než wollastonit-2M; polymorfní superstruktury s delšími periodami (4M, 4T atd.) jsou považovány za zcela výjimečné. Z provedené literární rešerše zaměřené na wollastonit regionálně metamorfovaných hornin a taktitů je zřejmé, že v krystalických břidlicích je přítomnost superstruktur wollastonitu běžným jevem. Superstruktury v těchto horninách vznikají během jejich deformací a vyskytují se v metamorfitech s dobře vyvinutou lineací a výraznou přednostní orientací (tento názor se poprvé objevuje u Wenka 1969). Vlákennité wollastonity tvořící anchimonominerální zóny v taktitech strukturně odpovídají wollastonitu-Tc nebo jde o superstruktury s různou délkou periody. Jak v regionálně metamorfovaných horninách, tak i v taktitech jsou kromě wollastonitu-Tc a uspořádaných superstruktur přítomny struktury neuspořádané.

Ve vzorcích ze Žulové, Vápenné, Starého Podhradí, Mirošova a Nedvědice není proto přítomnost (a zřejmě i výrazná převaha) polytypu 2M žádným překvapením. Dominance wollastonitu-2M však byla zjištěna i v typickém „bludovitu“ (vzorky č. 8 a 9), v němž jsme na základě všesměrné stavby horniny (wollastonit tvoří chaoticky rozmístěné jehličky) očekávali absenci superstruktur nebo alespoň výraznou převahu wollastonitu-Tc.

Poděkování

Daná problematika byla studována za podpory grantu GA ČR 203/96/1664

Literatura:

- Gálová, M. (1996): Mineralogické a petrografické studium vápenato-silikátových hornin z Bludova. MS. Dipl. práce. PřF MU Brno. 59 s.
- Chrt, J. - Slezák, L. - Váňa, J. (1991): Ložisko wollastonitové suroviny v Bludově u Šumperka. - Geol. Průzk., 33, 357-361. Praha.
- Novák, M. (1985): Zonální reakční skarn mezi mramorem a amfibolitem z Mirošova u Strážku, západní Morava. - Čas. Mor. Muz., Vědy přír., 70, 7-23. Brno.
- Novák, M. (1995): Minerální asociace wollastonit+vesuvian v nedvědických mramorech a její petrogenetický význam. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 103-104. Brno.
- Vávra, V. - Losos, Z. (1995): Nerostné asociace z lomu Mirošov u Strážku (západní Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 104-105. Brno.
- Wenk, H. R. (1969): Polymorphism of wollastonite. - Contr. Miner. Petrol., 22, 238-247. Berlin.

GRANÁTEM BOHATÉ PÁSKY V AMFIBOLICKÉ RULE U SOBOTÍNA

Garnet-rich bands in amphibole gneiss at Sobotín

Pavel Novotný¹, Jiří Zimák²

¹ Vlastivědné muzeum, nám. Republiky 5, 771 73 Olomouc

² Katedra geologie PŘF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

(14-42 Rýmařov)

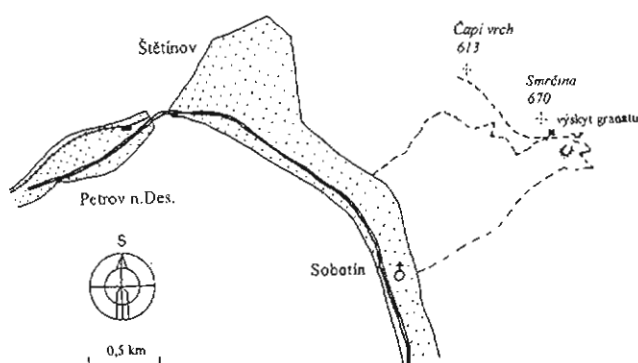
Key words: hornblende gneiss, garnet, hornblende, epidote, microprobe analysis, Sobotín massif

Při provádění terénního výzkumu v centrální části sobotínského amfibolitového masívu byla asi 1,5 km sv. od kostela v Sobotíně zjištěna přítomnost amfibolických rul s pásky s vysokým podílem granátu.

Tyto zajímavé horniny byly nalezeny v deluviích na jižním svahu kóty Smrčina (670 m), asi 120 m jjv. od vrcholu (od opuštěného mastkového jámového lomu je výskyt amfibolických rul s granátem vzdálen cca 190 m zsz. směrem - viz obr. 1), kde došlo při úpravě lesní cesty k narušení svahových sutí. Sutě jsou zde tvořeny především úlomky amfibolitů, amfibolických a biotit-amfibolických rul. Skalní podloží není v bezprostředním okolí lokality odkryto. Asi 50 m z. od místa nálezu hornin s granátem jsou v zářezu lesní cesty obnaženy biotit-amfibolické ruly. Nejblíže větší výchozy metamorfovaných bazik a ultrabazik sobotínského amfibolitového masívu se nacházejí až ve výše zmíněném lomu na mastek a v jeho okolí.

Biotit-amfibolické ruly jsou šedé, středně zrnité horniny s výraznou plošně paralelní texturou. Mají nematogranoblastickou strukturu. Tmavé minerály jsou v podstatném množství zastoupeny amfibolem a biotitem, světlé plagioklasem mírně převažujícím nad křemenem. Z akcesorií dominuje rutil, přítomny jsou i druhotné minerály, ojediněle apatit a zirkon.

Amfibol v biotit-amfibolických rulách tvoří výrazně anizometrická zrna až dlouze sloupcovitá hypidiomorfní individua (o velikosti do 2 mm) s velmi výrazným pleochroismem (sytě zelený s modravým odstínem ve směru Z). Výsledky chemických analýz amfibolů jsou uvedeny v tab. 2 (anal. č. 3 a 4) - v klasifikaci podle Leakeho (1978) jde o magnesio-hornblend. V amfibolu jsou spíše ojedinělé uzavřeniny křemene, rutilu, allanitu(?) a zirkonu (lemované pleochroickými dvůrkami) - výsledek bodové analýzy zirkonu ($65,96\% \text{ZrO}_2$, $33,41\% \text{SiO}_2$, $1,09\% \text{HfO}_2$, $0,30\% \text{Fe}_2\text{O}_3$) odpovídá empirickému vzorci $\text{Zr}_{0,97}\text{Hf}_{0,01}\text{Fe}^{3+}_{0,01}(\text{Si}_{1,01}\text{O}_{4,00})$. Biotit tvoří až 1,5 mm velké, nedokonalé omezené šupinky (zpravidla ležící ve foliačních



Obr. 1 - Geografická pozice lokality

V následujících odstavcích je uvedena charakteristika biotit-amfibolických rul z výchozu v zářezu lesní cesty a amfibolických rul s granátem bohatými pásky ze sutí. Uvedené horniny byly studovány hlavně ve výbrusech a nábrusech. Silikátové chemické analýzy hornin (viz tab. 1) provedl P. Kadlec (PŘF MU Brno), údaje o chemismu jednotlivých minerálů (viz tab. 2-5) byly získány na přístroji CamScan s připojeným EDX analyzátozem Link AN 10 000 (urychlovací napětí 20kV, korekce programem ZAF-4, analytik Mgr. V. Vávra, PŘF MU Brno).

	1	2	3
SiO ₂	59,92	48,23	45,56
TiO ₂	0,37	0,59	1,10
Al ₂ O ₃	15,60	16,07	19,86
Fe ₂ O ₃	1,08	0,63	5,22
FeO	4,16	10,63	4,48
MnO	0,11	11,33	9,38
MgO	5,39	2,06	5,67
CaO	5,94	8,16	6,68
Na ₂ O	4,63	0,39	1,62
K ₂ O	1,05	st.	0,40
S	-	-	nest.
CO ₂	0,58	1,47	nest.
P ₂ O ₅	0,22	0,46	nest.
H ₂ O ⁻	0,11	0,14	0,10
H ₂ O ⁺	0,52	0,37	0,32
suma	99,68	100,53	100,39

Tab. 1 - Chemismus biotit-amfibolické ruly (1) a granátem bohatého pásu v amfibolické rule (2) ze Sobotína, průměrné složené Mn-skarnů (3) z lokality „Hofberg“ u Vernířovic (podle Zimáka, Reifa 1991)

	biotit		amfibol						epidot		prehnit	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	38,71	38,63	46,61	47,33	45,49	45,12	48,30	45,57	38,82	38,79	38,48	38,32
TiO ₂	2,27	2,12	0,56	0,44	0,38	0,45	0,37	0,32	-	0,22	-	-
Al ₂ O ₃	15,15	15,40	10,27	10,00	12,86	13,55	8,49	10,86	26,27	26,22	23,85	22,50
Cr ₂ O ₃	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaO	-	-	11,78	11,71	11,06	11,35	12,13	11,82	23,86	23,55	23,20	23,01
FeO ¹	13,95	14,29	13,68	12,80	13,81	14,16	11,68	13,19	7,90	7,90	5,76	7,72
MgO	15,58	15,49	12,80	13,18	11,95	11,65	13,42	11,70	-	-	1,74	2,64
MnO	-	0,23	0,30	0,30	1,13	1,08	1,09	1,13	0,40	0,73	0,24	0,36
ZnO	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-
K ₂ O	9,16	9,11	0,33	0,20	0,15	0,29	-	0,36	-	-	-	-
Na ₂ O	0,59	0,41	1,60	1,51	1,72	1,78	1,16	1,42	-	-	-	-
suma	95,63	95,68	97,93	97,47	98,55	99,43	97,04	96,37	97,25	97,41	93,27	94,55
počet kationů na bázi 11 atomů O (biotit a prehnit), 23 atomů O (amfibol) nebo 12,5 atomů O (epidot):												
Si ⁴⁺	2,85	2,85	6,74	6,83	6,48	6,41	7,03	6,73	3,10	3,09	2,79	2,78
Ti ⁴⁺	0,13	0,12	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	-	0,01	-	-
Al ³⁺	1,32	1,34	1,75	1,70	2,16	2,27	1,46	1,89	2,47	2,46	2,04	1,92
Fe ³⁺	nest.	nest.	0,49	0,46	0,92	0,83	0,20	0,37	0,53	0,53	nest.	nest.
Cr ³⁺	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca ²⁺	-	-	1,82	1,81	1,69	1,73	1,89	1,87	2,04	2,01	1,80	1,79
Fe ²⁺	0,86	0,88	1,16	1,09	0,73	0,86	1,22	1,26	nest.	nest.	0,35	0,47
Mg ²⁺	1,71	1,70	2,76	2,84	2,54	2,47	2,91	2,58	-	-	0,19	0,28
Mn ²⁺	-	0,01	0,04	0,04	0,14	0,13	0,13	0,14	0,03	0,04	0,02	0,02
Zn ²⁺	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-
K ⁺	0,86	0,86	0,06	0,04	0,03	0,05	-	0,07	-	-	-	-
Na ⁺	0,08	0,06	0,45	0,42	0,48	0,49	0,33	0,41	-	-	-	-

Tab. 2 - Chemismus biotitu v biotit-amfibolické rule (1, 2), amfibolů v biotit-amfibolické rule (3, 4), amfibolů v granátem bohatém pásku v amfibolické rule (5-8), epidotu v granátem bohatém pásku (9, 10) a prehnitu z křemen-živcové žilky (11 a 12)

Poznámka: Poměr Fe^{2+}/Fe^{3+} v analyzovaných amfibozech byl vypočten jedním z postupů doporučených v literatuře (Leake, Hey 1979 - suma $Si^{4+} + Ti^{4+} + Al^{3+} + Fe^{3+} + Fe^{2+} - Mn^{2+} + Mg^{2+} = 13,00$).

plochách, ale v některých případech i kosé k foliaci), obsahující hojné uzavřeniny sloupečkovitých až jehličkovitých krystalků rutilu. Výsledky chemických analýz biotitu jsou uvedeny v tab. 2 (anal.č. 1 a 2), rutilu v tab. 5 (anal.č. 5 a 6). Nesouvislé proužky s převahou amfibolu a biotitu se střídají s proužky, v nichž výrazně převažují světlé součástky. Plagioklas je v těchto proužcích přítomen v podobě až 2 mm velkých poikiloblastů (hlavně s uzavřeninami křemene). Některá zrna plagioklasu mají výrazné polysyntetické lamelování, na jiných není patrné. Popisovaný plagioklas je místy silně postižen sericitizací nebo saussuritizací, jinde jsou jeho zrna značně zakalená (kaolinizace?). Kromě velkých poikiloblastů plagioklasu jsou ve světlých proužcích přítomna drobná alotriomorfní až hypidimorfní zrna polysynteticky lamelovaného plagioklasu se zcela ojedinělými uzavřeninami křemene, jen někdy slabě zakalená (kaolinizovaná?). Výsledky chemických analýz plagioklasů (tab. 3, anal.č. 1-4) ukazují na oligoklas až andezín, není však jasné, zda byly analyzovány velké poikiloblasty nebo drobná zrna. Křemen tvoří drobná alotriomorfní zrna ve světlých horninových proužcích, časté jsou drobné anchimonominerální, silně zploštělé čočičky, složené z relativně velkých křemenných

zrn (až 0,5 mm) s nevýrazným undulózním zhášením.

Amfibolity jsou šedočerné barvy, drobně až středně zrnité, s poměrně nízkým podílem světlých součástek a s jen málo výraznou foliací. Plynule přecházejí do výrazně světlejších amfibolických rul, v nichž byly zjištěny až 6 cm mocné růžově červené pásy s vysokým podílem granátu. Horninové úlomky s granátem mají rozměry až 20 cm a lze na nich dobře sledovat vztahy mezi granátem bohatými pásy a okolním horninovým prostředím.

Amfibolická rula v okolí granátem bohatých pásků je světle šedá, s výraznou plošně paralelní stavbou, místy s až několika mm mocnými šedozelenými pásy, konformními s foliací. Hornina má nematogranoblastickou strukturu. V hornině převažují světlé minerály, zastoupené křemenem a plagioklasem. Z tmavých minerálů je nejhojnější amfibol, provázený epidotem (jenž se koncentruje v makroskopicky šedozelených páscích) a granátem (jen však v bezprostřední blízkosti granátem bohatých pásků!). Akcesorie jsou reprezentovány zejména ilmenitem, poměrně hojný je apatit, méně častý je rutil a zirkon.

Také v amfibolické rule jsou přítomny poikiloblasty plagioklasu (o velikosti do 1 mm) a drobná zrna plagioklasu takřka bez uzavřenin. Kromě sericitizace a problematické

kaolinizace lze místy pozorovat i poškození živců saururizací. Křemen tvoří allotromorfní zrna, často seskupená do drobných anchimonominerálních čočiček.

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	62,90	62,37	60,15	62,15	60,91	61,37
Al ₂ O ₃	22,90	23,48	24,46	23,38	23,28	23,92
Fe ₂ O ₃	-	-	0,35	0,29	-	-
CaO	4,89	5,59	6,99	5,47	6,02	6,07
Na ₂ O	9,07	8,69	8,25	9,10	8,45	8,14
suma	99,76	100,13	100,20	100,39	98,66	99,50
počet kationů na bázi 8 atomů O:						
Si ⁴⁺	2,79	2,76	2,68	2,75	2,74	2,74
Al ³⁺	1,20	1,23	1,29	1,22	1,24	1,26
Fe ³⁺	-	-	0,01	0,01	-	-
Ca ²⁺	0,23	0,26	0,33	0,26	0,29	0,29
Na ⁺	0,78	0,75	0,71	0,78	0,74	0,70
An	23	26	32	25	28	29

Tab. 3 - Chemismus živců z biotit-amfibolické ruly (1-4) a granátem bohatého pásku v amfibolické rule (5, 6)

	1/s	1/p	1/o	2/s	2/o	3/s	3/o
SiO ₂	37,97	38,33	38,63	39,08	39,04	38,02	38,74
Al ₂ O ₃	20,61	20,57	20,56	21,28	21,01	19,52	20,63
CaO	9,97	10,00	9,85	9,46	9,32	11,25	10,08
FeO	15,81	14,68	15,49	13,69	13,37	11,86	10,86
MgO	2,10	2,34	2,37	2,84	2,70	2,45	3,15
MnO	14,37	14,84	14,64	16,35	15,83	16,58	16,72
suma	100,83	100,76	101,54	102,70	101,27	99,68	100,18
počet kationů na bázi 12 atomů O:							
Si	3,01	3,02	3,03	3,02	3,05	3,04	3,04
Al	1,92	1,91	1,90	1,94	1,93	1,84	1,91
Ca	0,85	0,84	0,83	0,78	0,78	0,96	0,85
Fe	1,05	0,97	1,02	0,88	0,87	0,79	0,71
Mg	0,25	0,28	0,28	0,33	0,31	0,29	0,37
Mn	0,96	0,99	0,97	1,07	1,05	1,12	1,11
% Alm	32	30	31	27	28	21	21
% Sps	32	33	32	36	36	37	37
% Prp	8	9	9	11	10	10	13
% Grs	24	24	23	23	23	24	25
% Adr	4	4	5	3	3	8	4

Tab. 4 - Chemismus granátu

Amfibol má obdobný vývin jako v biotit-amfibolické břidlici i obdobné optické vlastnosti. Na základě výsledků chemických analýz lze amfibol z amfibolické ruly i z okrajové partie granátem bohatých pásků (tab. 2, anal.č. 5-8) klasifikovat podle Leakeho (1978) jako tschermakitický hornblend (anal.č. 5 a 6) a magnesiohornblend (anal.č. 7 a 8). Amfibol poměrně často obsahuje uzavřeniny světlých minerálů, ilmenitu a epidotu (v některých případech snad jde o zatlačování amfibolu ilmenitem a epidotem). Epidot tvoří nedokonale vyvinuté sloupečky, jen výjimečně dosahující velikosti 1 mm. Byl sice zjištěn ve všech výbrusy zastižených partiích horniny, ale výrazně se koncentruje do proužků s nízkým obsahem

amfibolu. Podíl epidotu v hornině výrazně vzrůstá směrem ke granátem bohatým pásům, v nichž je podstatnou složkou. Granát tvoří izometrická, opticky izotropní zrna. V amfibolické rule dosahuje velikost jednotlivých zrn granátu max. 0,3 mm (průřezy jsou takřka vždy alotriomorfní). V granátem bohatých pásčích je průměrná velikost zrn granátu kolem 0,1 mm (největší zrna mají asi 0,2 mm v průměru). Relativně větší zrna jsou alotriomorfní, průřezy drobnými zrnky v granátem bohatých pásčích jsou však často hypidiomorfní až idiomorfní. V granátem bohatých pásčích lze rozlišit proužky (o mocnosti do 2 mm) s rozdílným nerostným složením, které se vzájemně střídají a které probíhají konformně s foliací okolní horniny. Převládají proužky s výraznou převahou granátu (až 80 obj. %) nad křemenem, ojedinělým plagioklasem (výsledky 2 bodových analýz odpovídají oligoklasu - viz tab. 3, anal.č. 5 a 6), epidotem, amfibolem a chloritem (s fialově hnědými interferenčními barvami), jenž místy zjevně zatlačuje granát. Časté jsou proužky (příp. ploché čočičky) s dominancí křemene nebo silně alterovaného (zejména karbonatizovaného) plagioklasu. Obzvláště v křemenných proužcích nebo čočičkách lze pozorovat řetizkovitě uspořádaná drobná hypidiomorfní až idiomorfní individua granátu (průběh řetizků je konformní s foliací). V granátem bohatých pásčích jsou i nesouvislé proužky tvořené hlavně amfibolem a také proužky, v nichž jsou všechny výše uvedené minerály provázány podstatným množstvím epidotu. Výsledek chemické analýzy epidotu je uveden v tab. 2 (anal.č. 9, 10 - je-li všechno Fe přítomno jako Fe³⁺, pak v obou analyzovaných bodech Fs = 17,7 %).

Na složení granátů (viz tab. 4) se podílejí tři hlavní komponenty: spessartinová (32-37 %), almandinová (21-32 %) a grossularová (23-25 %); méně je zastoupena složka pyropová (8-13 %) a andraditová (3-8 %). Chemické analýzy byly provedeny na třech individuálních granátech různé velikosti. Na relativně velkém zrně (o průměru cca 0,2 mm) byly analyzovány tři body, z nichž jeden ležel v centru (anal.č. 1/s), další při okraji (1/o), třetí mezi nimi (1/p). Na dvou menších zrnech byly provedeny analýzy ve středu a na periférii. Mezi výsledky jednotlivých analýz nejsou příliš velké rozdíly. Chemická zonálnost všech studovaných zrn je zřejmě jen nevýrazná,

v menších granátech (tvořících řetizky v křemenném proužku) byly zjištěny poněkud vyšší obsahy Sps a nižší obsahy Alm ve srovnání s velkým granátem (z granátového proužku).

Akcesorie jsou v amfibolické rule a granátem bohatém pásku zastoupeny hlavně ilmenitem v podobě nepravidelných zrn nebo jen nedokonale vyvinutých tabulek o velikosti až 0,5 mm. V až vedlejším množství je ilmenit přítomen v blízkosti okrajů granátem bohatých pásků, v nichž je často provázen rutillem, jenž v amfibolické rule nebyl vůbec zjištěn. Jen v granátem bohatých pásčích bývá ilmenit lemován titanitem. Při studiu pomocí elektronového mikroskopu byla v několika případech mezi

	ilmenit			rutil			titanit	
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	0,35	0,21	0,29	0,22	-	0,29	31,37	30,57
TiO ₂	50,45	49,41	50,53	97,13	97,71	97,99	38,57	38,73
Al ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	1,06	0,92
FeO	37,36	37,80	32,00	0,91	0,88	0,60	0,39	0,39
CaO	-	0,38	-	-	0,25	0,13	28,82	28,51
MnO	12,08	12,21	18,30	-	-	-	0,27	0,35
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	0,30	0,62	0,19	0,17
Nb ₂ O ₅	-	-	-	0,55	0,57	0,24	0,29	0,29
V ₂ O ₅	-	-	-	0,80	-	-	-	-
suma	100,24	100,01	101,12	99,61	99,71	99,87	100,96	99,93
počet kationů na bázi 3 atomů O (ilmenit), 2 at. O (rutil), 5 at. O (titanit):								
Si	0,01	0,01	0,01	0,003	-	0,004	1,014	1,001
Ti	0,96	0,95	0,96	0,979	0,987	0,985	0,938	0,954
Al	-	-	-	-	-	-	0,040	0,036
Fe	0,79	0,81	0,68	0,010	0,010	0,007	0,011	0,011
Ca	-	0,01	-	-	0,004	0,002	0,999	1,000
Mn	0,26	0,26	0,39	-	-	-	0,007	0,010
Cr	-	-	-	-	0,003	0,007	0,005	0,004
Nb	-	-	-	0,003	0,003	0,001	0,004	0,004
V	-	-	-	0,007	-	-	-	-

Tab. 5 - Chemické složení Ti-minerálů v granátem bohatém pásku (1-4, 7, 8) a biotit-amfibolické rule (5, 6)

ilmenitem (tab. 5, anal.č. 1, 2) a titanitovou vnější zónou (tab. 5, anal.č. 7, 8) zjištěna nesouvislá zóna tvořená minerálem ze skupiny TiO₂ (pravděpodobně rutil - tab. 5, anal.č. 4). V granátem bohatých páscích jsou hojně přítomna drobná zrnka rutilu, jež jsou často obklopována a patrně i zatlačována ilmenitem. Výsledek analýzy ojedinělého zrna zirkonu z granátem bohatého pásku (65,19 % ZrO₂, 33,53 % SiO₂, 1,31 % HfO₂, 0,33 % Fe₂O₃ a 0,41 % MnO) odpovídá empirickému vzorci $Zr_{0,96}Hf_{0,01}Fe^{3+}_{0,01}Mn^{2+}_{0,01}(Si_{1,02}O_{4,00})$.

Granátem bohatým páskem i okolní horninou probíhají jemné žilečky tvořené převážně křemenem, v menším množství živcem. Pomocí elektronového mikroskopu byla na těchto žilkách zjištěna přítomnost drobných alotriomorfních zrněk, která lze na základě jejich chemismu považovat za prehnit (viz tab. 2, anal.č. 11 a 12) s relativně vysokým obsahem Fe, Mg i Mn (obdobně vysoké obsahy Fe byly zjištěny i v prehnitu z alpské mineralizace na lokalitě Pfarrererb - Novák, Šrein, Langrová 1993). V nepatrném množství se na těchto žilečkách vyskytuje magnetit.

Studované granátem bohaté pásy v amfibolické rule se svým nerostným složením, celkovým chemismem i stavbou velmi podobají Mn-skarnům z lokality „Hofberg“ u Vernířovic, které tvoří čočkovitá tělesa o mocnosti minimálně 40 cm, probíhající konformně s foliací okolních amfibolických rul. Hlavní rozdíl je v mocnosti analogických stavebních jednotek (milimetrové proužky ze Smrčiny odpovídají centimetrovým páskům na lokalitě „Hofberg“) a v průměrné velikosti hlavní součástek, která je ve skarnech z „Hofbergu“ zhruba o 1 řád větší než v granátem bohatých páscích ze Smrčiny (to platí hlavně o granátu, amfibolu a epidotu). Granáty ze Smrčiny mají o něco nižší obsahy Mn než granáty z lokality „Hofberg“ s až 64 % Sps. Granátem bohaté pásy zjištěné na Smrčině u Sobotína pravděpodobně vznikly metamorfózou manganolitu v podmínkách amfibolitové facie.

Literatura:

- Leake, B.E. (1978): Nomenclature of amphiboles. - Amer. Miner., 63: 1023-1052. Washington, D.C.
 Leake, B.E. - Hey, M.H. (1979): Addendum to The nomenclature of amphiboles. - Mineral. Mag., 42: 561-563. Oxford.
 Novák, M. - Šrein, V. - Langrová, A. (1993): Epidote and associated fissure minerals from Pfarrererb near Sobotín (Northern Moravia, Czech Republic): a manifestation of a retrograde phase of the Variscan regional metamorphism. - 125 Jahre Knappenwand, Abh. Geol. B.-A., 49: 43-48. Wien.
 Zimák, J. - Reif, J. (1991): Mineralogie manganem bohatého skarnu z Vernířovic. - Sbor. Prací Univ. Palackého (Olomouc), Geogr. Geol. 103, 30, 43-62. Praha.

PETROGRAFIE A CHEMISMUS SVORŮ Z OKOLÍ PETROVA NAD DESNOU

Petrography and chemical composition of the mica schists from environs of
Petrov nad Desnou

Miloš René

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, 182 09 Praha 8, V Holešovičkách 41, e-mail: rene@irsm.cas.cz

(14-42 Rýmařov)

Key words: mica schist, petrography, geochemistry, Variscides, Bohemian Massif

Úvod

Svory v okolí Petrova nad Desnou jsou součástí skupiny Červenohorského sedla. Vzhledem k tomu, že se vyskytují v nadloží kvarcitů, které jsou pokládány za stratigrafický ekvivalent paleontologicky datovaných kvarcitů z okolí Vrbna pod Pradědem, jsou tyto svory pokládány rovněž za devonské. Pro svory z okolí Petrova nad Desnou je charakteristická přítomnost velkých krystalů granátu a staurolitu, které přitahují především sběratele a mineralogy. Proto byla rovněž většina pozornosti věnována právě svorům s podílem těchto dvou minerálů. Mimoto se v těchto svorech vyskytují polohy bohaté na minerály ze skupiny Al_2SiO_5 a polohy s přítomností muskovitu s vyšším obsahem chromu (fuchsitu). Všechny tyto, z hlediska prostorového zastoupení minoritní vložky byly v minulosti předmětem podrobného mineralogického a petrologického studia (René 1970, Němec 1971, René 1980). V souvrství svorů přitom převládají muskovitické a biotitické - muskovitické svory, obvykle s podřadným zastoupením granátu, případně staurolitu a neobsahující andalusit, kyanit nebo sillimanit.

Muskovitické, biotitické - muskovitické až biotitické svory byly odkryty při technických pracích spojených s geologickým mapováním v této oblasti, které v 60-tých letech prováděla PŘF UK. Různě intenzivně

zvětralé svory byly odkryty v hloubce 2,50 - 3 m pod silně zahliněnými kamenito - balvanitými sutěmi v zalesněném prostoru cca 50 m jz. od kóty 535,1 m (Holubáč), východně od Petrova nad Desnou. Podrobná dokumentace technických prací je v práci Reného (1968).

Svory tvoří různé mocné polohy, které se střídají s polohami amfibolitů a amfibolických rul sobotínského amfibolitového masivu. V průzkumných šachticích byl zastižen buď kontakt s mocnějšími polohami metabazitů nebo několik decimetrů až 1,5 m mocné ložní polohy amfibolitů ve svorech.

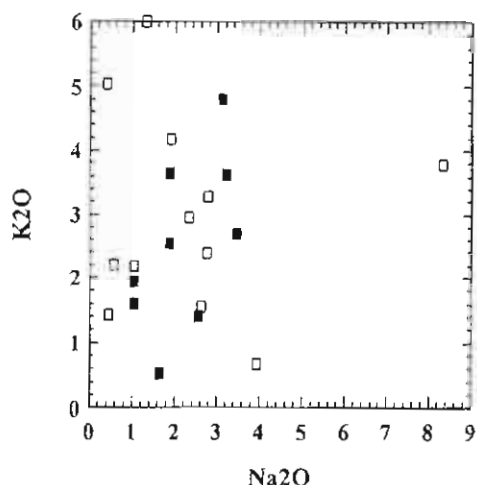
Petrografie

V průzkumných šachticích převládaly bělošedé, žlutavé, žlutohnědé až čemohnědé muskovitické, biotitické - muskovitické a biotitické svory až kvarcitické svory. Svory jsou obvykle tenké břidličnaté, s různě zřetelnými, nerovnými plochami foliace. Směr foliace je shodný se směrem protažení svorových poloh a činí 60 - 65° se sklonem k SZ. Svory jsou často páskované, se střídáním poloh bohatších a chudších na muskovit nebo biotit. Jejich textura je výrazně břidličnatá. Svory jsou nejčastěji drobně zrnité s velikostí zrn základní tkáně 0,01-0,9 mm. Délka jednotlivých tabulek slíd je v průměru 0,3 mm, převažují však páskovité agregáty v nichž se nepravidelně střídá

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	69.67	69.54	71.14	71.21	71.12	81.1	80.61	69.68	67.18
TiO ₂	0.34	0.57	0.58	0.37	0.35	0.23	0.3	0.6	0.66
Al ₂ O ₃	15.05	14.58	14.85	14.76	15.41	9.73	11.47	15.5	15.95
Fe ₂ O ₃	2.24	2.34	1.7	1.69	2.47	1.04	1.16	1.54	2.49
FeO	0.64	1.08	1.29	1.54	1.49	1.31	0.43	0.86	1.03
MnO	0.09	0.12	0.15	0.23	0.17	0.18	0.05	0.04	0.06
MgO	1.1	1.02	0.85	1.05	1	0.81	0.42	0.58	1.05
CaO	2.67	2.65	2.21	2.97	2.09	2.27	1.18	1.75	2.16
Na ₂ O	3.46	1.88	1.88	2.44	2.56	1.66	1.04	3.12	3.22
K ₂ O	2.88	3.64	2.54	1.6	1.4	0.52	1.94	4.8	3.62
P ₂ O ₅	0.17	0.21	0.21	0.19	0.13	0.07	0.09	0.2	0.21
CO ₂	0.44	0.55	0.5	1.15	0.77	0.44	0.06	0.99	0.99
H ₂ O*	0.63	1.02	1	0.79	0.66	0.76	0.99	0.45	0.94
H ₂ O	0.25	0.32	0.26	0.29	0.16	0.31	0.19	0.11	0.37
Suma	99.63	99.52	99.26	100.3	99.78	100.5	99.92	100.5	99.93

Tab. 1 - Chemické analýzy svorů z Petrova n. Desnou. Analytik: Sedláčková, Longinová, UNIGEO Brno:

1 - biotitický svor; 2 - muskovitické - biotitický svor; 3 - kvarcitický muskovitické - biotitický svor; 4 - muskovitické - biotitický svor s granátem; 5 - staurolitické - muskovitický svor; 6 - kvarcitický granátický - muskovitický svor; 7 - kvarcitický staurolitické - muskovitický svor; 8 - muskovitické - biotitický svor; 9 - biotitické - muskovitický svor



Obr. 1 - Distribuce K_2O a Na_2O ve svorech skupiny Červenohorského sedla, rejtízské a vrbenské skupiny.

■ - slídnaté svory z okolí Petrova nad Desnou,
□ - slídnaté svory rejtízské skupiny a muskovitické fylity s proměnlivým podílem chloritu a karbonátů vrbenské skupiny

muskovit s biotitem. Obvykle vzácné porfyroblasty granátu jsou 0,5 - 3 mm veliké. V jednom vzorku granát - staurolitického svoru byly zastíženy hojně porfyroblasty staurolitu 0,5 - 2 mm veliké.

Jak granát, tak staurolit jsou xenoblasticky omezené, postkrystalinně rotované, někdy dokonce drcené, což nasvědčuje na jejich prekinematickou krystalizaci. Křemen je xenoblasticky omezený, často tvoří dlaždicovitě strukturované agregáty, které tvoří ve svorech protažené drobné čočky nebo nezřetelně vyvinuté pásy. Množství páskovitých křemenných agregátů narůstá při přechodu svorů do kvarcitických svorů. Slídy tvoří nejčastěji tabulkovité agregáty, v nichž jsou jednotlivé tabulky xenoblasticky až hipidioblasticky omezené. Jejich délka je nejčastěji 0,1-0,3 mm. Muskovit není pleochroický, fuchsit nebyl v tomto typu svorů zjištěn. Biotit je velmi výrazně pleochroický, ve směru X je barva světle žlutohnědá, ve směru Y a Z je barva tmavě hnědá až černohnědá. K vzácnějším minerálům základní tkáně svorů

patří plagioklas. Jeho zrna jsou obvykle 0,05 - 0,4 mm veliká, s nepříliš hojným albitickým lamelováním. Jeho bazicita je obvykle An_{33-37} . Plagioklas je xenoblasticky omezený a jeho rozmístění v základní tkáni je velmi nerovnoměrné. Mezi akcesorickými minerály byl zjištěn rutil, magnetit, vzácně turmalin. Nebyl zjištěn ilmenit, který je naopak velmi hojný v některých andalusitových a staurolitických svorech (René 1970, 1980). Ve zvětralých svorech byl zjištěn chlorit, který tvoří jednotlivé šupinky, méně často šupinkovité agregáty 0,05-0,7 mm veliké. Chlorit je výrazně pleochroický, se slabě nazelenalou barvou ve směru X a špinavě zelenou barvou ve směru Y a Z. Struktura svorů je lepidogranoblastická, někdy nezřetelně porfyrogranoblastická.

Chemismus svorů.

Z devíti vzorků svorů byly zhotoveny silikátové analýzy svorů, kdy hlavní složky byly stanoveny převážně standardní rentgenspektrální analýzou. Analýzy jsou uvedeny v tab. 1. Pro srovnání chemického složení svorů byly použity analýzy svorů a fylitů z rejtízské a vrbenské skupiny publikované Čablou a Albrechtovou (1978) a Součkem (1979). Z tohoto srovnání vyplývá, že svory z okolí Petrova nad Desnou jsou svým složením podobné muskovitickým, biotitickým a dvojslídným svorům a fylitům rejtízské a vrbenské skupiny. Je pro ně charakteristický někdy vyšší podíl SiO_2 , který souvisí s jejich přechodem do kvarcitických svorů. Mezi obsahem Na_2O a K_2O je pozitivní korelace (obr. 1) a neprojevuje se zde tendence k nabohacení K_2O , kterou Souček (1979) popisuje z grafit - muskovitických fylitů vrbenské skupiny. Jak ukazuje složení svorů z okolí Petrova n. Desnou, které jsou zcela nepochybně součástí souvrství devonského stáří, nelze zde použít poměru K_2O/Na_2O k rozlišení paleozoických a devonských souvrství, jak se o to pokusil Souček (1979) v rejtízské a vrbenské skupině. Hlavním diskriminačním kritériem zůstává poměr Al_2O_3/SiO_2 , kdy i muskovitické a muskoviticko - biotitické svory s akcesorickým podílem granátu nebo staurolitu mají tento poměr vyšší než proterozoické pararuly.

Literatura

- Čabla, V. - Albrechtová, E. (1978): Ložiska kyzových rud v rejtízské sérii. - Sborník GPO, 18, 5-42.
Němec, D. (1971): Petrogenesis of chrome bearing minerals at Petrov, northern Moravia. - Acta Univ. Carol., Geol., 189-195.
René, M. (1968): Mineralogicko - petrografické poměry okolí Petrova nad Desnou. - Diplomová práce. PřF UK, 81 s.
René, M. (1970): Petrologie série Červenohorské sedla. - Rigorózní práce, MS, PřF UK, 42 s.
René, M. (1980): Formace Al-Fe hornin obalových sérií desenské klenby. Prognózní ocenění uranovosti Hrubého Jeseníku. - Kandidátská disertační práce, MS, PřF UK.
Souček, J. (1979): Příspěvek ke geochemii metasedimentů vrbenské a rejtízské série, Hrubý Jeseník. - Čas. Slez. Muz., 28, 149-166.

RUDNÍ AKCESORIE RUL PLÁŠTĚ ŽULOVSKÉHO MASÍVU

Ore accessories in gneisses of the Žulová pluton mantle

Václav Vávra¹, Bohuslav Fojt¹, Dušan Kopa²

¹ Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PříF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: vavra@sci.muni.cz

² Slezské zemské muzeum, Tyršova 1, 746 46 Opava

(14-224 Jeseník)

Key words: *Fe - Ti oxides, spinels, chemistry, occurrence in gneisses*

Při petrofyzikálním vzorkování kolem Jeseníku byl zjištěn v plášti žulovského masívu výchoz rul se zvýšenou magnetickou susceptibilitou. Lokalita se nachází 1 km západně od Lázní Jeseník a 2 km jjv od kóty Studniční vrch (992 m n.m.), pod bývalou hájenkou, v zářezu cesty spojující Lázně Jeseník se sedlem Na Pomezí. Území bylo zevrubně studováno Chábem a Žáčkem (1994), kteří v rulách uvádějí tři minerální asociace, všechny s granátem. Horniny z výše zmíněného výchozu se vymykají obecně rozšířeným rulám v daném regionu jednak minerálním složením (jsou bez granátu a neobsahují draselný živce), jednak zastoupením rudních akcesorií. Z tohoto důvodu byla uvedená lokalita blíže mineralogicky sledována.

Horniny ve výchozu jsou výrazně zbrídlíčenaté, převládají partie monoschematické (s patrným živcem, křemenem a biotitem), místy se objevují světlé proužky a smouhy s převahou živce a křemene. Mikroskopický obraz je dán asociací křemen - plagioklas - biotit - cordierit - sillimanit. Rudní akcesorie obsahují místy až 8 objemových % plochy výbrusů. Níže diskutované analýzy zhotovil první z autorů (elektronový mikroskop CamScan s připojeným EDX analyzátozem AN 10000, při výpočtu použita ZAF korekce).

Plagioklas o složení $Or_{1-2} Ab_{67,4-69,7} An_{29,7-31,6}$ odpovídá bazickému oligoklasu až kyselému andezínu. K - živce nebyl identifikován. Biotit je výrazně hořečnatý ($X_{Mg} = 0,56 - 0,6$) a podle klasifikace uvedené v publikaci Deera, Howieho a Zussmana (1992) je průměrný bod 4 analýz blízký "eastonitu". Také cordierit i sillimanit mají index X_{Mg} vysoký (0,79 a 0,73), odlišný od rul studovaných Chábem a Žáčkem (1994). Zajímavé je chemické složení akcesorií: v zirkonu je poměr $Zr / Hf = 75,8 - 89,3$; monazity obsahují kolem 60 % LREE. z těžkých lanthanoidů je přítomen oxid Gd kolem 1,5 %, ThO_2 kolem 2,5 %. V churchitu (= vodnatý xenotim) převládají těžké lanthanoidy (suma oxidů Ho, Dy, Er a Gd = 12,8 %) nad LREE ($Sm_2O_3 = 0,9\%$). Rudní akcesorie tvoří pouze oxidické minerály. Výrazně převládají magnetit a hematit. První je vždy xenomorfni, obklopuje a uzavírá horninotvorné silikáty, druhý kromě obdobného vývinu neméně často tvoří také automorfni, na rozích mírně

zaoblená tabulkovitá individua, od nichž odbočují výběžky a žilečky podél štěpnosti do plagioklasu a biotitu. Všechna hematitová zrna obsahují velmi jemné kapičkovité až slzovité exsoluce ilmenitu (menší než 0,0015 mm). Rozpočtem analýz bylo zjištěno, že jde o "emulzi" 30 - 37 % ilmenitu v hematitu. Magnetit bývá jednak poměrně chemicky čistý (bez analyticky zjištěného titanu, pouze s nepatrným obsahem vanadu a manganu), jednak srůstá velmi intimně s ulvitom (28 - 30 % ulvitu). Vyskytuje - li se magnetit ve společných agregátech s hematitem, bývá kontaktní lem mezi oběma fázemi tvořen ilmenitem s 53 - 83 % pyrofanitové složky, spinelidem s výrazným podílem složky hercynitové, spinelové a gahnitové, méně i ulvitové a galaxitové, místy i s rutilem (s 0,5 % V_2O_5). Zjištěné srůstové jevy, exsoluční textury a chemismus jednotlivých fází bývá vysvětlován buď vlivem exo-kontaktních magmatogenních procesů, nebo rekrystalizací původního horninového protolitu při teplotách vyšších než 500°C (Lindsley ed. 1991). Oba případy jsou v dané oblasti možné.

Pro srovnání byly analyzovány i oxidické rudní akcesorie a horninotvorné minerály z dříve popsaného velmi podobného výskytu od České Vsi (lokalita Černý hřbet - Čermák - Fojt 1981). Ruly s obdobným složením jako na výše popsané lokalitě mají kyselejší plagioklas ($Or_{0-1} Ab_{77-78} An_{22}$), biotit s podstatně menším zastoupením hořečniku ($X_{Mg} = 0,23$) a sillimanit bez analyticky zjištěného Mg. Velmi výrazně zde převládá magnetit nad ilmenitem, hematit, kromě supergenního martitu, není přítomen vůbec. V magnetitu jsou velké i velmi jemné lištovité odmišleniny ilmenitu, které jsou provázeny při okrajích drobnými individui spinelidu. Magnetit obsahuje kolem 1,5 % TiO_2 , ilmenit má jen 7 - 13 % pyrofanitové složky. Spinelidové exsoluce jsou oproti výše popsaným z lokality od Jeseníku obohaceny hercynitovou složkou, mají menší podíly složky spinelové, galaxitové a ulvitové a shodují se přibližně v zastoupení podílu gahnitu. Vše nasvědčuje tomu, že jde o typické ruly pláště žulovského masívu, jak je charakterizovali Cháb a Žáček (1994).

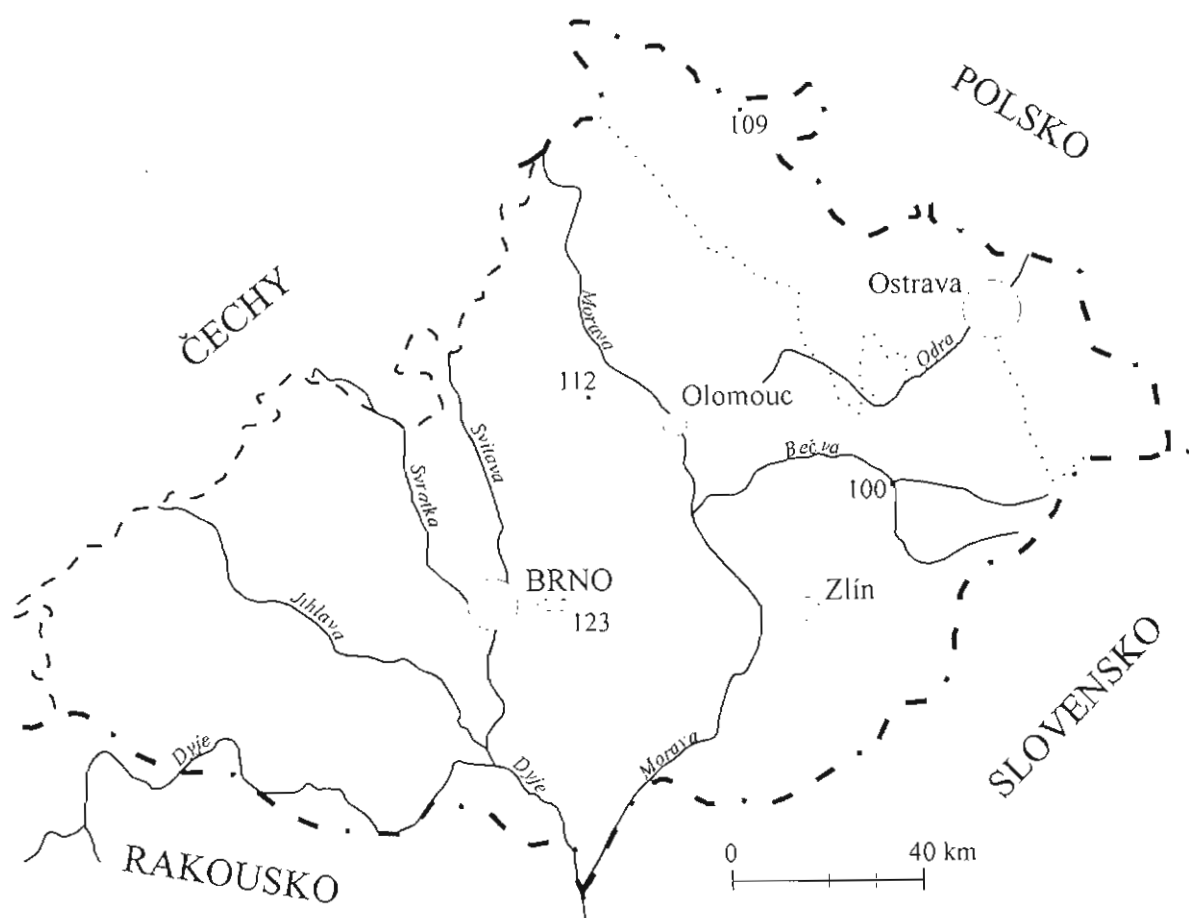
Nastíněná problematika obou výskytů je předmětem dalšího podrobnějšího zpracování.

Literatura:

- Čermák, F.- Fojt, B. (1981): Akcesorický magnetit ze sillimanitických rul od České Vsi u Jeseníku.- Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk., Geologica 3: 79-86. Brno.
- Deer, W. A. - Howie, R. A. - Zussman, J. (1992): Rock - Forming Minerals. - Essex. England.
- Cháb, J. - Žáček, V. (1994): Geology of the Žulová pluton mantle (Bohemian Massif, Central Europe). - Věst. Čes. geol. Úst., 69, 4:1-12. Praha.
- Lindsley, D. H., ed. (1991): Oxide minerals: Petrologic and magnetic significance. - Review in mineralogy, 25. Blacksburg, Virginia.

APLIKOVANÁ GEOLOGIE

APPLIED GEOLOGY



DOKUMENTACE SESUVŮ SPOJENÝCH S POVODNĚMI V ROCE 1997 V JESENICKÉ OBLASTI

Documentation of landslides connected with the floods in 1997 in the Jeseníky area

Jaroslav Aichler, Vratislav Pecina

Český geologický ústav, pracoviště Jeseník, Erbenova 348, 790 01 Jeseník

Key words: landslides, floods, water erosion, Jeseníky area

Abstract

Besides disastrous floods the extreme rains caused occurrence of landslides in the Jeseníky area, Northern Moravia, in the first decade of July 1997. Thirty five landslides documented by the Czech Geological Survey were mostly brought about by the lateral erosion of flooded rivers, by extreme drenching of Quaternary sediments, adverse geological and geomorphological situation or by negative influences of some human activities.

V souvislosti s katastrofálními záplavami počátkem července 1997 došlo v okresech Bruntál, Jeseník, Opava a Šumperk ke vzniku svahových pohybů. Český geologický ústav byl pověřen Ministerstvem životního prostředí ČR provést v postižených okresech rekognoskaci a základní dokumentaci zjištěných sesuvů a ve spolupráci s okresními úřady a orgány místní správy provést zařazení sesuvů do kategorií podle hrozícího rizika. Celkem bylo ve zmíněných okresech zdokumentováno 35 významnějších sesuvů, byla pořizena jejich fotodokumentace, základní geologická dokumentace, zakres do mapy a zjišťována další faktografie (Aichler - Pecina 1997).

Hlavní důvody vzniku sesuvů ve sledovaném území

K hlavním příčinám vzniku sesuvů na území uvedených čtyř okresů patří:

- a) boční eroze řek,
- b) podmáčení terénu,
- c) nepříznivá geologická situace,
- d) nepříznivé geomorfologické poměry,
- e) zásahy člověka do terénu.

Boční eroze řek v průběhu záplav počátkem července 1997 byla velmi častou příčinou sesuvů zvláště v horských a podhorských oblastech sledovaných okresů (např. sesuvy č. 3, 5, 6, 10, 11, 29). Zpravidla v nárazovém břehu řečiště došlo k obnažení paty svahů, často strmých, již dříve řekou modelovaných. Díky odlehčení paty svahu došlo k postupnému sesuvu svahových sedimentů, popř. i antropogenních navážek.

Podmáčení terénu způsobilo ve sledované oblasti sesuvy v několika případech. Největšího rozsahu byl sesuv č. 1 na Videlském sedle. Zde došlo díky anomálnímu podmáčení zalesněného terénu k sesuvu na ploše ca 300 x 150 m, horizontální pohyb sesuvu byl však jen řádu do 1 m. Podmáčení svahových sedimentů bylo důvodem sesuvu č. 7 ve Vernířovicích, kde vedle nepříznivé geologické situace (anomální mocnost svahových

sedimentů) a dlouhodobého přirozeného podmáčení strmého svahu došlo k dalšímu zvodnění svahových hlín svedením pramene.

K nepříznivým geologickým faktorům ve sledované oblasti patří především:

- 1) stavba skalního podloží
 - sklon převažujících foliací je subparalelní až paralelní s úklonem svahu
- 2) složení, mocnost a uložení sesutých sedimentů
 - prachovito-jilovité sedimenty,
 - střídání písčitých a jílovitých glacifluviálních sedimentů,
 - anomální mocnost svahových sedimentů,
 - nesoudržné antropogenní sedimenty navážky strusky (sesuv č. 11) či jiného odpadu (sesuv č. 3),
 - hojný výskyt plochých úlomků a suti (svory, ortoruly, fylity) v profilu deluvia podmiňující plochu odtržení sesuvu.

Ke zjištěným nepříznivým geomorfologickým faktorům patřil především strmý úklon svahu, daný přirozeným sklonem terénu nebo dřívějším erozivním působením boční eroze řeky.

Vedle vlastních geomorfologických a geologických důvodů, které společně s anomálním výskytem srážek byly faktory objektivními, se ve většině případů projevil negativní vliv zásahů člověka do terénu. Zde se jednalo především o:

- porušení průběhu svahu zářezem cesty,
- porušení paty svahu výkopem základů objektu,
- nezřízení nebo neudržování odvodňovacích, zařízení, např. na odlesněných plochách,
- zamokření terénu svedením pramene,
- nezpevnění nebo nedostatečné zajištění nárazových břehů vodních toků proti boční erozi.

Je nutno konstatovat, že nevhodné zásahy člověka do terénu a vodního režimu v sesuvy postižených oblastech a nedostatečné zajištění břehů řek proti erozi jsou významnými příčinami vzniku svahových pohybů.

V mnoha případech došlo ke kombinaci dvou či více nepříznivých faktorů.

Charakter zjištěných svahových pohybů

Podle klasifikace Nemčoka - Paška - Rybáře (1974) patří dokumentované sesuvy do základní skupiny svahových pohybů sesouvání, částečně ke stékání. Převažujícím typem zjištěných svahových pohybů byly případy patřící do skupiny sesouvání, a to sesouvání zemin podle rovinné smykové plochy (planární sesuvy) a podle složené smykové plochy (rotačně planární sesuvy). K typickým planárním sesuvům patří např. sesuv na Videlském sedle (č. 1), k rotačně planárním pak sesuv ve Strahovicích (č. 24).

Zcela ojediněle byl zjištěn sesuv, který byl částečně podmíněn lokálním řícením (sesuv č. 18), kdy podle dvou puklinových systémů došlo k rozpadu části skalního výchozu erlanů. Tento sesutý skalní materiál přispěl k zatížení a následnému sesuvu podmáčených deluviálních sedimentů.

Z dalších vedlejších kritérií pro klasifikaci svahových pohybů (Nemčok - Pašek - Rybář 1974) jsme využili kritérium klasifikace podle půdorysu na sesuvy proudového, plošného a frontálního tvaru. Ve sledované oblasti převažovaly sesuvy plošného tvaru, méně se vyskytly sesuvy proudové (např. sesuvy č. 17 a 35) a frontální (sesuvy č. 3 a 6).

Kategorizace sesuvů podle jejich rizika

Sesuvy byly zařazovány podle rizika do kategorií účelově sestavených Z. Hrochem a Z. Lochmannem (ČGÚ Praha).

Kategorie I (malé riziko) je představována sesuvy dočasně uklidněnými s možností obnovení svahových pohybů. Příčiny vzniku svahových pohybů dosud trvají, svahové deformace jsou sice převážně v klidu, ale pohyby se mohou znovu obnovit. Svahové pohyby bezprostředně neohrožují stabilitu staveb, komunikací, pozemků a vodních toků. Okamžitá technická sanace není nutná, sesuv je však třeba periodicky sledovat a na základě výsledků tohoto sledování teprve určit další kroky.

Do kategorie II (střední riziko) patří sesuvy stále aktivní, u kterých hlavní příčina vzniku svahových pohybů není odstraněna. Stále existuje nebezpečí ohrožení staveb, pozemků a vodních toků. Toto nebezpečí však není bezprostřední. Sanační práce je zde nutno realizovat v blízkém výhledu na základě výsledků předcházejícího sledování a vyhodnocení inženýrskogeologického průzkumu.

Kategorie III (vysoké riziko) zahrnuje svahové

pohyby, které jsou stále aktivní a nesou výrazné stopy čerstvosti tvarů deformace, povrch deformace je zamokřený. Svahové pohyby a sesuvné hmoty porušily stavby, komunikace, pozemky a vodní toky. Havarijní sanační práce je nutno realizovat okamžitě bez dlouhé projekční přípravy a složitých technických zabezpečovacích prací, zejména povrchovým odvodňováním a zemními terénními úpravami (zatěsněním zejících trhlin a zatěžovací lavice). Teprve na základě vyhodnocení úspěšnosti této havarijní sanace lze přistoupit k definitivnímu řešení, opírajícímu se o sledování a předchozí inženýrskogeologický průzkum.

Tato kritéria byla využita pro ocenění rizika spojeného se zjištěnými sesuvy. Na základě usnesení Vlády ČR č. 470 ze srpna 1997 byly uvolněny prostředky na pokrytí nákladů spojených s IG posouzením a průzkumem sesuvů kategorie III a pro jejich následnou stabilizaci.

Dva ze zjištěných sesuvů mohou rovněž představovat určité ekologické riziko, protože boční erozí a následným sesuvem byly obnaženy pohřbené či aplanované skládky (Loučná, Vrbno p. Pradědem). V těchto případech by mělo být průzkumnou organizací posouzeno riziko možné kontaminace, které může být spojeno s rozplavováním těchto skládek.

Závěr

V souvislosti s katastrofálními záplavami počátkem července 1997 došlo v okresech Bruntál, Jeseník, Opava a Šumperk ke vzniku svahových pohybů, většinou charakteru sesuvů. Český geologický ústav provedl z pověření MŽP ČR v postižených okresech rekonognoskaci a základní dokumentaci zjištěných sesuvů a ve spolupráci s okresními úřady a orgány místní správy jejich zařazení sesuvů do kategorií podle hrozícího rizika. Celkem bylo zatím zdokumentováno ve sledované oblasti 35 sesuvů. Celkem 8 sesuvů jsme zařadili do třídy III (nejvyšší riziko), 9 do třídy II a 18 do třídy I.

K hlavním důvodům vzniku sesuvů na sledovaném území patří boční eroze řek a podmáčení terénu. Byly sledovány hlavní nepříznivé geologické a geomorfologické faktory, které podmiňují vznik svahových pohybů. Nevhodné zásahy člověka do terénu a vodního režimu a nedostatečné zajištění břehů řek proti erozi byly častou příčinou vzniku zjištěných svahových pohybů.

I když oblast okresů Jeseník, Šumperk, Bruntál a Opava nepatří díky své geologické stavbě k typickým sesuvným oblastem, není možno ani zde jejich riziko vyloučit. Zvláště při budování nových silnic a cest a zakládání staveb ve svažitém terénu, u pat svahů nebo v terénu s větší geologickou predispozicí k sesuvům je nutno k tomuto riziku přihlížet a možným škodám předcházet vhodným technickým řešením staveb.

Literatura

- Aichler, J. - Pecina, V. (1997): Přehled sesuvů dokumentovaných na okresech Jeseník, Šumperk, Bruntál a Opava. - MS, ČGÚ. Praha
Nemčok, A. - Pašek, J. - Rybář, J. (1974): Dělení svahových pohybů. - Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. geol., 11, 77-97. Praha.

Číslo sesuvu	Okres / lokalita - místní název	Rozsah (m) š x d	Druh sesuvu	Ohrožené objekty	Kategorie ohrožení
	Jeseník				
1	Videlské sedlo	120 x 300	plošný sesuv svahových hlín	dvě lesní cesty a jedna asfaltová silnice	I.
2	Ceská Ves	50 x 30	plošný sesuv svahových hlín	dva rodinné domky se zahradami	III.
11	Pisečná - Studený Zejř	20 x 8	plošný sesuv navážky	jeden rodinný domek, komunikace	III.
12	Pisečná	25 x 8	plošný sesuv svahových hlín	komunikace	II.
13	Mikulovice (trať)	8 x 15	plošný sesuv svahových hlín	železniční trať	I.
14	Petrův (Tarabar)	20 x 5	plošný sesuv svahových hlín	objekt penzionu Tarabar	II.
15	Petrův (u kaple)	15 x 6	plošný sesuv svahových hlín	jeden rodinný domek	I.
16	Ramzová - Čerňava	180 x 20-35	plošný sesuv svahových hlín	lesní cesta	I.
17	Serák - hájovna Serák	1500 x 5-10	proudový sesuv svahových hlín	lesní silnice	I.
18	Serák - Vražedný potok	20 x 30	plošný sesuv svahových hlín	lesní silnice	I.
19	Kepník - s. svah	130 x 10-15	plošný sesuv svahových hlín	lesní cesta	I.
30	Ceská Ves, č.p. 17	70 x 20	frontální sesuv svahových hlín	komunikace, plynovod, jedna rekr. chalupa	III.
36	Jeseník, Březinova č.p. 398	25 x 15	plošný sesuv svahových hlín	zahradní domek, mládeže	II.
37	Cervenohorské sedlo	25 x 100	plošný sesuv svahových hlín	lesní cesta, sjezdovka	I.
	Bruntál				
3	Vrbno p. Pradědem	120 x 20	frontální sesuv svahových hlín	zahrádkářská kolonie	II.
20	Holčovice	35 x 10	plošný sesuv svahových hlín	žádné	I.
21	Janov	4 x 1,5	plošný sesuv svahových hlín	dva rodinné domky	I.
31	Ludvíkov	50 x 6	frontální sesuv svahových hlín	penzion a rodinný domek, komunikace	III.
33	Mnichov, č.p. 51	15 x 6	plošný sesuv svahových hlín	celoročně obývaná chalupa	II.
	Šumperk				
4	Branná - Františkov	70 x 15	plošný sesuv svahových hlín	malá vodní elektrárna	I.
5	Hanušovice	40 x 10	plošný sesuv svahových hlín	přerušena asfaltová komunikace	I.
6	Hanušovice	100 x 20	frontální sesuv svahových hlín	komunikace, plynovod, tlaková stanice	III.
7	Vernířovice	40 x 35	plošný sesuv svahových hlín	rekreační chata, řečiště Merty	III.
8	Vernířovice - Švagrov	70 x 60	plošný sesuv svahových hlín	rekreační středisko	II.
9	Vernířovice - Kosaře	20 x 90	plošný sesuv svahových hlín a haldy	řečiště Merty	I.
10	Loučná n. Desnou	65 x 6	frontální sesuv svahových hlín	žádné	I.
29	Branná	15 x 10	plošný sesuv svah. hlín a navážky	železniční trať, rekreační domek	III.
34	Vernířovice, č.p. 80	6 x 9	plošný sesuv svahových hlín	rekreační chalupa	I.
35	DI. Stráně - Turecké svahy	200 x 5	proudový sesuv	komunikace	I.
38	Vernířovice - Zadní Hutisko	200 x 4-10	proudový plošný sesuv haldy	lesní silnice	I.
	Opava				
22	Háj - Smolkov	60 x 6	frontální sesuv svahových hlín	komunikace	II.
23	Hlučín - Bobrovníky (silnice)	20 x 5	plošný sesuv hlín násypu silnice	komunikace	II.
24	Strahovice	15 x 6	plošný sesuv svahových hlín	komunikace, inženýrské sítě, rodinný domek	III.
25	Hlučín - Bobrovníky	40 x 5-15	plošný sesuv svahových hlín	lesní škola	I.
32	Strahovice, č.p. 64	20 x 20	plošný sesuv svahových hlín	rodinný domek	II.

Tab. 1 – Přehled sesuvů dokumentovaných v jesenické oblasti v r. 1997 (Aichler - Pecina 1997)

MÁ ROZPOUŠTĚNÍ „NOVÝCH POVRCHŮ“ GEOCHEMICKÝ VÝZNAM?

Is the dissolution of „fresh surfaces“ geochemically significant?

Jiří Faimon

Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Key words: fresh surface, quartz, model, reaction kinetics

Zrna minerálních fází, připravená pro laboratorní experimenty drcením větších fragmentů, reagují s vodnými roztoky mnohem rychleji než běžné povrchy těchto fází v přírodě. Tento závěr učinila celá řada autorů na základě porovnání hodnot kinetických konstant nalezených v laboratoři s hodnotami odhadnutými z terénních pozorování (např. Pačes 1983, Velbel 1992; 1993). Tento rozpor bývá vysvětlován odlišnou reakční kinetikou „nových povrchů“. Zvýšená reaktivita je spojována s porušením struktury povrchové vrstvy minerálu, ke které vedou extrémní podmínky při přípravě vzorku (drcení, mletí). Obecně se takovéto strukturální poruchy označují jako „povrchové defekty“ (Eggleston et al. 1989).

V této souvislosti se často upozorňuje na chyby, které vnikají při aplikaci laboratorně nalezených rychlostních konstant v modelech, popisujících reálné chování geologických systémů. O praktickém významu nových povrchů a jejich reakční kinetiky geologové pochybují. To podtrhuje častá řečnická otázka: „Jaké jsou přírodní povrchy, staré nebo nové?“ A očekává se logická odpověď: „Přece staré!“ Přesná odpověď však zní „staré i nové“. Při jakékoliv dezintegraci nebo abrazi minerální fáze musíme očekávat vznik *nových povrchů*.

Představme si geologické těleso, široké 20 m o mocnosti 5 m, ve kterém při tektonických pohybech vznikne

puklina. Celková plocha stěn pukliny A , zvětšená vlivem povrchových nerovností řekněme $5x$, bude činit $5 \times 2 \times 20 \times 5 \text{ m}^2$, celkem 1000 m^2 . Předpokládejme, že počáteční šířka pukliny d bude $\sim 0,1 \text{ mm}$ a že působením kapilárních sil se tato puklina rychle vyplní meteorickou vodou. Objem roztoků v puklině V (zanedbáme-li v tomto případě vliv nerovností) pak bude ~ 10 litrů. Uvažujme teď pro jednoduchost rozpouštění pouze *jedné minerální fáze* - např. křemene - a diskutujme na teoretickém modelu, jak bude chování celého systému ovlivněno *vlastnostmi povrchu*.

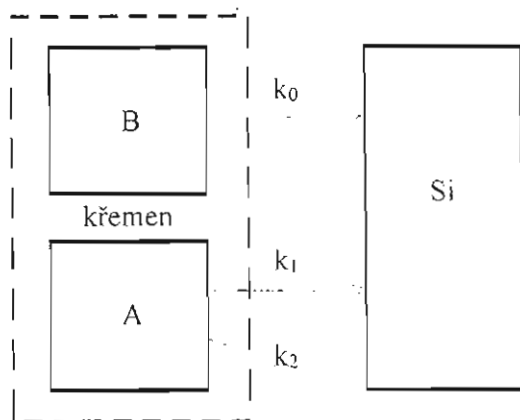
Matematický model bude sestávat ze dvou hlavních rezervoárů - křemene a roztoku, přičemž rezervoár křemene bude složen ze dvou dílčích rezervoárů: z křemene se starým povrchem a z povrchových defektů. Ty můžeme pro snazší představu chápat jako „snadno rozpustný křemen“ z narušené povrchové fáze. Výměnné toky Si budou kvantifikovány rychlostními konstantami k_0 , k_1 a k_2 (obr.1).

Výměnný mechanismus necht' odráží vliv heterogenní nukleace, kdy rychlost růstu tuhé fáze závisí na velikosti plochy primárního povrchu. Tok křemíku (ve formě kyseliny křemičité) z tuhé fáze do roztoku pak bude úměrný celkové ploše tuhé fáze $A \text{ [m}^2\text{]}$ a množství snadno rozpustného Si z povrchových defektů $B \text{ [mol]}$. Tok Si zpět z roztoku na křemen bude úměrný ploše A a koncentraci kyseliny křemičité v rezervoáru. Přírůstek kyseliny křemičité v rezervoáru (výsledný tok) pak vyjadřuje diferenciální rovnice

$$+ \frac{dSi}{dt} = k_0 B + k_1 A - k_2 A \frac{Si}{V}, \quad (1)$$

kde Si/V je koncentrace kyseliny křemičité v mol/l, A je plocha povrchu v m^2 . k_0 , k_1 a k_2 jsou rychlostní konstanty, kvantifikující toky Si z povrchových defektů, starého povrchu a z roztoku zpět na křemen. Pro úbytek snadno rozpustného Si v rezervoáru B platí

$$- \frac{dB}{dt} = k_0 B \quad (2)$$



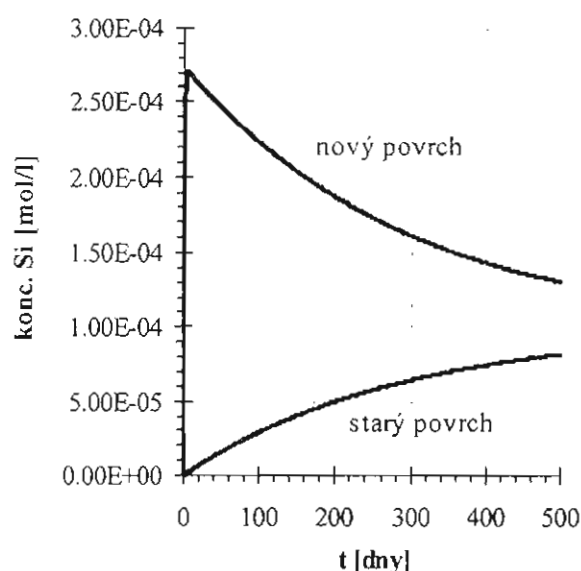
Obr. 1- Kinetický model rozpouštění minerální fáze, tvořený třemi rezervoáry a výměnnými toky. A představuje tuhou fázi, vyjádřenou starým povrchem křemene. B je rezervoár „povrchových defektů“. Si je rezervoár kyseliny křemičité. k_0 , k_1 a k_2 jsou rychlostní konstanty

Řešení systému rovnic (1) a (2) za předpokladu konstantní plochy A během procesu a nulové počáteční koncentrace Si , vede k výrazu:

$$[Si] = \frac{k_1}{k_2} \left(1 - e^{-\frac{k_2 A}{V} t} \right) + \frac{k_0 B_0}{k_0 V - k_2 A} \left(e^{-\frac{k_2 A}{V} t} - e^{-k_0 t} \right), \quad (3)$$

kde $[Si]$ je koncentrace roztoku v mol/l a B_0 je počáteční množství snadno rozpustného křemene.

Jestliže uvažujeme pouze vliv *starého povrchu*, pak bude $B_0 = 0$. Hodnoty rychlostních konstant můžeme volit např. $k_1 \sim 10^{-9}$ mol.m⁻².den⁻¹, resp. $k_2 \sim 10^{-5}$ l.m⁻².den⁻¹ (Rimstidt - Barnes 1980). Výsledná vypočtená závislost $[Si]$ na čase je vynesena na obr. 2. Jak je vidět, starý povrch křemene se rozpouští velice pomalu a systém *směřuje přímo k rovnováze* odpovídající koncentraci $[Si] = 1 \cdot 10^{-4}$ mol/l.

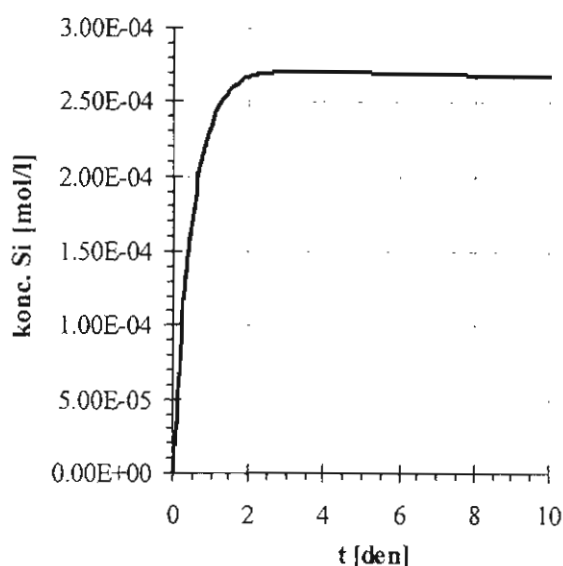


Obr. 2 - Rozpouštěcí kinetika křemene s novým a starým povrchem

Jestliže připustíme, že *povrch tělesa v puklině je „nový“*, pak $B_0 \neq 0$ a musíme uvažovat další tok $k_0 B_0$ z porušené struktury do roztoku. Celkový obsah „snadno rozpustného křemene“ na novém povrchu (1000 m²)

můžeme odhadnout na 10^{-3} molu (~ 6 atomů Si na 10 nm²) a rychlostní konstantu $k_0 \sim 1,8$ den⁻¹ (Faimon 1998). Výsledná kinetika uvolňování Si z křemene za těchto podmínek je uvedena rovněž na obr. 2. Detailní průběh v prvních dnech interakce ukazuje obr. 3.

Jak je vidět z teoretických průběhů kinetických křivek, *prosté rozpouštění* nového povrchu vede velice rychle téměř k *trojnásobnému přesycení* a k *růstu nové fáze*. V minulosti se předpokládalo, že vznik přesycení souvisí výhradně s rychlou *změnou* některých parametrů systému, ať už chemických (aktivity látek, pH, Eh) nebo fyzikálních (T, p). Po mechanismu, vysvětlujícím přesycení jako důsledek celkové kinetiky ireverzibilního rozpouštění primárních fází a precipitace fází sekundárních (viz např. Lasaga 1981), je tak „rozpouštění povrchových defektů“ dalším principiálním mechanismem vzniku přesycených roztoků. Interakce nových povrchů a vody může probíhat



Obr. 3 - Rozpouštěcí kinetika křemene s novým povrchem v prvních dnech interakce. Od zhruba 3. dne je směrnice křivky záporná, což je projevem převažujícího růstu nové fáze

na pozadí nejrůznějších geologických jevů a může se výrazně uplatňovat jak v zóně supergeneze, tak např. při některých metamorfních procesech.

Literatura

- Eggleson, C.M. - Hochella, Jr. M.F. - Parks, G.A. (1989): Sample preparation and aging effects on the dissolution rate and surface composition of diopside. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 53, 797-804.
- Faimon, J. (v přípravě): Dissolution and growth kinetics of quartz. -
- Lasaga, A.C. (1981): Rate laws of chemical reactions. In: *Kinetics of Geochemical processes*, Lasaga, A.C. & Kirkpatrick, R.J. eds., - *Reviews in mineralogy*, 8, 1-68.
- Pačes, T. (1983): Rates constants of dissolution derived from the measurements of mass balance in hydrologic catchments. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47, 1855-1863.
- Rimstidt, J.D., Barnes H.L. (1980): The kinetics of silica-water reactions. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 44, 1683-1699.
- Velbel, M.A. (1992): Geochemical mass balances and weathering rates in forested watersheds of the southern blue ridge. III. Cation budgets and the weathering rate of amphibole. - *Amer. J. Sci.*, 292, 58-78.
- Velbel, M.A. (1993): Constancy of silicate-mineral weathering-rate ratios between natural and experimental weathering: implications for hydrologic control of differences in absolute rates. - *Chem. Geol.*, 105, 89-99.

ROZMĚRY KINETICKÝCH KONSTANT A ROVNOVÁHA

Units of the kinetic constants versus equilibrium

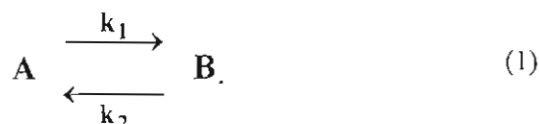
Jiří Faimon

Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Key words: units, kinetics, equilibrium, model

Po období v 50.-70. letech, kdy při studiu geologických systémů měla rozhodující slovo rovnovážná termodynamika, se na popis geologických procesů stále častěji aplikuje kinetika. Geologové při kinetických úvahách občas podléhají ne zcela přesnému tvrzení, že poměr kinetických konstant je roven rovnovážné konstantě. V odborné literatuře se ve prospěch této teze často argumentuje následující úvahou (viz např. Lasaga 1981):

Mějme jednoduchý reverzibilní proces



Jestliže $[A]$ a $[B]$ jsou molární koncentrace, pak pro dílčí rychlosti procesu v_1 (dopředná rychlost) a v_2 (zpětná rychlost) platí

$$v_1 = k_1[A], \quad (2)$$

resp.

$$-v_2 = k_2[B]. \quad (3)$$

Za rovnováhy je výsledná rychlost procesu $v = v_1 + v_2$ nulová. Pak

$$k_1[A] = k_2[B], \quad (4)$$

a tedy

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[B]}{[A]}. \quad (5)$$

Rovnováhu procesu lze vyjádřit rovnovážnou konstantou

$$K = \frac{a_B}{a_A}. \quad (6)$$

Za předpokladu jednotkových aktivitních koeficientů platí

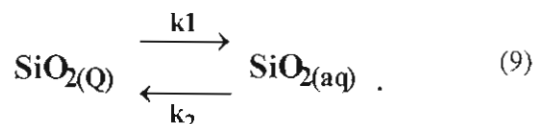
$$K = \frac{[B]}{[A]}. \quad (7)$$

Z toho se vyvozuje, že platí i

$$\frac{k_1}{k_2} = K. \quad (8)$$

Tato rovnost však neplatí obecně, ale jen za zcela konkrétních podmínek.

Diskutujme tento problém na jednoduchém modelu rozpouštění a růstu křemene. Celý proces lze vyjádřit rovnicí



Pro dílčí rychlosti v_1 (rozpouštění) a v_2 (růst křemene) lze psát

$$v_1 = +d[\text{SiO}_2(aq)]/dt = k_1 A_Q, \quad (10)$$

resp.

$$-v_2 = -d[\text{SiO}_2(aq)]/dt = k_2 A_Q [\text{SiO}_2(aq)], \quad (11)$$

kde A_Q je celková povrchová plocha křemene a $[\text{SiO}_2(aq)]$ je koncentrace kyseliny křemičité. Výsledná rychlost v je rovna

$$v = d[\text{SiO}_2(aq)]/dt = k_1 A_Q - k_2 A_Q [\text{SiO}_2(aq)]. \quad (12)$$

Za rovnováhy $v = 0$, a tedy

$$\frac{k_1}{k_2} = [\text{SiO}_2(aq)]. \quad (13)$$

Poměr kinetických konstant k_1/k_2 tedy vyjadřuje rovnovážné složení systému. K podobnému závěru musíme dojít i po integraci rychlostního zákona (12).

Pro časovou závislost $[\text{SiO}_2(aq)]$ platí

$$[\text{SiO}_2(aq)] = \frac{k_1}{k_2} \left(1 - e^{-k_2 A_Q t} \right), \quad (14)$$

v čase $t \rightarrow \infty$ je koncentrace

$$[\text{SiO}_2(aq)] = \frac{k_1}{k_2}. \quad (15)$$

Systém směřuje ke stavu, kdy koncentrace roztoku odpovídá poměru kinetických konstant k_1/k_2 .

Pro rovnovážnou konstantu v systému křemen/voda (za předpokladu jednotkové aktivity tuhé fáze) platí:

$$K = a_{\text{SiO}_2(\text{aq})} = 10^{-4} \quad (16)$$

Jak je vidět, K i poměr k_1/k_2 vyjadřují rovnovážné složení systému. Zatímco však rovnovážná konstanta K je bezrozměrná a platí pro aktivity látek, kinetické konstanty lze vyjadřovat v libovolných jednotkách látkového množství a času. Jestliže proces (1) představuje homogenní systém, pak rozměry obou kinetických konstant budou ve shodných jednotkách [čas^{-1}] a poměr konstant bude bezrozměrný. Číselně se pak podíl k_1/k_2 bude vždy rovnat - bez ohledu na rozměry kinetických konstant - rovnovážné konstantě K . Jestliže bude stechiometrie procesu složitější a suma stechiometrických koeficientů $\sum \nu_i \neq 0$ (viz. např. proces $A = 2B$), nebo pokud bude proces heterogenní, pak

poměr kinetických konstant nebude bezrozměrný a logicky musí záviset na rozměrech použitých kinetických konstant. Pokud použijeme pro výpočet $[\text{SiO}_2(\text{aq})]$ konstanty $k_1 = 10^{-13.4} [\text{mol.l}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}]$ a $k_2 = 10^{-9.4} [\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}]$ (Rimstidt - Barnes 1980), pak poměr k_1/k_2 bude roven $10^{-4} \text{mol.l}^{-1}$. To číselně odpovídá hodnotě rovnovážné konstanty pro rovnováhu křemen/voda. Jestliže však použijeme ekvivalentních hodnot, např. $k_1 = 10^{-13.46} [\mu\text{mol.l}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{den}^{-1}]$ a $k_2 = 10^{-4.46} [\text{m}^{-2}.\text{den}^{-1}]$, pak poměr k_1/k_2 bude roven $100 \mu\text{mol.l}^{-1}$. To sice odpovídá rovnovážné koncentraci, avšak liší se o několik řádů od rovnovážné konstanty! Číselně tedy bude poměr k_1/k_2 odpovídat rovnovážné konstantě K jen tehdy, pokud látkové množství v rozměru kinetických konstant bude vyjádřeno v molech. Jestliže na základě principu detailního vyvážení (viz. Lasaga 1981) počítáme kinetickou konstantu, např. k_2 , ze známé hodnoty k_1 a rovnovážné konstanty K , můžeme se snadno dopustit chyb, pokud bedlivě nesledujeme - a nebo dokonce přesně neznáme - rozměry použité kinetické konstanty k_1 .

Literatura

- Lasaga, A.C. (1981): Rate laws of chemical reactions. - In: Kinetics of Geochemical processes. Eds.: Lasaga, A.C. & Kirkpatrick, R.J. - Reviews in mineralogy, 8, 1-68.
Rimstidt, J.D. - Barnes, H.L. (1980): The kinetics of silica-water reactions. - Geochim. Cosmochim. Acta, 44, 1683-1699.

TEKTONICKÉ MIKROZEMĚTŘESENÍ OD VALAŠSKÉHO MEZIRÍČÍ Z 1. 5. 1997

Tectonic micro-earthquake from Valašské Meziříčí, 1.5.1997

Josef Havíř, Zuzana Skácelová

Ústav fyziky Země, PřF MU Brno, Ječná 29a, 612 46 Brno

(25-14 Valašské Meziříčí)

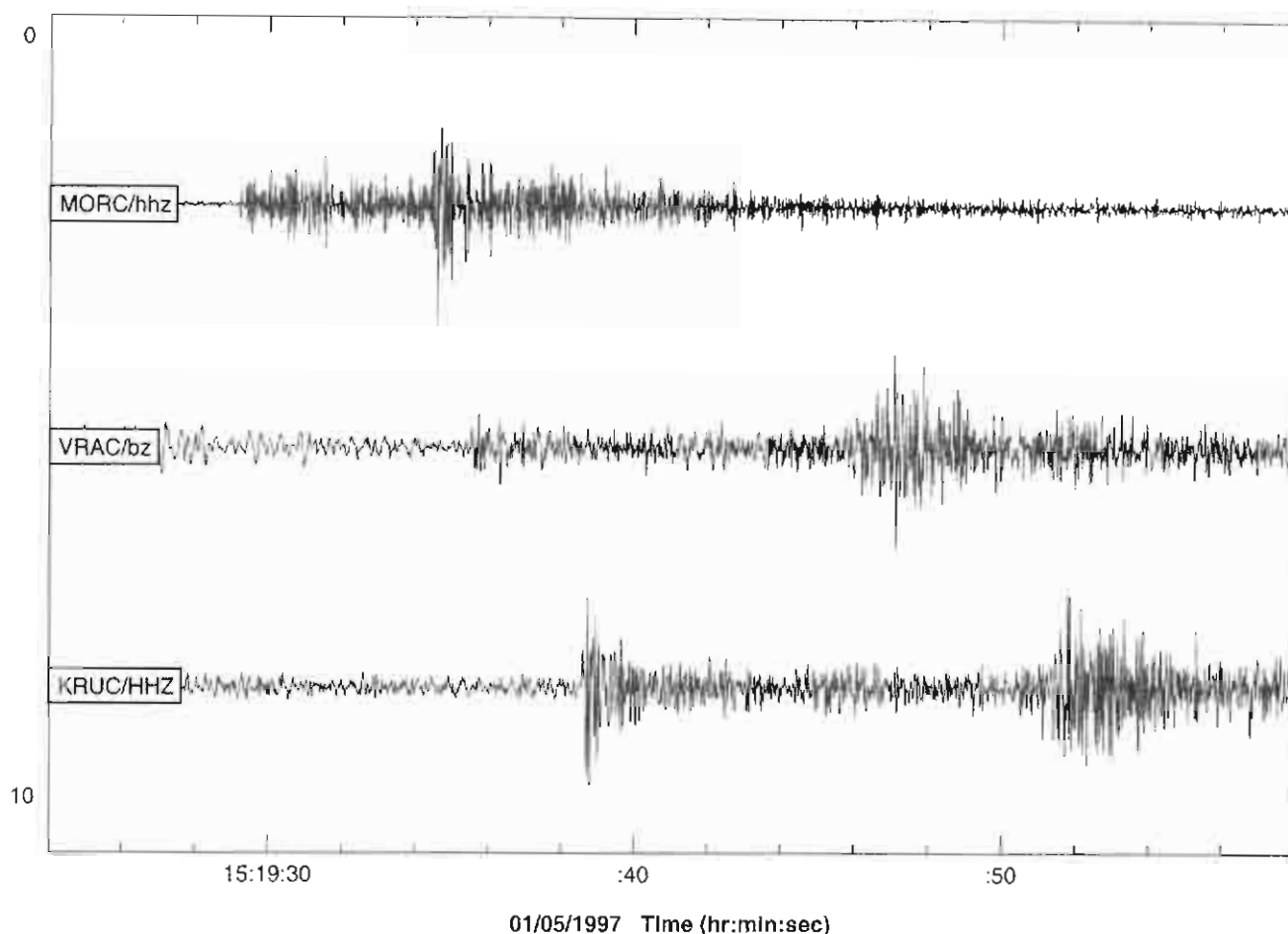
Key words: earthquake, contact area of the Bohemian Massif and the West Carpathians, Valašské Meziříčí

V rámci studia recentní tektonické aktivity na v. okraji Českého masívu vzbudila v minulém roce pozornost registrace slabého lokálního tektonického otřesu z širšího okolí Valašského Meziříčí (obr. 1), tedy z regionu rozhraní vnějších karpatských příkrovů a v. svahu Českého masívu. Do tohoto regionu byla řazena také série devíti otřesů, které byly registrovány 9.8.1994 v průběhu pouhých tří hodin na stanicích MORC (Červená u Libavé) a VRAC (Vranov u Brna), provozovaných Ústavem fyziky Země a na stanicích Frenštátského polygonu, provozovaných Ústavem

geoniky AV ČR (Havíř - Skácelová 1996, Kaláb 1994). Všechny otřesy ze série z roku 1994 pocházely přibližně z jednoho místa, jejich epicentrum bylo kladeno původně do širšího okolí Valašského Meziříčí. Nyní po přehodnocení seismologických dat se ovšem zdá správnější lokalizace těchto starších jevů západněji, a to až do j. okolí Hranic na Moravě, ještě před čelo vnějších karpatských příkrovů.

Ojedinelý otřes, zaregistrovaný 1.5.1997 zcela jednoznačně nepochází ze stejného místa, jako otřesy ze série z roku 1994. Zřetelně větší rozdíly v časech příchodů

Carpatian nappes - Hostyn Hills



Obr. 1- Filtrovaný záznam lokálního tektonického otřesu z 1.5.1997 lokalizovaného do okolí Valašského Meziříčí

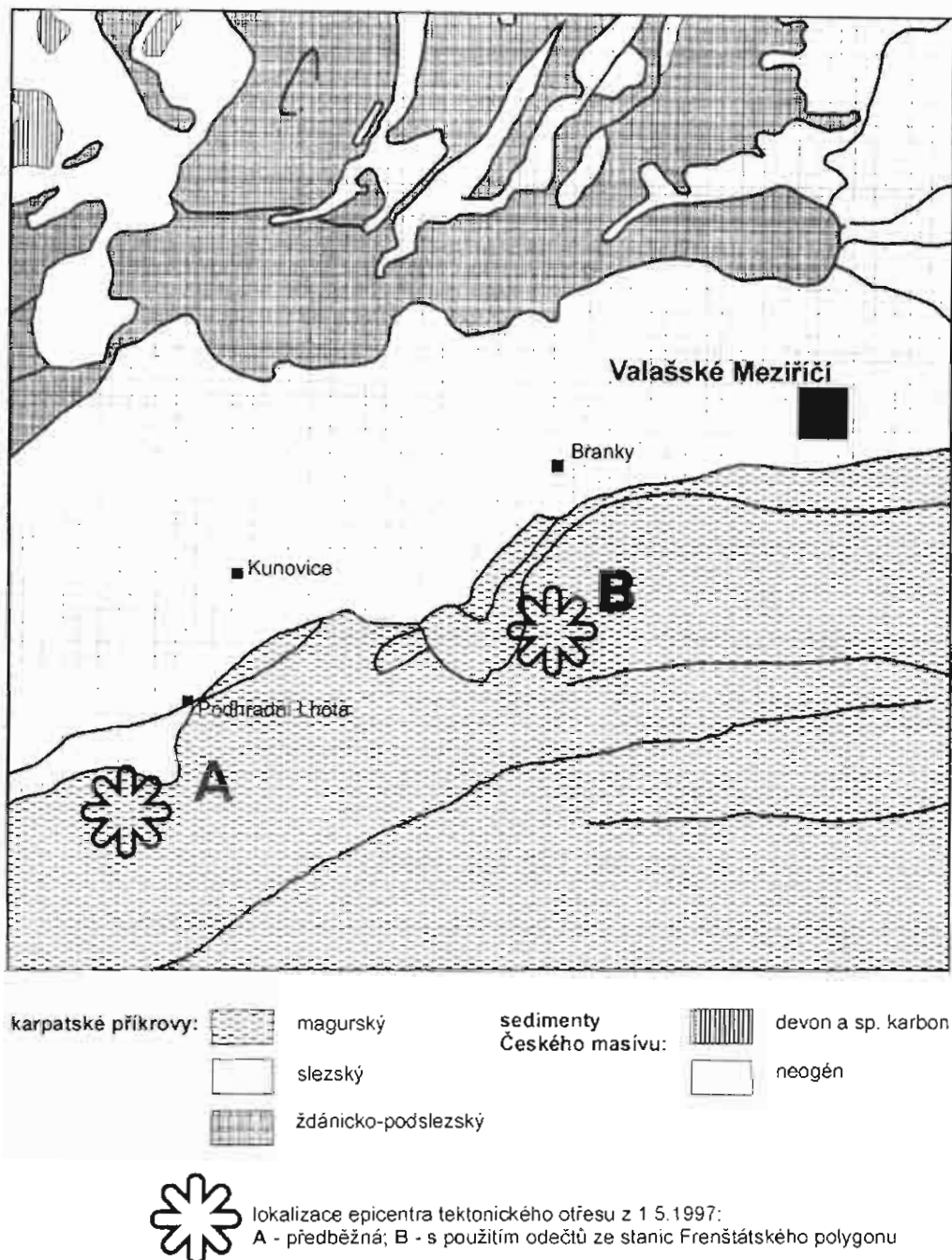
Pg a Sg vln ukazují oproti starším tektonickým otřesům větší vzdálenosti jak od stanice MORC, tak i od stanice VRAC. První předběžná lokalizace, založená pouze na odečtech časů příchodů seismického signálu na seismologických stanicích provozovaných Ústavem fyziky Země, kladla epicentrum jevu do blízkosti Kelčského Javorníku (865 m) v Hostýnských vrších. Tektonický otřes byl ovšem zaznamenán také na blízkých stanicích Frenštátského polygonu. V druhé fázi byly tedy do lokalizace zahrnuty také odečty časů příchodů seismického signálu na stanici Frenštátského polygonu. Nový výpočet lokalizoval epicentrum tektonického otřesu z 1.5.1997 do blízkosti Valašského Meziříčí (souřadnice: 17.905 v. d. a 49.415 s. š. viz obr. 2).

Epicentrum jevu z 1.5.1997 spadá na rozhraní račanské jednotky magurského příkrovu a příkrovu slezského. Obě jednotky náleží k vnějším karpatským příkrovům. Je však třeba upozornit na poměrně malou mocnost karpatských příkrovů v tomto regionu. Vrt NP-518 u Valašského Meziříčí navrtal pod slezským příkrovem autochtonní sedimenty v platformním pokryvu Českého masívu na svahu podbeskydské deprese v hloubce 2457 metrů (Jurková 1977). Oproti tomu západněji umístěný vrt Branky-1 zastihl autochton Českého masívu již v hloubce 378 m. Výrazně menší mocnosti vnějších karpatských

příkrovů oproti vrtu NP-518 byly zjištěny také v dalších vrtech s. a sv. od Valašského Meziříčí.

Malá mocnost vnějších karpatských příkrovů, jen několik set metrů, a její prudké zvětšení u Valašského Meziříčí je patrná také ze seismických profilů (viz Menčík - Pěsl - Plička 1979). Tento poměrně náhlý skok, podle Jurkové (1979) o 1500 m na délce 6 km, je vysvětlován výraznou východozápadní poklesovou strukturou (zlomem či ohybem), označovanou také jako súlovský či rožnovský zlom. Další důležitou tektonickou poruchou ovlivňující u Valašského Meziříčí jednotky Českého masívu pod karpatskými příkrovy je z. okrajový zlom hornoslezské uhelné pánve směru S-J až SSV-JJZ.

Lokalizace tektonického otřesu z 1.5.1997 poskytl informaci nejen o souřadnicích epicentra, ale také o přibližné hloubce hypocentra tohoto jevu. Hloubka hypocentra dosahuje hodnot zhruba 28 km. Tato skutečnost ukazuje na tektonické pohyby hluboko v krystaliniku východního svahu Českého masívu. Je obtížné dávat otřes do souvislosti s případnou seismotektonickou aktivitou nějaké konkrétní struktury. Nicméně, jak bylo zmíněno výše, výsledky vrtného a seismického průzkumu ukázaly ve zjištěné epicentrální oblasti existenci významných tektonických struktur, ať již přímo zlomů, či jen ohybů.



Obr. 2 - Plánek lokalizace epicentra lokálního tektonického otřesu z 1.5.1997

Literatura

- Havíř, J. - Skácelová, Z. (1996): Tektonické otřesy na východním okraji Českého masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 4-8. Brno.
- Jurková, A. (1977): Geologický profil vrtu Valašské Meziříčí NP 518. - Sborník GPO, VII, 14, 43-71, Ostrava.
- Jurková, A. (1979): Konfrontace geologické stavby neoidního a variského strukturního patra v moravskoslezských Beskydech a jejich předhůří. - In.: Mahel M. (ed.): Tektonické profily Západních Karpát, 31-35. Bratislava.
- Kaláb, Z. (1994): Seismická frenštátské oblasti - aktuální dodatek. - Sborník referátů z reg. konference seismologů „inženýrská seismologie“ 10.5.1994. Ostrava.
- Menčík, E. - Pesl, V. - Plička, M. (1979): Příspěvek k poznání tzv. prohýbu epivariské platformy v podloží vnějších Karpát. - In.: Mahel M. (ed.): Tektonické profily Západních Karpát, 15-23. Bratislava.

CHARAKTERISTIKA JEVŮ ZPŮSOBENÝCH EXTRÉMNÍMI SRÁŽKAMI V ROCE 1997 NA VSETÍNSKU: NÁVRHY ŘEŠENÍ ZPŮSOBENÝCH ŠKOD

Characteristics of phenomena caused by extreme precipitations in 1997 in the Vsetín district: proposal for solution of the formed damages

Karel Kirchner¹, Oldřich Krejčí²

¹Ústav geoniky AV ČR, pobočka Brno, Drobného 28, P. O. Box 23, 613 00 Brno

²Český geologický ústav, pobočka Brno, Leitnerova 22, 602 00 Brno

(25-14 Valašské Meziříčí, 25-23 Rožnov p. R., 25-32 Zlín, 25-41 Vsetín, 25-34 Luhačovice, 25-43 Púchov)

Key words: *flysch, geomorphology, flood, landslides, weathering, engineering exploration*

Úvod

Mimofádně intenzivní srážky zasáhly první červencový víkend rozsáhlé oblasti severní a střední Moravy i východních Čech. Vysokých hodnot dosahovaly dešťové přívaly v karpatské oblasti Moravy v hornatých okresech Frýdek-Místek, Nový Jičín a Vsetín. Intenzivní srážky začaly v sobotu 5. července a pokračovaly téměř kontinuálně až do úterý 8. července, teprve ve středu nastalo zlepšení počasí a bylo polojasno. Na Lysé hoře napadlo v neděli 6. 7. 234 mm srážek. Za čtyři kritické dny bylo naměřeno ve Valašském Meziříčí 365,3 mm a v Rožnově pod Radhoštěm 388,5 mm srážek. Rybář a kol. (1997) uvádějí nejvyšší ověřenou hodnotu z období od 4. do 9. července 617 mm u vodní nádrže Šance. Tyto hodnoty více jak čtyřnásobně převyšují průměrné srážkové úhrny pro měsíc červenec. Např. v Rožnově p. R. napršelo v měsíci červenci 549,6 mm, což je 60% ročního průměru. Nelze vyloučit, že k nejvyšším hodnotám srážkové činnosti došlo v místech širšího okolí přehrady Bystřička, kde však neexistují měřicí zařízení registrovaná ČHMÚ. Maximální koncentrace sesuvných jevů v tomto území tomu však napovídá, stejně jako neověřená svědectví místních obyvatel (ca až 700 mm?). Podle údajů Unie pro řeku Moravu, která historicky zpracovává dostupná data i z minulého století, naměřené úhrny srážek a průtoky v řekách v roce 1997 zdaleka přesáhly všechny dosud známé hodnoty.

Vytrvalé srážky v rozsáhlém hornatém území vedly k rozvodnění malých potoků i větších řek, kde došlo k povodním s katastrofálními následky. Na horních tocích karpatských řek začaly povodně pustošivé dlo již v neděli 6. července večer a pokračovaly postupně až do poloviny dalšího týdne. Zatímco v korytech vodních toků probíhaly intenzivní až katastrofické procesy erozní i akumulační, začínaly se na příkrých horských svazích aktivovat mohutné svahové pohyby, na mnoha lokalitách a s velkou destruktivní silou začalo působit sesouvání, méně skalní řízení a bahnotoky.

Geologické podloží karpatské části Moravy vykazuje velmi příznivé podmínky pro vznik a rozvoj sesouvání. Je tvořeno druhohorními a třetihorními komplexy flyšových hornin, v nichž se střídají vrstvy jílovců, piskovců. Srážkovou vodu tyto horniny málo propouštějí, dochází rychle k nasycení jejich povrchové vrstvy. Uložení vrstev a tektonická rozpukanost též podmiňují vytváření ploch nespojitosti, odlučnosti, podél kterých dochází k sesuvným pohybům. Rovněž svahové hlinitokamenité, hlinitojílovité a hlinitopísčité sedimenty a dále mocná nepevněná eluvia flyšových hornin jsou vhodným materiálem k rozvoji svahových pohybů. Příhodné přírodní podmínky vedly již v minulosti ke vzniku mnoha sesuvů a formování rozsáhlých sesuvných území, které jsou výjimečnými událostmi aktivizovány. Právě extrémní srážky prvního červencového víkendu aktivovaly řadu starých sesuvů a vedly i ke vzniku nových, často s negativními dopady na krajinu a její infrastrukturu.

Na základě požadavku a v úzké koordinaci s referáty životního prostředí a regionálního rozvoje Okresního úřadu Vsetín jsme měli možnost podílet se na zpracování svahových pohybů, zejména sesouvání, v rámci okresu Vsetín, kde tyto pohyby dosáhly značného rozsahu, vedoucího až k ohrožení osob a majetku. V okresu Vsetín bylo registrováno více jak 250 lokalit s rozvojem svahových pohybů. Velké množství sesuvů, často plošně rozsáhlých, se vyskytuje v katastrech obcí Mikulůvka, Růžďka, Malá Bystřice, Bystřička, Velká Lhota, ale i na území Vsetína a Valašského Meziříčí. Doposud nebyly zaznamenány všechny lokality svahových pohybů a je pravděpodobné, že se jejich počet ještě zvýší. Například při inženýrsko-geologickém mapování v měřítku 1:10 000 mezi j. okrajem Valašského Meziříčí a soutokem Vsetínské Bečvy a Bystřičky zjistili Rybář a kol. (1997) celkem 120 sesuvů, z toho přes 60 % nově aktivovaných. Lze odhadovat, že celkem bude na území okresu Vsetín zaregistrováno přes 500 sesuvných území. Není předmětem našeho příspěvku podrobně rozebírat jednotlivé lokality a typy svahových pohybů, upozorníme pouze na hlavní vlivy sesuvných

pohybů v krajině okrese Vsetín a naznačíme možné příčiny jejich vzniku a rozvoje. Svahové pohyby se začaly aktivovat a projevovat již v pondělí 7. července, na jejich intenzitu měly rovněž vliv i hojné srážky v období 18. až 20. července, kdy se rovněž zvyšovaly hladiny vodních toků v okrese Vsetín. V závěru se zmíníme i o škodách, způsobených vysokými průtoky v řekách a potocích.

Historie výzkumu a průzkumu sesuvných území v ČR a na okrese Vsetín

Vznik četných sesuvů či jejich aktivizace v souvislosti s vysokými srážkovými úhrny jsou známy od nepaměti. V minulých stoletích docházelo během přívalových dešťů a s nimi spojenými mohutnými sesuvy i na území ČR k obětem na životech řádu mnoha stovek obyvatel. Velké oběti na životech byly zapříčiněny především neexistencí komunikačních prostředků a nedostatkem vhodné záchranné techniky. Přehled takových událostí je dán například v historickém katalogu sesuvných jevů Špürka a kol. (1972) a v práci Rybáře a kol. (1997). Je samozřejmé, že historicky dobře dokumentované sesuvné kalamity jsou známy především z trvale hustě obydlených míst (Praha a okolí, západní a severní Čechy).

Prvním dokumentovaným plošným sesuvem na území ČR je lokalita Chrochovice-Krásný Studenec, kde byly zjištěny svahové pohyby v roce 1736. V roce 1770 bylo registrováno celkem 13 sesuvů v okolí Ústí n. Labem a Děčína. Skalní řízení bloků však bylo zaregistrováno již v roce 1132 v Praze - Chuchli. Pro sesuvné jevy je dále typické časté opakování pohybů na stejných lokalitách. Například v Praze došlo v letech 1897-1965 na stejné lokalitě 8 x ke vzniku sesuvů, stejně jako v Ústí nad Labem v letech 1767-1959 a ve Stranné (Žatec) v letech 1820-1900.

Území okrese Vsetín, ale i celých flyšových Karpat, leželo poněkud stranou od hustého osídlení a počínajících průmyslových aktivit, spojených např. se stavbou železnic, které vyžadovaly určitý průzkum území. Prvním vědecky zdokumentovaným sesuvem je na okrese Vsetín z roku 1919 lokalita Hošťálková (Záruba 1922-23). Jedná se o plošný sesuv svahových sutí soláňského souvrství s délkou 750 m a šířkou 200-350 m. Svědecky ověřená rychlost pohybu sesuvu činila 710 m za hodinu. Bylo zničeno 6 chalup pasekářů a přehrazením potoka čelem sesuvu vzniklo drobné jezírko.

Dalším rozsáhlým sesuvným územím, dokumentovaným na okrese Vsetín, jsou lokality Lidečko (Burkhardt - Plička 1967) a Oznice (Burkhardt - Liškutínová - Plička 1972). V prvním případě se jedná o rozsáhlé území (300 x 200 m) s bloky pískovců luhačovických vrstev s. od vrcholu Kopce. Je to hluboce založený kerný sesuv s výskytem pseudokrasových jevů, především drobných jeskyní a propastí. Sesuv v Oznici vznikl v roce 1967 v újezdských vrstvách zlínského souvrství a je strukturně podmíněn. Dosahuje délky 450 m a šířky až 200 m. Rychlost pohybu srovnává obyvatel osady Na pasekách, který se v kritické době nacházel na těle

sesuvu, s rychlostí normální chůze. Sesuv vznikl na brachysynklinálním uzávěru vrstevních ploh.

Skutečné nebezpečí sesuvných území v moravských Karpatech bylo rozpoznáno během rozsáhlých staveb, převážně přehrad. Tyto stavby si vyžádaly průzkum sesuvných území nebyvalého rozsahu. Jedná se především o přehradu na Stanovnici v Karolince a Šance v Ostravici. Průzkumem sesuvu nad sklárnami v Karolince, který může být zvodňován z přehrady na Stanovnici skrz úzký lůbet, byl zjištěn vrtním a geofyzikálním průzkumem zcela výjimečný hloubkový dosah svahových pohybů. Byly zjištěny 3 mohutné kry a hloubka hlavní odlučné plochy je hluboko ve skalním podkladu a dosahuje při čele až 70 m (např. Woznica 1977). Sesuv vznikl ve vsetínských vrstvách zlínského souvrství a je predisponován uložením vrstev sedimentů po svahu dolů. Další rozsáhlý průzkum byl zaměřen na zátopové území přehrady Šance s několika velkými sesuvy, především v oblasti zálivu na pravém břehu Řečice (Bůžková - Müller - Novosad 1969; Fekč - Mahut - Novosad 1970). Sesuvy na obou lokalitách byly nákladné sanovány. V případě Karolinky došlo během extrémních srážek k výraznému zvýšení hladiny vody v pozorovacích vrtech, nedošlo však k aktivizaci svahových pohybů. V případě lokality Šance došlo, přes vůbec nejvyšší úhrn srážek v kritickém období, pouze k mírné aktivaci sesuvů, a to i přesto, že některé z nich jsou trvale vystaveny působení vod z přehrad. Tyto příklady svědčí o tom, že existují účinná sanační opatření, která odolají i největším přírodním pohromám. Tato opatření jsou však velmi nákladná a je možné je aplikovat pouze u lokalit s nejvyšším stupněm obecného ohrožení.

Dalším, i když méně častým typem sesuvů ve flyšových oblastech, je sesun zemin či ker podkladu vlivem oslabení paty svahu erozí rozvodněné řeky. Nejrozsáhlejším sesuvným územím tohoto typu jsou sesuvy v meandru Olše v Třinci (Adámek 1985). Jedná se o sesuvné území v délce až 1000 m a šířce do 200 m. Jsou to složité kerné sesuvy s patrovou stavbou nad několika smykovými plochami. Bazální plocha má hloubku až 30 m pod terénem a její výchoz je až za protějším břehem řeky.

Celá řada fosilních sesuvných území byla zjištěna během geologického mapování ČGÚ na listech map 1:25 000 a 1:50 000. V letech 1995 až do července 1997 jsme se na Vsetínsku zaměřovali především na studium rozsáhlých fosilních sesuvů s výskytem pseudokrasových jevů. Tyto práce jsme prováděli pro účely dokumentace chráněných geomorfologických a geologických lokalit. Jednalo se o mapování 1:10 000, sedimentologický a strukturně geologický výzkum. Práce jsme soustředili na hřebenovou oblast Vsetínských vrchů a Javorníků. V prostoru Vsetínských vrchů je většina těchto jevů soustředěna na pruh belovežského souvrství. Nejvýznamnějšími lokalitami jsou zde Jezerné (Velké Karlovice), Kobylská, sesuv se skalními útvary z. od Vsackého Cábů a oblast Vaculov - Sedlo. V Jezerném došlo dále k přehrazení potoka a po utěsnění přírodní hráze vznikl rybník. Na lokalitě Kobylská je znám výskyt rozsáhlých suťových jeskyní a puklinových propastí. Oblast Vaculov-

Sedlo představuje nejrozsáhlejší sesuvné území na Vsetínsku. Celková délka podél potoka Bystřička od osady Bošová po vrchol Ptáčnice činí až 4000 m, maximální šířka je přes 1200 m. Vyskytuje se zde množství pseudokrasových jevů, především pseudozávrtů, drobných jeskyní a jezírko. Téměř celé území bylo v červenci 1997 aktivizováno v různé intenzitě a je proto o něm zmínka ještě níže. V oblasti Hostýnských vrchů jsme zpracovali lokalitu sesuvu s pseudokrasovými jevy Damašek (Hošťálková).

V oblasti Javorníků je nejvýznamnější lokalitou Hradisko u Pulčína. Jedná se o strukturně podmíněné území (antiklinála) s četnými formami mrazového zvětřování. Nachází se zde rozsáhlé skalní město s věžemi, jeskyně, propasí a mohutný, až 500 m dlouhý a 250 m široký blokový proudový sesuv. Výška převísle skalní stěny, tvořící odlučnou plochu, činí 18 m a je tvořena jedinou lavicí pískovce luhačovických vrstev (Kirchner - Krejčí - Roupec 1996). V minulých letech zde byla měřena rychlost recentních svahových pohybů bloků v těle sesuvu (Demek 1973, 1986). V běžném období bez mimořádné srážkové činnosti byla zjištěna rychlost těchto pohybů v centimetrech za rok. Dalšími lokalitami s rozsáhlými sesuvy, kombinovanými se strukturními svahy či mrazovými sruby, jsou Ezechýl, U Krupů, Skalič (vše Valašská Senice) a kopec Stráž u Lidečka. Tyto sesuvy, vázané na rozvětralé pískovce luhačovických vrstev, pokračují dále k ZJZ do prostoru Vizovických vrchů (Kopce, Krajčice, Vrátnice). Popis těchto sesuvných území i skalních útvarů je ve zprávách Kirchner - Krejčí 1996a, b a 1997a. Je nutné dodat, že sesuvy aktivizované po srážkách v červenci 1997, jsou co do rozsahu, množství i způsobených škod, zdaleka největší přírodní katastrofou na území flyšového pásma Karpat na Moravě. Některá nově aktivizovaná sesuvná území a příčiny jejich vzniku jsou popsány v práci Kirchner - Krejčí (1997b).

Některé příklady aktivizovaných sesuvů

K velmi rychlým svahovým pohybům patří skalní řízení, které se velmi nebezpečně projevilo v pravé dolní části svahu pod hrází vodní nádrže Bystřička. Ze skalního výchozu se uvolnilo několik mohutných pískovcových bloků a jeden, který nebyl zadržen vzrostlým lesem, si našel cestu do dětského tábora ležícího na dně údolí. Z reálného důvodu pohybu dalších bloků byl tábor uzavřen. V dosahu skalního řízení se však nachází i rekreační chata a je proto nutná urychlená stabilizace uvolněných pískovcových balvanů i odlučné oblasti. K velmi rychlým pohybům svahových hlinitých zemin a sutí ze strmých skalnatých svahů došlo ve Valašském Meziříčí - Juřince a Poličné. Poškozeny byly vzrostlé stromy, účelové komunikace, zahrady a ohroženy byly obytné domy.

Na ostatních evidovaných lokalitách působilo sesouvání, dolní části sesuvů při vysokém zvodnění přecházely až v bahnotoky. K poškození mnoha obytných budov a následnému dočasnému či trvalému vystěhování obyvatel díky sesuvům došlo zejména v Růžďce,

Mikulůvce, Bystřičce, Vsetíně - Jasénce a Rožnově p. R. Sesuvy poškodily i rekreační chaty, chalupy i celé rekreační areály (např. Bystřička). V těchto oblastech došlo rovněž k poškození účelových komunikací a inženýrských sítí (vodovody, el. vedení, plynovod) i k narušení vodních zdrojů. Nejméně 5 rodinných domů bylo ohroženo kombinovaným plošně proudovým sesuvem v obci Mikulůvka, délka aktivizovaného sesuvného území zde dosahuje asi 600 m, šířka 300 m. Přes původně značnou rychlost sesuvného pohybu v čele sesuvu - 1 až 2 metry za hodinu - došlo k postupnému zastavení pohybu a zklidnění sesuvu. Podle geofyzikálního a vrtného průzkumu se jedná o sklouzávání deluviálních hlín a jílu v mocnosti do 10 m.

Rovněž sesuvné území na levém údolním svahu v Růžďce dosahuje délky až 800 m a šířka kolísá od 100 do 200 m. Sesuv poškodil 5 vesnických stavení, narušil místní komunikace, zahrady i přilehlý lesní porost. Obytné budovy byly poškozeny do té míry, že již na ně byly vydány asanační výměry, tj. rozhodnutí o odstranění stavby. Jedná se o stále aktivní, velmi hluboko založený sesuv, nejničivější na celém území okresu i ČR. Asi 20 m mocná deska silně zvodnělých, zcela rozvětralých pískovců belovežského souvrství, zde vytlačuje vrstvy s převahou jílovců v podloží. Čelo sesuvu je v obytné zóně a vlivem strukturně podmíněného zúžení těla sesuvu má mimořádně ničivý účinek.

Rozsáhlé sesuvy způsobily problémy v silniční i železniční dopravě. Dva mohutné sesuvy narušily v pondělí 7. července železniční trať Valašské Meziříčí - Vsetín u obce Bystřička. Akumulační čelo jednoho sesuvu přímo zasáhlo železniční násep, poškodilo koleje, padající stromy pak přerušily troleje elektrického vedení. Druhý proudový sesuv sice železniční trati nedosáhl, ale obrovská pohybující se horninová hmota se částečně opřela o strukturní pískovcový hřbítek, který se pomalu posunul ke kolejím, které byly silně deformovány. Tento sesuv byl strukturně podmíněn. Došlo k vyjetí jádra synklinály, podobně jako u sesuvu v Oznici. V dolní části obou sesuvů došlo k silnému přesycení akumulovaných materiálů vodou a vytvoření bahnotoků s drobnou bezodtokou depresí. Pohyb bahnotoků po příkrém svahu silně narušil lesní porost a v akumulaci části navršil chaotickou změť roztržštěných smrkových kmenů, vytvářejících neprostupnou bariéru. V současné době je železniční trať částečně zprovozněna, úplná sanace železniční trati si však vyžádá rozsáhlé technické práce. Čelo sesuvu se projevuje vytlačováním břehu i s železniční tratí do Vsetínské Bečvy.

V době aktivizace sesuvných procesů zejména od pondělka 7. 7. došlo na mnoha místech okresu k narušení silničních komunikací, část jich byla operativně rychle zprovozněna. Přesto se projeví výrazné sesuvy, které na delší čas vyřadily určité úseky silnic z provozu. Zcela byla přerušena silnice po levém břehu údolní nádrže Bystřička, kde mohutný sesuv skončil až v přehradě i s lesním porostem. Na pravém břehu přehrady nedaleko restaurace u Bušů v Malé Bystřici 4 výrazné proudové sesuvy (max. délka až 250 m) překryly akumulacími jazyky rozbahněné hmoty s rozlámanými kmeny těleso silnice. Část bahenního

materiálu se dostala i do nádrže Bystřička, která měla v době pohybu sesuvů vysoký vodní stav. Odlučná oblast rozsáhlého sesuvu porušila silniční komunikaci mezi Vsetínem a Malou Bystřicí na Dušné. Sesuvné území je dlouhé více než 300 m a široké až 100 m s mnoha čerstvými trhlinami a aktivními krami. Celé území je silně vodné, zamokřené. Stabilizace sesuvného území bude obtížná, se značnými finančními náklady. Sesuvný pohyb na Dušné vedl rovněž k poškození účelových komunikací, hospodářských budov, půdního pokryvu přilehlých pastvin a zahrad a vývrátům stromů.

Zmíníme se ještě o třech sesuvných územích s vysokými destruktivními účinky na krajinu, která patří k plošně nejrozsáhlejším v celém okrese Vsetín. V údolí Brodské v Novém Hrozenkově vznikl asi 450 m dlouhý a 80 m široký proudový sesuv. Přerušil lesní cestu a zničil velkou plochu vzrostlého lesa. Impozantní odlučná plocha dosahuje výšky 6 - 15 m a je výrazně strukturně geologicky podmíněna. Podél vrstevních ploch a pukliny došlo k vyklouznutí flyšových sedimentů do vzdálenosti nejméně 100 m. Akumulační část sesuvu je dlouhá asi 100 m a vysoká téměř 10 m. Dolní část sesuvu dosáhla dna potoka, kde se sunula korytem ještě asi 150 m. Sesuv způsobil rozsáhlé poškození lesních porostů, sanace z hlediska velikosti a technické náročnosti je prakticky nereálná. Plošně nejrozsáhlejší sesuvné území v rámci okresu, které jsme zmínili již v úvodu, se nachází na katastru Malé Bystřice v oblasti Vaculova. Je narušena řada budov na samotách, účelové komunikace, zvláště pak půdní kryt na lukách a pastvinách i v lese. Mohutné bloky skalního podloží postupují do řečiště Bystřičky a bezejmenného potoka, který postupně přehrazují. Možnosti ochrany tak rozsáhlého sesuvného území jsou omezené.

Menší počet sesuvných území byl iniciován aktivním podemletím paty svahu vodním tokem. Východně od Zubří na příkrém levobřežním svahu Rožnovské Bečvy se nachází aktivizované sesuvné území (Vidče-Háje). Do pohybu se dal sesuv o rozměrech asi 250 x 400 m. Poškodil lesní porost, účelové komunikace a svou akumulací částí zasáhl až do říčního koryta. V případě dalších pohybů hrozí zúžení koryta či přehrazení toku, neboť současný pohyb sesuvné akumulace činil min. 20 m směrem k řece, včetně mohutných pískovcových lavic v levém břehu. Tento sesuv je součástí velmi rozsáhlého fosilního sesuvného území, které má celkovou délku asi 900 m a vede až na hřeben (vrchol Vápenka). Představuje tak velké potenciální nebezpečí do budoucna, protože může dojít k přehrazení řeky. Dalším podobným sesuvem menšího rozsahu je lokalita Horní Bečva-Jeřábkové, Mšadlý potok. Sesuvné území je dlouhé asi 100 m a opět hrozí přehrazení potoka.

V některých případech došlo dokonce k aktivizaci pohybů i za rozvodnicí, tvořenou hřebenem (dříve Karolinka nyní Růžďka). To znamená, že v pohybu jsou i sedimenty v horní části svahu, obráceného opačným směrem. Pohyb však směřuje proti sklonu svahu.

Řešení nápravy škod způsobených sesuvy

Organizační a finanční zabezpečení průzkumných prací na sesuvných územích zajišťuje Odbor ochrany horninového prostředí Ministerstva životního prostředí. V první etapě bylo vynaloženo na průzkumné práce 20 mil. Kč v celé ČR. Základní rekognoskaci v terénu a posuzování všech projektů průzkumných prací a závěrečných zpráv provádějí pracovníci Českého geologického ústavu Praha a Brno.

Pro účely průzkumu byly sesuvy rozděleny do tří kategorií. Kategorie III. zahrnuje aktivní sesuvy s poškozením trvale obydlených staveb, komunikací, rozsáhlých pozemků apod. Pouze zařazením do této kategorie vzniká nárok na finanční čerpání z prostředků MŽP na průzkum a následnou sanaci území. Na okrese Vsetín bylo registrováno 67 sesuvů III. kategorie, na ostatním území ČR pak téměř 64. Celkem bylo na Vsetínsku vydáno přes 30 demoličních výměrů na jednotlivé domy v sesuvných územích. Je zřejmé, že většina sesuvných území s menšími škodami, ale i s drobnými hospodářskými stavěnkami, chatami, méně frekventovanými místními cestami, ovocnými stromy, polními a lesními plochami, nebude v nejbližší době vůbec sanována.

Vlastní průzkumné práce byly rozděleny do dvou etap a byly prováděny specializovanými firmami. V I. etapě byla sesuvná území zmapována do podrobných měřítek (1:2000 a 1:10 000) a byly zaregistrovány všechny dílčí prvky sesuvů. Dále byl proveden detailní popis vzniku a průběhu jevu, byly zjištěny geologické a hydrogeologické poměry a byly evidovány poškozené objekty. Byla vyplněna registrační karta Geofondu Praha a byla provedena fotodokumentace. Závěrem byl podán návrh dalšího průzkumu ev. jednoduchých sanačních opatření (utěsnění trhlin, povrchové odvodnění, odklizení zeminy apod).

Doplňující průzkum se liší na jednotlivých lokalitách podle reálné situace. Základní metodou je geodetické zaměření sesuvu a monitorování pohybů. U větších sesuvů se provádí inklinometrické měření ve vrtech. Vrtné práce na nejrozsáhlejších sesuvných územích dosahují hloubky až 40 m (Růžďka). Vrty slouží dále ke kalibraci geofyzikálních metod. Nejčastěji se používá komplex těchto metod: Georadar s hloubkovým dosahem 50 až 80 m, mělká refrakční seizmika, vertikální elektrické profilování (VES) a dipólové elektromagnetické profilování (DEMP). U menších sesuvů se používají pouze geoelektrické metody nebo se geofyzika neaplikuje vůbec. Součástí zpráv doplňujícího průzkumu je geotechnické posouzení lokality a návrh sanačních opatření. Sanační opatření jsou pak definitivně popsána v projektu sanace jednotlivých lokalit. Prakticky vždy se jedná o velmi nákladné práce v ceně od 1 mil. Kč až do 60 mil. Kč (sesuvy nad tratí u Bystřičky) či ještě větší (Růžďka). U nejrozsáhlejších sesuvů s náklady sanačních prací v desítkách mil. Kč bude nutné zvážit i alternativní řešení. Toto by mělo sestávat z posouzení změny územních plánů obcí,

perspektivní obyvatelnosti lokality, přeložek inženýrských sítí a cest. V případě zničení několika domů je zřejmé, že jednodušší a méně nákladné je lépe náhradu za zničená obydlí postavit na stabilním území.

Škody způsobené záplavami a erozivní činností řek

Na území okresu Vsetín došlo k zaplavení poměrně malého území. Jedná se především o soutok Rožnovské a Vsetínské Bečvy ve Valašském Meziříčí, kde voda zaplavila řadu domů a sídliště do výše téměř 150 cm. Voda zde stála řadu dní. Dále došlo k mělkému zaplavení převážně neobydlené části nivy Vsetínské Bečvy mezi Vsetínem a Valašským Meziříčím. Zátopové území přehrady Bystřička se prodloužilo téměř o 500 m k restauraci U Bušů a došlo zde k usazení množství aluviálních povodňových sedimentů na loukách.

K větším škodám došlo erozivní činností rozvodněných řek. V Rožnově pod Radhoštěm bylo zcela zničeno asi 150 m tělesa mezinárodní silnice do SR, včetně kanalizace a inženýrských sítí v jejím podloží. Dále zde byly spláchnuty garáže, včetně vozidel. V obci Bystřička došlo k velkým škodám během vypouštění přehrady. Zcela nebo zčásti zde bylo zničeno několik domů. Dále zde byla zničena, řada hospodářských budov, přístaveb apod. Dokonce došlo k vytržení železobetonových septiků a k jejich posunu. V Zákopčích byla zcela zničena místní komunikace vedoucí obcí. V některých obcích došlo ke stržení či poškození všech místních mostů (Bystřička, Oznice, Mikulůvka). Bylo strženo několik pěších lávek přes Vsetínskou Bečvu. V Choryni byl prakticky zničen příjezdový most do obce přes Bečvu a v Rožnově byl velmi poškozen most spojující náměstí s hlavní příjezdovou silnicí. Některé obce se ocitly na několik dní zcela bez možností zásobování.

V některých případech došlo vlivem vodní eroze k odkrytí jedinečných geologických výchozů. Přímo v Rožnově pod Radhoštěm při levém břehu před zimním stadionem byl obnažen skalní výchoz s tektonickým kontaktem tzv. divokého flyše solánského souvrství s křivskými vrstvami zlínského souvrství. Na výchoze je možné instruktážně pozorovat tektonické a sedimentologické prvky. V korytě potoka Kněhyně, asi 50 m ssz. od křižovatky s odbočkou na Pustevny byly dokonale odkryty erozně evorzní obří hmcce a prohlubně velikosti až 5x3 m a hloubce 3-4 m. Tyto unikátní tvary jsou vyvinuty v pískovcích ístebňanského souvrství a nemají na Moravě obdoby.

V řečišti Bečvy u Choryně došlo k odkrytí báze dna řeky v šíři několika desítek metrů. Jedná se o povrch flyšového podkladu, který byl vytvořen před vrcholem posledního glaciálu ve svrchním würmu (M. Růžička-ústní sdělení). Poté byl tento povrch překryt několika metry mocným pokryvem štěrků posledního glaciálu. V nově odkrytém dně řeky byl dokumentován vrstevní sled slezské a podslezské jednotky v délce několika set metrů. Výchozy jsou silně tektonicky porušeny a tvoří mocnou tektonickou brekci. V jednom úseku byl objeven fosilní kras, vyvinutý

na povrchu porušených lavic dolomitických karbonátů šitbořických vrstev. Jedná se o součást menilitového souvrství podslezské jednotky. Na povrchu tektonicky rozdrčených a znovu setmelených žlutavých a béžových karbonátů se hojně vyskytují škrapy decimetrových rozměrů. Na puklinách se nacházejí hojné krystaly žlutavého a čírého kalcitu. Jedná se o naprosto unikátní nález.

Dále se na levém břehu Bečvy, asi 900 m s. od vrcholu Choryňská stráž, nachází skalní výchozy těšinitové asociace slezské jednotky. Vulkanické horniny jsou tvořeny třemi odlišnými petrografickými typy. Vedle bílošedých pikritových mandlovců podmořských výlevů s křemitými porcelanity a silně hydrotermálně přeměněných, tmavě zelených, porfyrických vulkanitů se vyskytují dosud ne zcela přesně určené velmi jemnozrnné žilné horniny. Některé z nově odkrytých výchozů se stanou předmětem speciálních metod výzkumu, především geochemického a petrofyzikálního. Je samozřejmé, že dále došlo k nebyvalému odkrytí známých výchozů, jako jsou například chráněné peřeje Ostravice pod přehradou Šance. Hustota dalších výchozů se poskytne množství podkladového materiálu pro biostratigrafické a sedimentologické výzkumy.

Závěr

Rozsáhlá sesuvná aktivita na Vsetínsku je dána příznivými geologickými předpoklady a charakterem reliéfu této karpatské části Moravy. Hlavním impulsem byly intenzivní srážky v dané oblasti a přesycení svrchní části horninového komplexu vodou. Každá sesuvná lokalita má svá specifika, kde kromě přírodních předpokladů přistupují i faktory podmíněné lidskou činností. Mnohé postižené budovy byly postaveny na starých sesuvných terénech a často další přístavby a nástavby domů neúměrně zatížily sesuvné území, nebo naopak jednostranným zářezem odlehčily úpatí svahu a umožnily rozvoj sesouvání. Rovněž lidské aktivity v minulém období vedoucí ke zvyšování povrchového odtoku do kritických míst, např. necitlivé odlesňování, likvidace protierozních opatření na zemědělské půdě a naopak neudržování lesních melioračních rýh odvádějících vodu ze sesuvných území jsou jednou z příčin vedoucích k aktivizaci pohybů. Též některé zemní tvary vzniklé při stavbě silnic (např. jednostranné hluboké zářezy či násypy) nebo pokládání telefonních kabelů (rýhy), které byly nevhodně situovány do sesuvných oblastí, ovlivnily aktivitu sesuvných pohybů.

V roce 1998 bude dokončena evidence sesuvů, rozsáhlé sesuvné lokality budou podrobně zkoumány geology, inženýrskými geology a geofyziky tak, aby mohla být provedena sanační opatření vzhledem k rozsahu postiženého území i charakteru poškození krajiny. Po provedení analýzy všech dostupných podkladů z mapování ČGÚ Praha, archivu Geofondu Praha a zpráv za jednotlivé lokality se sesuvy od průzkumných organizací budou sestaveny mapy území okresu v měřítku 1:25 000 s vyznačením ploch s možným výskytem sesuvných jevů.

Tyto plochy budou rozděleny do kategorií podle stupně nebezpečí sesuvných jevů a jejich intenzity výskytu. V některých případech dojde k úpravám částí stávajících

geologických map a ke změně náhledu na některé geologické jednotky a stavbu dílčích území, především tam, kde byl aplikován rozsáhlý vrtní a geofyzikální průzkum.

Literatura

- Adámek, O. (1985): Sesuvy na zlomu v meandru Olše u Třince.- Sbor. geol. Věd, Antropozoikum, 61-82. Praha.
- Burkhardt, R. - Plička M. (1967): Dva význačné sesuvy ve Vizovické vrchovině.- Sborník Československé společnosti zeměpisné, 4, 72, 305-311. Praha.
- Burkhardt, R. - Liškutínová D. - Plička M. (1972): Význačný sesuv u Oznice v Hostýnských vrších.- Sborník Československé společnosti zeměpisné, 3, 77, 219-225. Praha.
- Bůžková, H. - Müller, K. - Novosad, S. (1969): K metodice průzkumu skalních vrstevních sesuvů v Moravsko-slezských Beskydech.- Geol. Průzk., 2, 43-46. Praha.
- Demek, J. (1973): Debris movements on slopes in the Moravian Flysch Carpathians.- Studia geomorfologica Carpatho-Balcanica, VII, 67-74. Kraków.
- Demek, J. (1986): Kvantitativní výzkum svahových pohybů ve vnějších Západních Karpatech.- Geografický časopis, 38, 2-3, 178-185. Praha.
- Fekeč, J. - Mahút P. - Novosad, S. (1970): Inženiérsko-geologický prieskum vrstevných zosuvov v zátonej oblasti priehrady Šance.- Mineralia slov., 2, 8, 269-282. Bratislava.
- Kirchner K. - Krejčí O. (1996a): Významné lokality okresu Vsetín. Geomorfologická a geologická inventarizace- Průzkumová zpráva. I. etapa. MS RŽP Vsetín.
- Kirchner, K. - Krejčí, O. (1996b): Geologická a geomorfologická inventarizace významných skalních tvarů v pískovcích magurského flyše. - Pseudokrasové jevy v horninách české křídové pánve, Sborník příspěvků ze semináře v Teplicích n. M., 4. - 6. 10. 1996, s. 25-29. AOPK ČR, ČSS, Správa CHKO Broumovsko a Správa CHKO ČR.
- Kirchner, K. - Krejčí, O. - Roupec, P. (1996): Geomorfologický a geologický výzkum některých lokalit v magurském flyši. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995. 65-68. Brno.
- Kirchner, K. - Krejčí, O. (1997a): Významné lokality okresu Vsetín. Geomorfologická a geologická inventarizace- Průzkumová zpráva. I. etapa. MS RŽP Vsetín.
- Kirchner, K. - Krejčí, O. (1997b): Svahové pohyby na Vsetínsku. - Veronica 9, 3, 19-20. ČSOP Brno.
- Rybář, J. a kol. (1997): Zpráva o inženýrsko-geologickém mapování svahových deformací podél toku Vsetínské Bečvy v úseku Bystřička-Valašské meziříčí.- MS Archiv ČGÚ Praha.
- Špůrek, M. (1972): Historical Catalogue of Slide Phenomena.- Studia Geographica, 19, 1-178. Brno.
- Woznica, L. (1977): Engineering geological investigations of the Karolinka reservoir Landslide.- In: Geotest and Landslides, Special Publication of yearbook of the geological-geotectonic service of the occasion of the I.A.E.G. Symposium Landslides and other mass movements, 51- 63. Praha.
- Záruba, Q. (1922-23): Studie o sesuvných terénech na Vsatsku a Valašsku.- Čas. Morav. Mus. zem., Vol. 20-21, 170-180. Brno.

ZHODNOCENÍ OBSAHU A DISTRIBUCE PŘIROZENÝCH RADIOAKTIVNÍCH PRVKŮ V PROSTORU SPELEOTERAPEUTICKÉ LÉČEBNY NA 2. PATŘE LOŽISKA ZLATÉ HORY - JIH

Evaluation of the abundance and distribution of the nature radioactive elements in the speleotherapeutic hospital at 2. level of the mine
Zlaté Hory - jih

¹Jindřich Štelcl, ²Jiří Zimák

¹Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PříF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

²Katedra geologie PříF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

(15-13 Vrbno pod Pradědem)

Key words: Zlaté Hory, speleotherapy, natural radioactive elements

Zlatohorská speleoterapeutická léčebna využívá důlní prostory, které jsou pozůstatkem po těžbě sulfidických rud na ložisku Zlaté Hory-jih (speleoterapie je provozována v upravené části 2. patra, přístupné štolou). Geologická charakteristika tohoto prostoru je uvedena např. v pracích Pauka a kol. (1963), Janáka- Augusty (1969), Janáka (1970), Constantinidese a Pertolda (1974).

Z hlediska provozování speleoterapie je důležitým faktorem koncentrace radonu v atmosféře prostředí léčebny. Vzhledem k bezprostřednímu vztahu mezi výskytem radonu a koncentrací přirozených radioaktivních prvků v horninovém prostředí byla ve sledovaném prostoru uskutečněna detailní gamaspektrometrická měření obsahu draslíku, uranu a thoria, a to za použití přenosného terénního gamaspektrometru GS-256 se scintilačním detektorem

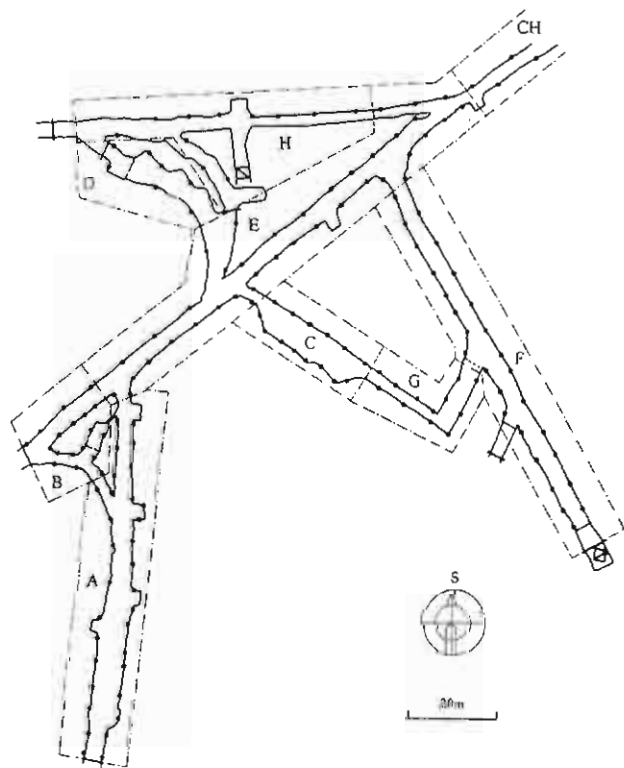
(výrobce Geofyzika Brno). Měření byla provedena v celém prostoru stávající léčebny, v přilehlých „technických“ chodbách a v nezapažené části vstupní štol (vzdálenost mezi sousedními proměřovanými body se pohybovala kolem 5 až 10 m).

Sledovaný prostor byl rozdělen na 9 sektorů, označených v textu zprávy písmeny A až CH (viz obr. 1): A = aktivní část (určená pro pohybovou aktivitu pacientů), B = učebna a místnost sester, C = lůžková část, D = sušárna, E = jihozápadní chodba, F = jihovýchodní chodba, G = chodba za lůžkovou částí, H = chodby za trafostanicí, CH = vstupní štola. Pacienti do prostoru speleoterapeutické léčebny vcházejí vstupní štolou (sektor CH) a pohybují se v sektorech A až F (jako pobytové slouží zejména sektory A až C); sektory G a H jsou využívány jako technické chodby a pro pacienty jsou nepřístupné. Pozice měřených bodů je na obr. 1 vyznačena tečkami.

Výsledky gamaspektrometrických stanovení obsahu přirozených radioaktivních elementů (K, U, Th) v jednotlivých sektorech jsou shrnuty v tab. 1 (počet měřených bodů v příslušném sektoru je uveden v závorce za jeho označením).

Vzhledem k tomu, že se na úhrnné gama-aktivitě prostředí přirozené radioaktivní prvky uplatňují různou měrou (nejde jen o sumu jejich koncentrací, zásadní význam má i vzájemný poměr mezi koncentracemi), provedli jsme proto přepočty koncentrací K, U a Th na hmotnostní aktivitu, která vyjadřuje gama-aktivitu v podobě ekvivalentního množství ^{226}Ra a umožňuje tak lépe posoudit rizikovost prostředí a jeho působení na lidský organismus (postup výpočtu hmotnostní aktivity a její význam pro speleoterapii uvádí Štelcl-Zimák 1998).

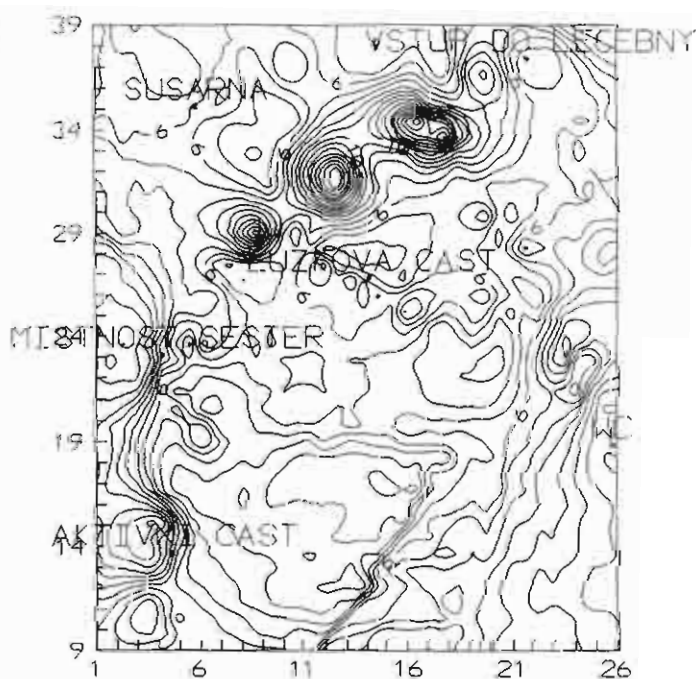
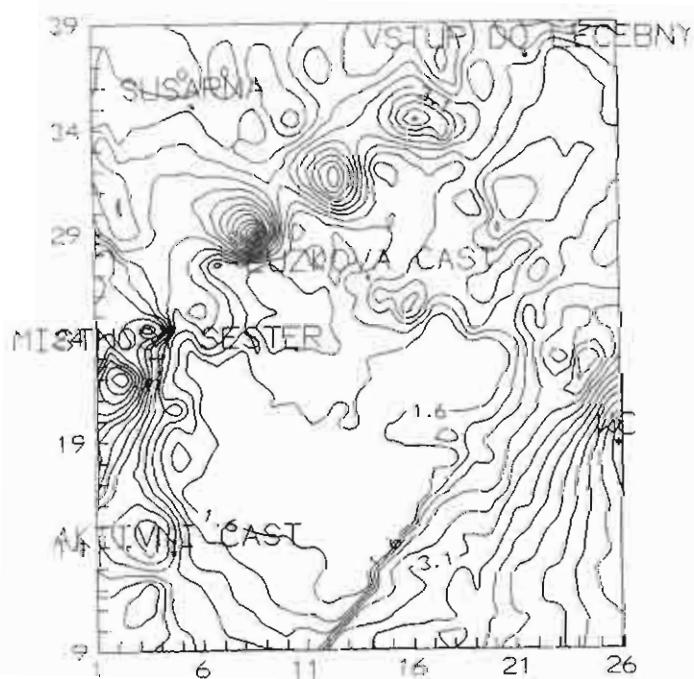
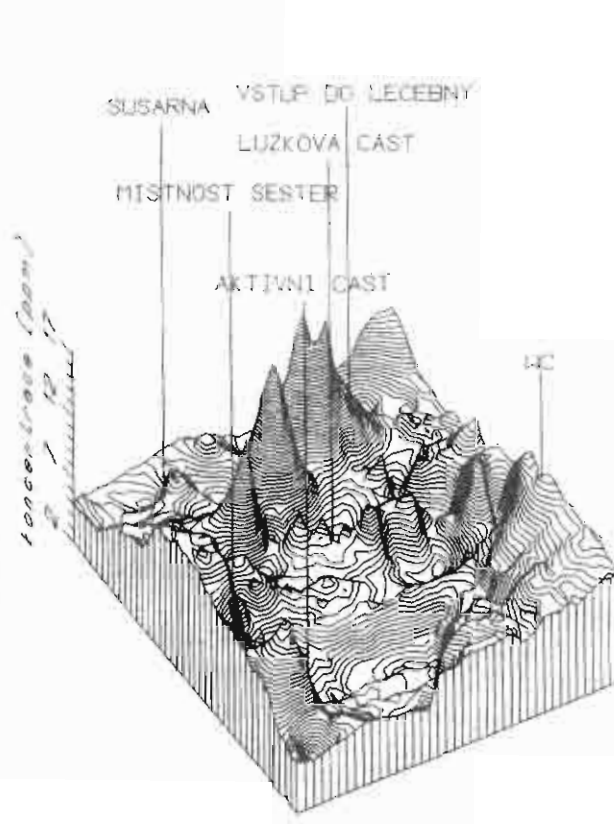
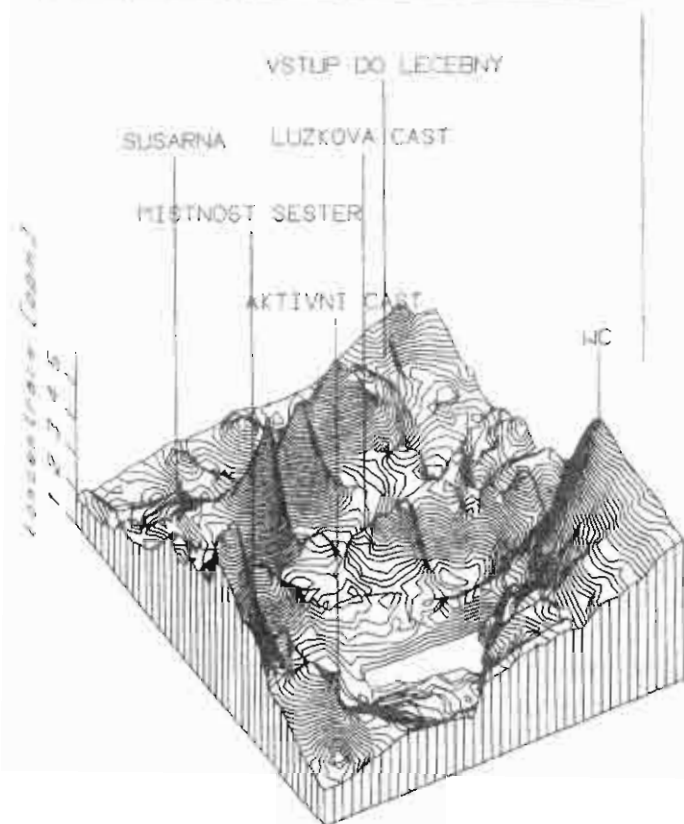
Vlastní areál speleoterapeutické léčebny je z petrografického hlediska tvořen převážně světle šedými až světle



Obr. 1 - Vymezení sektorů v prostoru speleoterapeutické léčebny (viz text); jednotlivé měřicí body jsou znázorněny tečkami

sektor	drasilík (%)		uran (ppm)		thorium (ppm)		a_m (Bq.kg ⁻¹)	
	rozpětí	prům.	rozpětí	prům.	rozpětí	prům.	rozpětí	prům.
A (32)	0,9-3,5	1,6	1,0-3,5	2,1	2,8-12,7	5,5	51-202	97
B (18)	2,1-5,1	3,8	1,5-6,1	3,9	5,0-13,8	10,5	104-279	203
C (14)	1,1-3,2	2,0	1,2-3,2	2,1	3,8-9,4	5,8	70-173	109
D (7)	0,9-1,9	1,3	1,8-2,8	2,1	4,0-7,7	5,6	68-111	90
E (38)	0,8-6,9	2,7	1,2-6,4	2,8	3,4-19,0	9,0	56-335	153
F (28)	0,9-3,4	1,8	1,3-5,5	2,8	3,5-12,2	7,2	61-188	120
G (12)	0,7-2,4	1,3	1,2-3,1	1,7	3,0-7,3	4,6	50-126	82
H (11)	1,0-2,8	1,7	1,3-2,9	2,0	4,2-8,4	5,5	71-144	99
CH (32)	1,3-6,1	3,5	1,9-15,8	5,2	4,5-23,5	12,7	81-404	223

Tab. 1 - Obsahy přírodních radioaktivních prvků v horninách jednotlivých sektorů a vypočtená hmotnostní aktivita

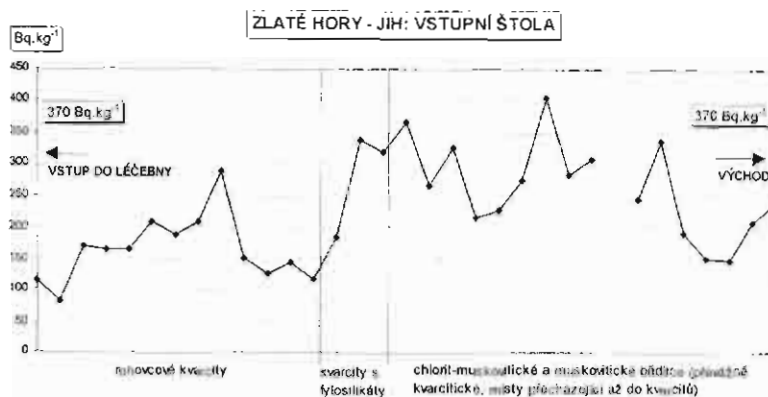


Obr. 2 - Distribuce gamaspektrometricky stanovených obsahů uranu v horninách speleoterapeutické léčebny

Obr. 3 - Distribuce gamaspektrometricky stanovených obsahů thorium v horninách speleoterapeutické léčebny

zelenými rohovcovými kvarcitu s jen nepatrným množstvím fylosilikátů, které lokálně přecházejí do muskovitických nebo chlorit-muskovitických kvarcitů (sektory A, C až H). V jen malé části léčebny (sektor B) jsou hojněji přítomny chlorit-muskovitické a muskovitické břidlice (převážně kvarcitické).

Z porovnání horninového prostředí s obsahy U, Th, K (včetně hmotnostních aktivit) je zřejmé, že zvýšené koncentrace přirozených radioaktivních elementů jsou prostorově spjaty s horninami obsahujícími relativně vysoký podíl fylosilikátů, tj. kvarcitu s vyšším podílem fylosilikátů a muskovitické, resp. chlorit-muskovitické břidlice. Lokálně zvýšené koncentrace sledovaných prvků v prostředí tvořeném rohovcovými kvarcitu mohou souviset s projevy hydrotermální alterace



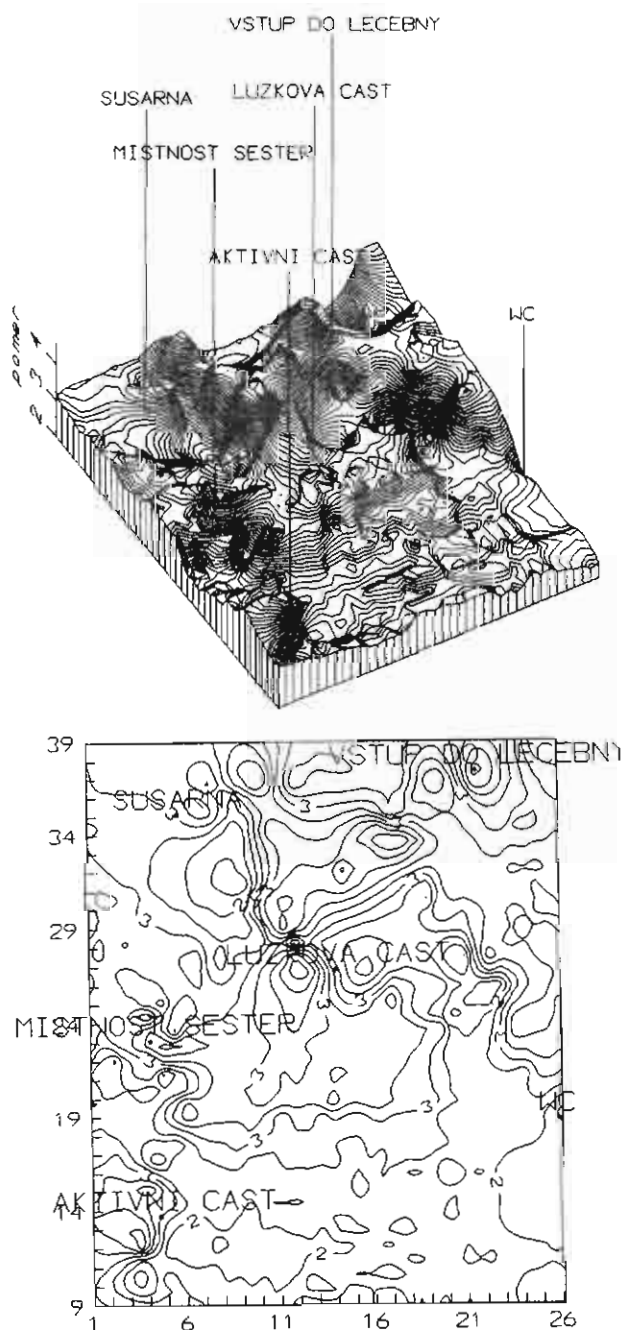
Obr. 5 - Poměr gamaspektrometricky stanovených obsahů thorcia a uranu v horninách speleoterapeutické léčebny

(zvýšené obsahy U a Th byly konstatovány v místech většího výskytu křemenných žil, ale neplatí to ve všech případech) a někdy i zvýšeného tektonického poškození hornin. Prostorová distribuce U a Th v horninovém prostředí speleoterapeutické léčebny je znázorněna na obr. 2 a 3. (Tyto diagramy byly konstruovány na základě 161 měření; koncentrace obsahů K a Th v prostoru mezi chodbami byly získány aproximací).

Relativně vysoké obsahy přirozených radioaktivních elementů byly gamaspektrometricky zjištěny ve vstupní štolě ke speleoterapeutické léčebně (tj. v námi vymezeném sektoru CH). Úroveň hmotnostní aktivity v nezapažené části vstupní štolky, tj. v ca 350 m dlouhém úseku štolky před vstupem do vlastních prostor speleoterapeutické léčebny, je graficky znázorněna na obr. 4. Naměřené koncentrace K, ale zejména U a Th, ve sledované části vstupní štolky lze považovat za anomálně vysoké, a to natolik, že v některých úsecích se z nich vypočtená hmotnostní aktivita pohybuje v těsné blízkosti nebo dokonce nad hranici hodnoty přípustné pro pobytové prostory (370 Bq.kg^{-1}). Nejvyšší hodnoty koncentrací přirozených radioaktivních elementů byly zaznamenány v asi 130 m dlouhém úseku nezapažené části vstupní štolky (viz pravá polovina obr. 4). Zvýšené obsahy U a Th v námi sledované části vstupní štolky zřetelně korelují s přítomností hornin s relativně vysokým podílem fylosilikátů (tj. chlorit-muskovitických a muskovitických břidlic - obr. 4).

Provedená gamaspektrometrická měření na 161 bodech v prostoru speleoterapeutické léčebny na 2. patře ložiska Zlaté Hory-jih a ve vstupní štolě prokázala, že koncentrace přirozených radioaktivních elementů jsou zde relativně nízké. Z tohoto důvodu jsou i průměrné hodnoty hmotnostní aktivity nižší než normou uváděná mezní hodnota pro pobytové prostory (tj. 370 Bq.kg^{-1}). Za úseky s anomálně vysokou hmotnostní aktivitou lze považovat učebnu a přilehlou místnost sester (tj. celý sektor B) a jz.chodbu (sektor E). Ani v jednom z měřených bodů v prostoru léčebny (tj. v sektorech A až H) nebyla vypočtena hmotnostní aktivita nad výše uvedenou limitní hodnotou (nejvyšší hodnota zde dosahuje 335 Bq.kg^{-1}).

Vzhledem k odlišnému geologickému prostředí byly v části vstupní štolky zaznamenány zvýšené obsahy U (až 15,8 ppm), Th (až 9,8 ppm) a následně i relativně vysoká hmotnostní aktivita (až 404 Bq.kg^{-1}), která mírně převyšuje normu; dalších šest hodnot vypočtených pro body



Obr. 4. Grafické vyjádření úrovně hmotnostní aktivity ve vstupní štolě v závislosti na horninovém prostředí

ve vstupní štolě se pohybuje v intervalu od 300 do 370 Bq.kg⁻¹.

K posouzení vzniku možného radonového rizika ve sledované lokalitě jsme využili výpočtu vzájemného poměru gamaspektrometricky stanoveného Th a U. Získané výsledky jsou graficky znázorněny na obr. 5. Jak uvádí např. Adams, Weaver (1958), popř. Adams et al. (1959), poměr Th/U umožňuje vyčlenit z geochemického hlediska tři základní horninové facie: facie s nízkým poměrem ($Th/U < 2$), facie středně vysokého poměru ($Th/U = 2-7$) a facie vysokého poměru ($Th/U > 2$). Se stoupající hodnotou poměru Th/U vzrůstá v daném prostředí tvorba radonu a zvyšuje se tak pravděpodobnost vzniku rado-

nového rizika. Jak ukazují data zaznamenaná jak v prostoru speleoterapeutické léčebny, tak i ve vstupní štolě, charakterizují téměř celou sledovanou lokalitu poměry Th/U do 4,5, řadí ji do facie středně vysokých hodnot. Vznik radonového rizika se tak zde nejeví jako pravděpodobný.

Dle našeho názoru by tak ani dlouhodobý pobyt pacientů v prostoru speleoterapeutické léčebny na 2. patře ložiska Zlaté Hory-jih neměl být vzhledem k charakteru geologického prostředí a tím i celkově nízkým obsahům přirozených radioaktivních elementů považován za rizikový. Jen krátký úsek se zvýšenou gama-aktivitou, zjištěný ve vstupní štolě, je využíván pouze k přesunu pacientů do prostorů vlastní léčebny.

Literatura

- Adams, J. A. S. - Osmond, J. K. - Rogers, J. J.W. (1959): The geochemistry of thorium and uranium. - Physics and chemistry of Earth, 3. New York.
- Adams, J. A. S. - Weaver, Ch. E. (1958): Thorium to uranium ratios as indicators of sedimentary processes: example of concept of geochemical facies. - Bull. Am. As. Petrol. Geol., 42, 387-430. Tulsa.
- Constantinides, D. - Pertold, Z. (1974): Geologická pozice ložiska Zlaté Hory - jih. - Acta Univ. Carol., Geol., 145-154. Praha.
- Janák, J. (1970): Geologické poměry ložiska Zlaté Hory - jih. MS. Dipl.práce. PřF UJEP Brno.
- Janák, J. - Augusta, L. (1969): Nové názory na vývoj a vyhodnocení ložiska Zlaté Hory - jih. - Geol. Průzk., 11, 35-40. Praha.
- Pauk, T. a kol. (1963): Zpráva o druhém výpočtu zásob Cu rud ložiska ZH-jih - Žebračka - Kozlín. MS. RD Jeseník.
- Štelcl, J. - Zimák, J. (1998): Výsledky gamaspektrometrických měření v Javoříčských jeskyních. - Geol. výzk. Mor. Slez. 1997, 112-115. Brno.

VÝSLEDKY GAMASPEKTROMETRICKÝCH MĚŘENÍ V JAVOŘÍČSKÝCH JESKYNÍCH

Results of the gamma-spectrometric measurements in the Javoříčko Caves

Jindřich Štelcl¹, Jiří Zimák²

¹Katedra mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

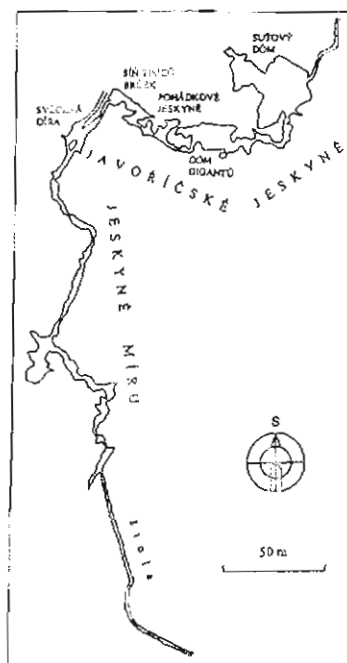
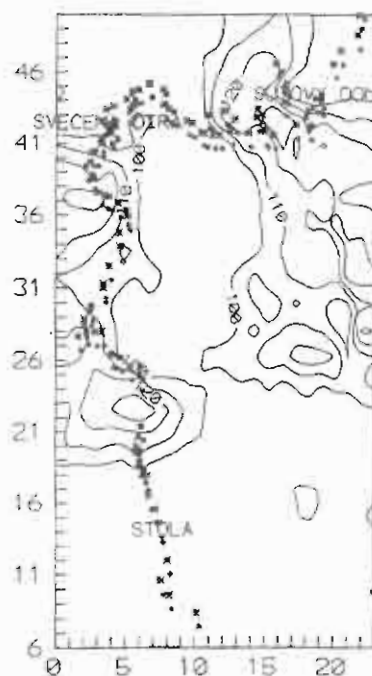
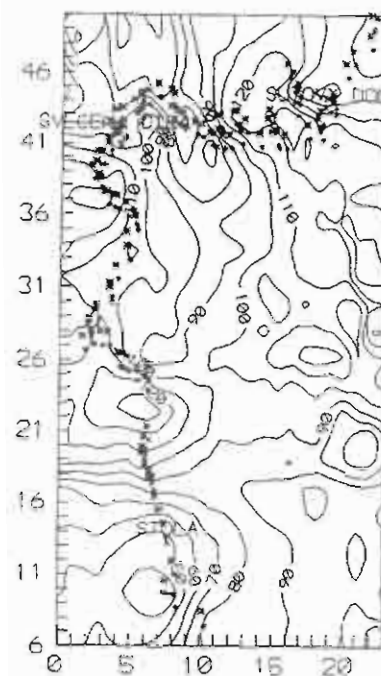
²Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

(24-21 Jevíčko)

Key words: *Javoříčko Caves, limestones, cave soils, sinters, gamma-spectra, speleotherapy*

Tato zpráva přináší souhrn výsledků terénních gamaspektrometrických měření v Javoříčských jeskyních v roce 1997. Měření byla provedena v turisticky přístupné části jeskynního systému, která bývá označována jako „Javoříčské jeskyně“ (viz obr. 1), v na ně navazujících „Jeskyních Míru“ a také ve vstupní štolě (uměle proražené z povrchu do Jeskyně Míru). Gamaspektrometrický výzkum je součástí komplexního studia javoříčského jeskynního systému, a to v návaznosti na projekt HEA/10-c-cz (Phare),

jehož hlavním cílem bylo zřízení speleoterapeutické léčebny Javoříčko, která měla pro potřeby dětské speleoterapie využívat výše zmíněnou vstupní štolu a nejnižnější část Jeskyně Míru. Ke stanovení koncentrací přirozených radioaktivních elementů (K, U a Th) v devonských vápencích, jeskynních hlínách a sintrech bylo využito přenosného gamaspektrometru GS-256 se scintilačním detektorem (výrobce Geofyzika Brno). Sedimentárně petrografická a geochemická charakteristika

HMOT. AKT. > 100 [Bq.kg⁻¹]HMOT. AKT. [Bq.kg⁻¹]

Obr. 1 - Schematická mapka Javoříčských jeskyní, diagram znázorňující hodnoty hmotnostní aktivity (a_m) nad 100 Bq.kg⁻¹ a sumární diagram a_m vypočtené na základě obsahu K, U a Th v devonských vápencích. Průběh hlavních jeskynních chodeb je na obr. 1, 3 a 4 schematicky vyjádřen hvězdičkami

nomena	úsek (počet měření)	U (ppm)		Th (ppm)		Th/U		a_m (Bq.kg ⁻¹)	
		rozpětí	$\bar{x}$	rozpětí	$\bar{x}$	rozpětí	$\bar{x}$	rozpětí	$\bar{x}$
devonské vápence	štola (14)	1,8-9,8	5,0	0-2,4	0,5	0-0,5	0,1	28-136	73
	Jeskyně Miru (35)	6,3-11,1	8,2	0-1,9	0,7	0-0,4	0,1	81-141	114
	Javoříčské jeskyně (57)	3,6-12,4	6,9	0-3,6	1,0	0-0,9	0,1	47-167	99
sintry	Jeskyně Miru (14)	1,4-5,9	3,4	0-1,8	0,5	0-0,4	0,2	20-83	53
	Javoříčské j.-západ (7)	0,5-2,1	1,3	0	0	0	0	6-21	18
	Javoříčské j.-východ (17)	1,6-10,3	5,7	0-4,2	0,4	0-0,6	0,1	22-133	78
jesk.hliny	celý jesk.system (25)	2,1-6,6	4,3	0,9-11,6	4,4	0,3-2,8	1,1	47-142	100

Tab. 1 - Gamaspektrometricky stanovené obsahy uranu a thoria, jejich poměr a vypočtená hmotnostní aktivita (a_m)

Poznámka: Obsahy Th pod mezí detekce použitého přístroje uvádíme jako „nulové“, pro výpočet poměrů Th/U byly tyto „nulové“ obsahy nahrazeny hodnotou 0,03.

devonských vápenců a jeskynních hlín ve studované části Javoříčského krasu je uvedena v samostatných člancích (Zimák - Štelcl 1997, Štelcl - Zimák 1997, v tisku).

Ve sledované části jeskynního systému bylo provedeno celkem 169 měření, jejichž výsledky jsou shrnuty v tab. 1. Do této tabulky nebyly začleněny údaje o obsazích draslíku, neboť uvedený prvek je s výjimkou jeskynních hlín zastoupen ve velmi nízkých koncentracích a z hlediska možného vzniku radonového rizika nelze jeho vliv předpokládat (při výpočtu hmotnostní aktivity byly naměřené obsahy draslíku zohledněny). K výpočtu hmotnostní aktivity (viz tab. 1) jsme použili přepočtové koeficienty (Lovborg 1984 - in Matolín 1992):

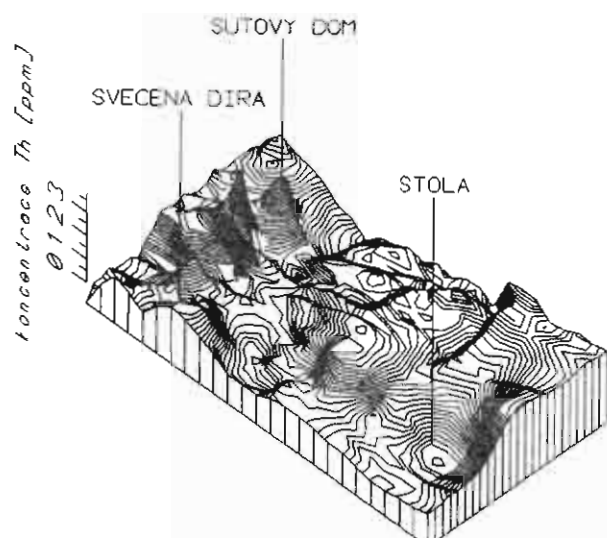
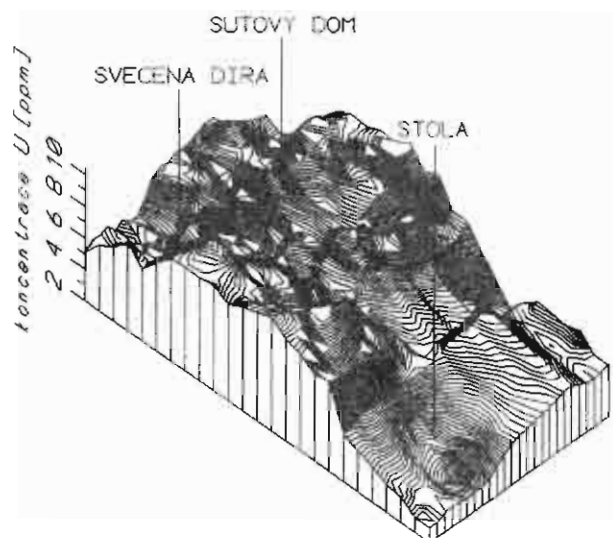
- 1 % K v hornině = 313,00 Bq.kg⁻¹ ⁴⁰K
- 1 ppm U v hornině = 12,35 Bq.kg⁻¹ ²³⁸U
- 1 ppm Th v hornině = 4,06 Bq.kg⁻¹ ²³²Th

Hmotnostní aktivita, jejímž prostřednictvím vyjadřujeme úhrnnou gama-aktivitu prostředí v podobě ekvivalentního množství ²²⁶Ra (viz též Štelcl, Zimák 1998b), byla vypočtena pomocí vztahu:

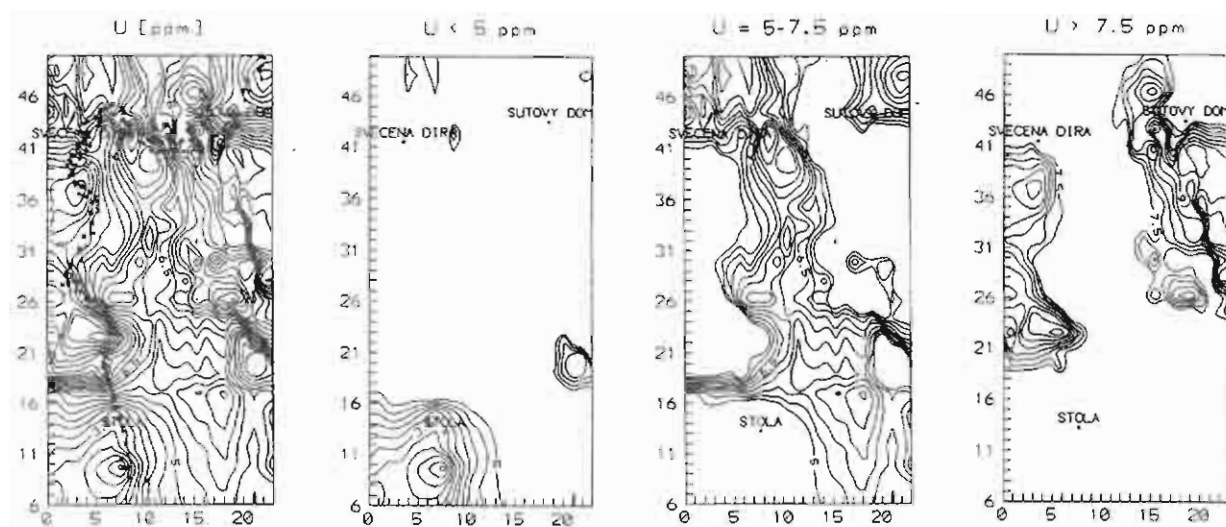
$$a_m = 12,35U + (1,25 \times 4,06Th) + (0,086 \times 313K),$$

kde obsahy U a Th jsou uváděny v ppm, obsahy K v hm. %.

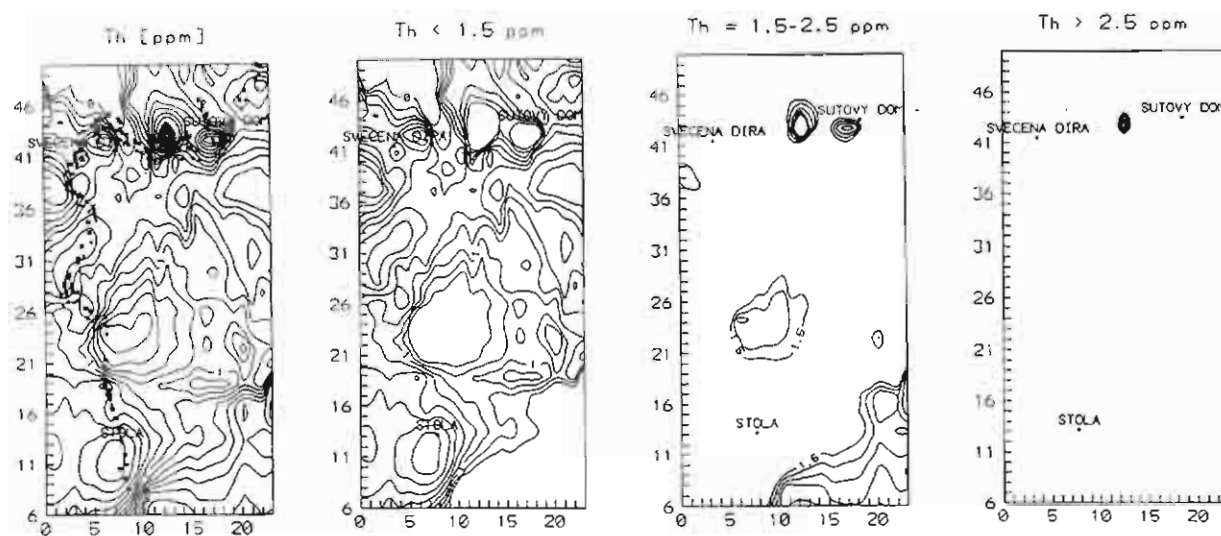
Podle Zák.č. 18/97 Sb. „Atomový zákon“ a jeho prováděcích vyhlášek (např. Vyhl.č. 184/97 Sb. „O požadavcích na zajištění radiální ochrany“) nesmí v případech pobytových místností přesahovat hmotnostní aktivita vypočtená podle výše uvedené rovnice hodnotu 370 Bq.kg⁻¹, přičemž za pobytové místnosti se považují takové, u nichž součet doby pobytu všech osob v daném prostoru přesahuje 1000 hodin ročně (v této souvislosti by pro speleoterapeutické účely předpokládán podzemní prostory Javoříčských jeskyní odpovídaly charakteru pobytových místností).



Obr. 2 - Distribuce gamaspektrometricky stanovených obsahů U a Th v devonských vápencích Javoříčských jeskyní vyjádřená prostorovými diagramy



Obr. 3 - Distribuce obsahu U v devonských vápencích vyjádřená v sumárním diagramu a v diagramech s hladinami pod 5 ppm U, od 5 do 7,5 ppm U a nad 7,5 ppm U



Obr. 4 - Distribuce obsahu Th v devonských vápencích vyjádřená v sumárním diagramu a v diagramech s hladinami pod 1,5 ppm Th, od 1,5 do 2,5 ppm Th a nad 2,5 ppm Th

Jednotlivé úseky studovaných podzemních prostor se výše uvedeným způsobem vypočtenými hodnotami hmotnostní aktivity značně liší (viz obr. 1 a tab. 1). Zatímco ve vstupní štole, která je vyražena v krasovém takřka nedotčených vápencích, jsou hodnoty a_m relativně nízké, v Jeskyních Míru a ve v. části Javoříčských jeskyní je hmotnostní aktivita poněkud vyšší, avšak i zde zjištěná maxima dosahují jen zhruba poloviční hodnoty ve srovnání s $a_m = 370 \text{ Bq.kg}^{-1}$. Na základě těchto poznatků nelze zvýšenou tvorbu radonu v daném horninovém prostředí předpokládat, neboť ani v jeskynních hlínách a sintrech nejsou obsahy přirozených radioaktivních elementů a s nimi související hodnoty a_m příliš vysoké.

Distribuce gamaspektrometricky stanovených obsahu U a Th ve vápencích sledované části Javoříčského krasu je znázorněna na obr. 2 až 4. Z těchto obrázků je zřejmé, že jak obsahy uranu, tak i thoria se zvyšují od vstupní štoly, přes Jeskyně Míru až do v. části Javoříčských jeskyní, kde byly nejvyšší obsahy obou prvků zjištěny v

Dómu gigantů. Tento poznatek může souviset jak s litologií devonských vápenců, tak se stupněm jejich zkrasování a s účinky krasových vod.

Obsahy U a Th v sintrech lze rovněž považovat za celkově nízké. Koncentrace obou sledovaných elementů se i na relativně malých vzdálenostech vyznačují značnou variabilitou (toto bylo zjištěno např. ve v. části Javoříčských jeskyní, tj. Dómu gigantů a Suťovém dómu). Specifickým rysem sintrů v z. části Javoříčských jeskyní (tj. v Síní tisíců brček a Pohádkových jeskyních) jsou gamaspektrometricky nedetekovatelné obsahy Th a relativně nízké obsahy U.

Na základě stanovených hodnot (viz tab. 1) lze v souladu s literárními údaji devonské vápence, sintry a dokonce i jeskynní hlíny považovat za geochemickou facii nízkého poměru Th/U (viz např. Štelcl - Zimák 1998b), která silně limituje tvorbu radonu v daném prostředí.

Získané výsledky dokládají vhodnost Javoříčských jeskyní pro zřízení dětské speleoterapeutické léčebny.

Literatura

- Matolín, M. (1992): Stanovení radonového rizika geologického podloží (technické texty). MS. UK Praha.
 Štelcl, J. - Zimák, J. (1997): Jeskynní hlíny Javoříčských jeskyní. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 17-18. Brno.
 Štelcl, J. - Zimák, J. (v tisku): Sedimentárně petrografické a geochemické studium Javoříčských jeskyní. - Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.
 Štelcl, J. - Zimák, J. (1998b): Zhodnocení obsahu a distribuce přirozených radioaktivních prvků v prostoru speleoterapeutické léčebny na 2. patře ložiska Zlaté Hory-jih. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 109-112. Brno.
 Zimák, J. - Štelcl, J. (1997): Geochemie vápenců Javoříčských jeskyní. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 95-96. Brno.

KVANTITATIVNÍ FÁZOVÁ ANALÝZA VE SMĚSÍCH S OBSAHEM ELEKTRÁRENSKÝCH POPÍLKŮ

Quantitative phase analysis of the mixtures with fly ashes

Václav Vávra

Katedra mineralogie, petrografie a geochemie, PřF MU Brno, Kotlářská 2, 602 00 Brno, e-mail vavra@sci.muni.cz

Key words: XRD, quantitative X-ray analysis, internal standard method, RIR

Stanovení fázového složení hmot s obsahem elektrárenských popílků, popřípadě jiných stavebních hmot (cementy, betony), je klasickou chemickou analýzou prakticky nemožné. Značné množství fází a jejich podobné složení nedovoluje kvalitativně ani kvantitativně chemickou analýzu rozpočítat.

Vhodným řešením této problematiky je aplikace metod rentgenové práškové difrakce, které umožňují za určitých podmínek řešit jak kvalitativní, tak kvantitativní zastoupení jednotlivých fází ve vzorku.

Pro elektrárenské popílků a hmoty, které je obsahují, lze metodu rtg práškové difrakce velmi dobře využít. Pro výběr vhodné metodiky je třeba přihlídnout ke složení elektrárenských popílků. Podle typu spalování obsahují v podstatnějším množství (asi nad 3 hm.%) tyto fáze: křemen, anhydrit, kalcit, hematit, mullit, lime (CaO), sádrovec, bassanit, portlandit, ettringit, pyrit a akcesoricky i některé další. Složkou, která je důležitá z hlediska výběru metodiky kvantitativního stanovení, je amorfní podíl, který běžně vzniká přeměnou jílových minerálů a je tedy přítomen prakticky v každém vzorku.

S ohledem na pracnost přípravy vzorků a standardů a na možnost analýzy velkých sérií se jako nejvhodnější jeví metoda vnitřního standardu a metoda korundového čísla - RIR (reference intensity ratios). Veškerá měření byla provedena na katedře mineralogie, petrografie a geochemie PŘF MU na transmisním difraktometru STOE Stadi P v uspořádání na průchod, Co záření $K\alpha_1$ (40 kV, 25 mA), primární Ge monochromátor, lineární PSD detektor.

RIR - metoda korundového čísla

Tato metoda se označuje jako bezstandardová a je založena na principu měření intenzity difrakčních linií jednotlivých fází a následného přepočtu pomocí tzv. intenzitních faktorů. Intenzitní faktor (značí se RIR, B nebo I/I_c) je definován jako poměr intenzity analytického píku stanovované fáze vůči nejsilnější difrakční linii korundu (113) ve směsi 1 : 1 (hmotnostní %). Máme-li ve vzorku libovolnou fázi označenou I, platí:

$$\frac{I_1}{I_c} = B_1 \frac{c_1}{c_c}, \quad (1)$$

kde I_1 a I_c jsou intenzity zvoleného píku fáze I, resp. intenzita linie (113) korundu, B_1 je intenzitní faktor fáze I a c_1 , c_c jsou hmotnostní podíly fáze I a korundu. Podobný vztah lze zapsat i pro další fáze vzorku. Vztah jednotlivých fází lze vyjádřit bez veličin, vztahujících se ke korundu:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{B_1}{B_2} \frac{c_1}{c_2}$$

Abychom mohli pro n fází sestavit n rovnic, využijeme skutečnosti, že součet hmotnostních podílů komponent všech fází je roven 100%:

$$c_1 + c_2 + \dots + c_n = 1 \quad (2)$$

Obecné řešení soustavy rovnic pro n fází je:

$$c_i = \frac{I_i}{B_i} \bigg/ \sum_{j=1}^n \frac{I_j}{B_j} = I_i \bigg/ \sum_{j=1}^n I_j \frac{B_i}{B_j}, \quad (4)$$

kdy index i označuje veličiny právě stanovované fáze a index j označuje veličiny ostatních fází (B-intenzitní faktor,

I-integrální intezita, c-hmotnostní podíl).

Abychom mohli tuto metodu aplikovat, musíme nejdříve stanovit intenzitní faktory potřebných fází, v našem případě fází výše uvedených. Nejběžnější je příprava sady analytických směsí fáze : korundu v poměru 1 : 1. Lze použít i jiné metody, např. měření čistých fází a čistého korundu, ale zde musíme počítat s hmotovými absorpčními koeficienty, nebo můžeme intenzitní faktory spočítat ze známých struktur fází.

V tabulce I jsou uvedeny výsledky měření tří sad směsí fáze - korund. Uvedeny jsou intenzitní faktory vybraných analytických píků.

Závěrem je třeba přihlídnout ke dvěma aspektům. První z nich je nespornou výhodou této metody - intenzitní faktory změříme při daném přístrojovém uspořádání jednou provždy, takže jsou použitelné při jakémkoliv následujícím stanovení. Druhý aspekt je (v tomto případě) nevýhoda vyplývající z rovnice (3) - nepředpokládáme přítomnost neidentifikované nebo amorfní fáze. Tento problém řeší následující metoda vnitřního standardu.

Metoda vnitřního standardu

V této metodě přidáváme k analyzovanému vzorku známé množství vnitřního standardu. Metoda je velmi univerzální a má celou řadu výhod. K nejdůležitějším patří automatická korekce instrumentálních efektů, nezávislost na absorpci jednotlivých fází a možnost kalibrace pozic difrakčních píků podle standardu. Metodu lze využít i při analýze jedné fáze vícefázové směsi, aniž bychom museli analyzovat ostatní fáze. Hlavní nevýhodou metody je poměrně značná časová náročnost při přípravě a měření standardních směsí.

Váhový podíl neznámé fáze ve vzorku po přidání vnitřního standardu je :

$$c'_j = c_j (1 - c_s), \quad (5)$$

kdy c_j je hmotnostní podíl v původním vzorku a c_s je hmotnostní podíl vnitřního standardu. Pro intenzity analytických difrakcí stanovované fáze a standardu můžeme napsat tyto vztahy:

$$I_{ij} = K_{ij} c_j (1 - c_s) / \mu_d^* \quad (6)$$

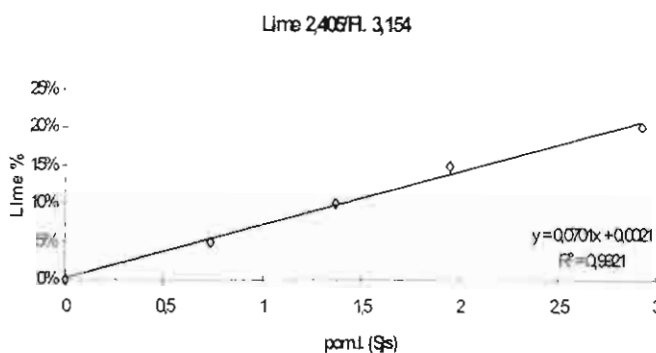
$$I_{hs} = K_{s,s} / \mu_d^* \quad (7)$$

fáze	analytický pik d/(hkl)	1. měření	2. měření	3. měření	průměrná hodnota	směrodatná odchylka
křemen	3,343 / (101)	3,034	4,685	4,157	3,959	0,689
kalcit	3,035 / (104)	3,267	4,133	3,267	3,556	0,408
hematit	2,700 / (104)	1,674	1,427	1,608	1,570	0,104
sádrovec	4,283 / (021)	0,992	1,164	1,075	1,077	0,070
anhydrit	3,499 / (020)	1,656	1,884	1,986	1,842	0,138
bassanit	2,803 / (204)	1,349	1,284	1,364	1,332	0,035
portlandit	2,628 / (101)	1,506	2,591	1,927	2,008	0,446
lime	2,406 / (200)	3,231	3,107	3,395	3,244	0,118
ettringit	9,720 / (100)	2,244	2,130	2,043	2,139	0,082
pyrit	2,706 / (200)	1,575	1,668	1,553	1,599	0,050
mullit	3,390 / (210)	2,446	3,044	2,196	2,562	0,356

Tab. I - Intenzitní faktory zvolených difrakcí zájmových fází

Lime/Fl.	série 1	R^{*2}	série 2	R^{*2}
Lime 2,777(36) / Fl. 3,154(92)	$y = 0,1812x - 0,0004$	0,9992	$y = 0,1899x - 0,0031$	0,9966
Lime 2,777(36) / Fl. 1,932(100)	$y = 0,1635x + 0,0027$	0,9931	$y = 0,1801x - 0,0007$	0,9960
Lime 2,405(100) / Fl. 3,154(92)	$y = 0,0701x + 0,0021$	0,9921	$y = 0,0777x - 0,0062$	0,9949
Lime 2,405(100) / Fl. 1,932 (100)	$y = 0,0629x + 0,0056$	0,9823	$y = 0,0738x - 0,0039$	0,9971
Lime 1,701(54) / Fl. 1,932 (100)	$y = 0,1643x - 0,0007$	0,9977	$y = 0,155x - 0,0017$	0,9938

Tab. 2 - Rovnice regresních přímek pro uvedené difrakce CaO s vnitřním standardem CaF₂ (y = hmotnostní podíl fáze, x = poměr intenzit)



Obr. 1 - Lineární závislost c_l na poměrech intenzit difrakce 2,405 (CaO) a 3,154 (fluoritu)

příčerný index s označuje vnitřní standard a μ_a^* je hmotový absorpční koeficient vzorku se standardem. I_{ij} je intenzita i -té difrakce j -té fáze a I_{hs} je intenzita h -té difrakce zvoleného standardu. Poměr intenzit I_{ij} / I_{hs} je nezávislý na absorpci vzorku:

$$S_{js} = I_{ij} / I_{hs} = K_{ij}(1 - c_s)c_j / K_{hs}c_s \quad (8)$$

K výpočtů používáme obecné vyjádření lineární závislosti hmotnostního podílu fáze na poměru intenzit S_{js} :

$$c_j = B + QS_{js} \quad (9)$$

Koeficienty B a Q stanovíme z regresní přímky standardních směsí.

Prakticky můžeme dokumentovat tuto metodu na fázi CaO (lime). Byly připraveny dvě sady směsí s obsahem 5%, 10%, 15% a 20% CaO a vždy stejným podílem vnitřního standardu (10% fluoritu). V první sadě bylo jako ředidla (matrix) použito korundu a v druhé sadě amorfního skla. Po jejich změření byly získány dvě lineární závislosti pro zvolené difrakce (tabulka 2, graf 1). Určení chyby stanovení podle Zevina - Kimmela (1995) nemohlo být provedeno z pouhých dvou sad měření.

Podobně jako pro CaO byli připraveny standardní směsi i pro ostatní fáze (křemen, anhydrit, kalcit, hematit, mullit, sádrovec, bassanit, portlandit, ettringit a další).

fáze	navážka	výsledek
křemen	10%	10%
anhydrit	15%	15%
kalcit	10%	7%
bassanit	15%	13%
portlandit	5%	6%
lime	10%	7%
amorf	35%	41%
celkem	100%	100%

Tab. 3 - Navážka fází umělé směsi a výsledek stanovení

Při rutinních analýzách je pro první stanovení použito zpravidla metody RIR, čímž dostaneme poměry hmotnostních podílů krystalických fází. Jelikož amorfni složka je přítomna v převážné většině vzorků s popílky, je třeba využít metody vnitřního standardu k určení skutečných hmotnostních podílů jednotlivých složek. U několika fází stanovíme hmotnostní podíl metodou vnitřního standardu a výsledky z RIR podle nich přepočteme, nebo lze použít vnitřního standardu, jehož hmotnostní podíl známe. Deficit do 100% patří amorfni podílu a neidentifikovaným fázím.

Pro kontrolu získaných údajů bylo připraveno několik umělých směsí a popsáním způsobem stanovení podíl jednotlivých fází. Jedna z těchto směsí a výsledek stanovení je uveden v tabulce 3. Aby byly potlačeny náhodné chyby v měření intenzit, bylo použito u všech stanovení více difrakčních linií a výsledek je průměrem získaných hodnot. V případě kalcitu je chyba stanovení způsobena částečnou přednostní orientací kalcitu použitého pro standard.

Uvedené postupy stanovování fází jsou použitelné pro nejrůznější typy směsí, které obsahují studované fáze. Kalibrační křivky lze např. využít ke stanovení křemene, pyritu nebo magnetitu ve vzorcích hornin, ke stanovení zastoupení portlanditu v cementu a v řadě dalších aplikací.

Literatura

- Smrček, L. ed. (1994) : Difrakce na polykrystalických látkách. - R&D Print. Bratislava.
Zevin, L.S. - Kimmel, G. (1995) : Quantitative X-Ray Diffractometry. - Springer. New York.

ČERVENCOVÁ POVODEŇ V OBLASTI JESENÍKŮ - PŘÍČINY, PRŮBĚH A NÁSLEDKY

July flood in the Jeseníky area - reason, course and after-effects

¹Jan Vít, ²Jaroslav Aichler, ²Vratislav Pecina

Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno

Český geologický ústav, PS 65, 790 00 Jeseník

Key words: Jeseníky area, flood, hydrometeorological situation, description of the after-effects

Úvod

Počátkem července 1997 postihla Moravu a sv. část Čech katastrofa svým rozsahem nejhorší od konce II. světové války - povodeň se svou mnohde větší než "stoletá voda". Určení příčin je sice možné popsat, ale detailně popsat následky by i jen omezeného regionu jako jsou Jeseníky, je v podstatě nemožné. Tento příspěvek si tedy klade za cíl shrnutí textové části zprávy s názvem "Zpráva o rekognoskaci následků povodně ve dnech 7. - 9. 7. 1997 na horních tocích řek Bělé, Moravy, Branné, Desné a Opavy", uložené v archivu Českého geologického ústavu a tím ji přiblížit širší veřejnosti. Byly v ní dokumentovány nejvíce postižené plochy, včetně změn toků, ploch se zvýšenou sedimentací a projevy boční eroze, sesuvy i významné ronové rýhy obnažující skalní podloží na vodních tocích: Staříč (Ramzová - Jeseník), Branná (Ostružná - Hanušovice), Krupá (soutok s Moravou - erodovaná silnice před žel. st. Vysoké Žibřidovice), Morava (Vlaské - Bohdíkov), Desná (Rapotín - Kouty n. Desnou), Bělá (Jeseník - Mikulovice), Černá Opava (Drakov - Vrbno p. Pradědem) a Opava (Karlovice - Pocheň).

Meteorologické příčiny povodně

V pátek 4. 7. došlo k přechodu studené fronty od Z, jejíž j. konec se začal o horský masív Alp vlnit. Z frontální vlny se vytvořila samostatná tlaková níže, která přešla naše území a poté svůj střed udržovala v oblasti v. Slovenska a Ukrajiny. Postupně okludující frontální systém byl během nedělního večera znovu aktivizován, a proto intenzivní srážky pokračovaly na Moravě do úterka a v její nejvýchodnější části zcela ustaly až ve středu.

Z radarových měření a satelitních snímků ČHMÚ vyplývá, že první intenzivnější srážky bouřkového charakteru se na studené frontě objevily v sz. polovině Čech v pátek 4. 7. odpoledne a během večera i na Moravě. V noci se začalo vyjasňovat a jen tu a tam se objevily přeháňky. V sobotu 5. 7. se frontální vlna začala z oblasti Alp přesouvat na SV a první trvalé srážky se objevují po 12. hodině v j. Čechách. O hodinu později zasahují již značnou část J Čech a Moravy a postupně se rozšiřují na S. Odpoledne vydatně prší hlavně na Svitavsku a

Zábřežsku. Od večera se intenzivní dešť omezuje do pruhu srážek Českomoravská vrchovina - Svitavsko - Jeseníky, který přetrvává až do půlnoci, kdy se na j. konci částečně rozpadá. V ranních hodinách **neděle 6. 7.** se srážky přesunují na v. Moravu a v z. části Českomoravské vrchoviny slábnou. Před polednem slábnou srážky v Jeseníkách, ale v odpoledních a večerních hodinách zde opět zesilují. Kromě v. části Moravy začalo výrazně pršet i v j. Polsku (na s. straně Jeseníků). Ve večerních hodinách se srážky rozšířily i do v. Čech. Jedná se vlastně o pruh srážek směru VJV-ZSZ, který se postupně přesunuje na JZ. V **pondělí 7. 7.** v ranních hodinách začíná ztrácet na intenzitě a částečně se rozpadá. Na Moravě prší jen v Beskydech. Kolem poledne začíná znovu pršet na S a V Moravy, ve 14 hodin prší na celé Moravě s výjimkou Ostravska. V 16 hodin vzniká nad Moravou pruh srážek ve směru S-J, který postupuje na Z. Na něm ve večerních hodinách velmi intenzivně prší v sv. polovině Českomoravské vrchoviny a před půlnoci i v Jeseníkách. V **úterý 8. 7.** kolem 5. hodiny ranní srážky postupně slábnou a ustupují na V, ale kolem 10 hod. opět zesilují na s. Moravě, kde, vyjma krátké prodlevy mezi 14 a 15 hodinou, pokračuje mnohdy velmi intenzivní dešť až do půlnoci. Teprve po půlnoci a v časných ranních hodinách ve **středu 9. 7.** dochází k výraznému zeslábnutí srážkové činnosti, ale dešť zcela opouští republiku až po poledni.

Konkrétní srážkové úhrny jsou ohromující. Jak vyplývá z materiálu Okresního úřadu v Jeseníku - zprávy "Povodeň, červenec 1997" - spadlo ve dnech 4. - 8. 7. na Rejvízi 513 mm srážek, v Jeseníku 512 mm, na Pradědu 454 mm, v Bělé 439 mm, na Ramzové a v Heřmanovicích 428 mm, v Branné 328 mm a nejméně v Červené Vodě 196 mm. V Jeseníku byly úhrny srážek rozvrženy takto: 4. 7. - 29 mm, 5. 7. - 88 mm, 6. 7. - 189 mm, 7. 7. - 167 mm a 8. 7. - 39 mm, přičemž ve dnech 6. a 7. 7. padl dosavadní rekord jednodenního úhrnu, který držel 23. červenec roku 1914 s 94,2 mm srážek.

Průběh a následky povodně v okresech Jeseník, Bruntál a Šumperk

Průběh povodně bylo možné poměrně dobře zrekonstruovat dle dostupných zpráv účastníků a informací

v regionálním i celostátním tisku a s pomocí informací na internetu. Stránka <http://www.webhouse.cz/zaplavy/> obsahovala a částečně i dnes obsahuje zprávy o záplavách a jejich následcích, fotografie a další informace. Jednotlivé okresní úřady zpracovaly povodňové přehledné zprávy, které dokumentují průběh povodní, vyčíslují přehled škod a obsahují i některé návrhy na technická i organizační řešení vedoucí ke snížení dopadů při vzniku podobných přírodních katastrof.

V **okrese Jeseník** povodeň způsobily intenzivní dešťové srážky, které začaly v Jeseníku v sobotu 5. 7. 1997 k večeru. V průběhu noci přešel déšť v průtrž mračen, která pokračovala i v průběhu neděle 6. 7. Již v neděli se na několika místech vyčila řeka Bělá. V pondělí 7. 7. byl vyhlášen stav ohrožení. Ze zprávy povodňové komise MV ČR ze dne 7. 7. 97 (Jesenický týdeník č. 26-27) vyplývá, že v 15 hodin byl Jeseník odříznut od vnitrozemí jak po silnici, tak i po železnici a byl přístupný pouze přes hraniční přechod Bílý Potok. Řeka Bělá v úseku Česká Ves a Mikulovice tekla celou šířkou údolí, kde čekalo v odpoledních hodinách na evakuaci vrtulníky nebo obojživelnými vozidly 20 - 40 lidí. Uzavřena byla i silnice I. tř. č. 44 v úseku Česká Ves - Mikulovice.

Během července zasáhly okres Jeseník dvě vlny povodní, z nichž první byla mimořádnou živelnou pohromou. Z 23 měst a obcí okresu bylo zasaženo 22, z toho živelnou pohromou 6. Povodeň se vyznačovala prudkostí a ničivostí velkého množství vody. V Písečné zahynula jedna žena. V první vlně bylo evakuováno 390 osob, ve druhé 220. Zničeny byly železniční a silniční spoje, okres se ocitl bez pitné vody, elektřiny, plynu a telefonického spojení. Celkem bylo poškozeno 260 domů, z nichž 25 bylo zničeno (na 20 domů vydán demoliční výměr, potvrzení o odplavení bylo vydáno 5). Celkem byly škody na majetku na okrese Jeseník vyčísleny ve výši 1.982.948 tis. Kč (škody na obecním majetku, na místních komunikacích, ekologické škody, škody na kulturních památkách a na zdravotnických zařízeních).

Podrobný popis škod, které vznikly na tocích a na technických zařízeních Bělé a Staříče, je uveden v souhrnné zprávě OÚ Jeseník a Povodí Odry.

V **Šumperku** se po dvoudenním intenzivním dešti začala v neděli 6. 7. večer výrazně zvedat také hladina řeky Desná. Již během noci se dostala voda řeky do ulic města, kde kulminovala v úterý 8. července. V tu dobu bylo zaplaveno asi 25 % rozlohy města. Voda nezasáhla ve větším rozsahu síť obchodů a služeb. Zatopeno však bylo několik průmyslových závodů, vlakové i autobusové nádraží. Město bylo prakticky odříznuto od světa. Poškozeno bylo několik domů, které neměly podsklepení. Nově postavené domy na ulici Vikýřovická odolaly i velmi silnému proudu vody, který trval dva dny. Ve stejné části města byla stržena část železničního mostu a most pro pěši přes řeku Desnou. Pod vodou byla i průjezdni silnice městem a město bylo dostupné pouze nákladními automobily po objížďkách. Voda ustoupila během středy a čtvrtka. Od pátku probíhalo odstraňování bahna, čištění ulic a odvážení odpadu ze zatopených sklepů. Vesnice

směrem k Jeseníkům přišly o značnou část svých komunikací a také poškození domů bylo mnohem větší. Zázrakem zůstaly nedotčeny Lázně Velké Losiny.

Škody v okrese Šumperk jsou odhadnuty na více než 2,5 mld. Kč. Poškozena byla železniční, silniční a telekomunikační síť, rozvody elektřiny, plynu, vody a kanalizace. Odhadnuté materiální škody v městě Šumperk jsou cca 16 mil. Kč bez vyčíslení škod na sítích (silnice, železnice, rozvody elektřiny, telefonů, plynu, vody a kanalizace atd.). Bylo zaplaveno 248 objektů a poškozeno nebo vyplaveno 840 bytů. Většina škod je odstraňována svépomocí města a obyvatel.

Na **okrese Bruntál** byla postižena s. část jeho území, a to hlavně v povodí Opavy a Opavice. Z větších měst byl na okrese Bruntál patrně nejvíce záplavami poškozen Krnov, kde se vlevala Opavice do Opavy. Voda v Krnově zcela zničila 120 bytů, silně poškozeno bylo 267 rodin. Zřítilo se i několik domů. Tři mosty byly strženy a zbývajících 7 poškozeno. Ke značným materiálním škodám, které způsobila velká erozní a unášecí síla Opavy, došlo v Ludvíkově, Vrbně p. Pradědem, Karlovicích, Pochni a Široké Nivě. Poškozeny byly i Albrechtice, Zátor, Brantice, Jindřichov. Zcela byla zničena silnice z Viděle do Vrbna, zničena byla většina mostů ve zmíněných obcích. Podobně měla i velká sběrná oblast srážek za příčinu ničivou sílu povodně v povodí Opavice, kde byly silně poničeny komunikace, inženýrské sítě a množství obytných domů.

Celkové škody na státních nemovitostech na okrese Bruntál byly odhadovány na 1 118 mil. Kč, na obecním nemovitém majetku na 1 250 mil. Kč, na podnikovém nemovitém majetku 206 mil. Kč, na občanském nemovitém majetku na 293 mil. Kč a na občanském movitém majetku na 111 mil. Kč. Přitom celkové škody na místních komunikacích v okrese Bruntál byly odhadnuty na 421 mil. Kč, škody na tratích ČD pak 176 mil. Kč (z toho 150 mil. Kč na trati Vrbno - Milotice).

Katastrofální srážky způsobily škody v lesích, kde došlo k poškození cest, svážnic, mostků, ke vzniku sesuvů, erozních rýh a strží (celkové škody v lesním hospodářství v majetku LČR na okrese Jeseník byly vyčísleny na 200 mil. Kč).

Značná škoda vznikla v oblasti zmíněných tří okresů mnohým firmám. Zničeny a poškozeny byly některé průmyslové objekty a skladové haly v blízkosti vodních toků (Vrbno p. Pradědem, Loučná p. Pradědem, .), poškozena byla technologie či zásoby. Např. v papírnách firmy MORPA v Jindřichově sahala voda v halách u papírenského stroje č. 2 do výšky 2,10 m a v halách zůstal nános půl metru bláta. Byly zničeny přístupové komunikace, mosty, laboratoře, rozvody médií i tuny papíru k expedici (celkové škody kolem 70 mil. Kč, ČM Profit č. 31/97). Některé menší firmy se zničeným majetkem patrně ukončí svou činnost.

I firmy, jejichž objekty nebyly přímo zasaženy povodní, utrpěly ztráty způsobené dopravním a telekomunikačním obtížím. Celý jesenický okres byl bez telefonického spojení, stejně jako s. část okresu Bruntál.

Ztráty přinesou místním firmám poškozené železnice. Silně byla poškozena železnice z Šumperku do Jeseníku, z Vrbna p. Pradědem do Milotic a ze Šumperka do Kout n. Desnou. Velké škody byly způsobeny Telecomu. Několik týdnů byla některá vedení mimo provoz (např. spojení Jeseníku s městem Zlaté Hory a obcemi Písečná, Supíkovice a Velké Kunčice), silně byly např. poškozeny nově položené kabely mezi Brannou a Hanušovicemi, Vrbnem a Šírokou Nivou aj.

Podrobný přehled škod na území sledovaných okresů je uveden v přehledných zprávách, které jednotlivé okresní úřady vypracovaly, tato data byla publikována v denním tisku a byla dostupná na Internetu.

Popis poznatků z rekognoskace jednotlivých toků

1. Řeka Staříč (Jeseník - Ramzová)

V průběhu povodní došlo ke vzniku ponoru části toku Staříče mezi Horní Lipovou a Ramzovou. Silně byly poškozeny komunikace vedoucí bezprostředně podél řeky v Horní Lipové a Lipové-lázních, včetně několika mostů. V ohybu řeky u penzionu Helios byl zcela erodován celý profil aluvia s násypy parkoviště mezi řekou a penzionem. V Lipové-lázních bylo poškozeno 9 domů a 2 zcela zničeny. Zaplaveny byly objekty firem BSZ a HARD v Jeseníku. Silná boční eroze ohrozila i stabilitu jednoho panelového domu na Lipovské ul. v Jeseníku a zcela zničila část silnice v ohybu Staříče před lékárnou na Fučíkově ulici.

2. Řeka Bělá (Bělá p. Pradědem - Mikulovice)

V horní části povodí řeky Bělá a jejích přítoků se projevila velká erozní síla jednotlivých toků dotovaných vysokými srážkami ve vrcholové části Jeseníků a podmíněná prudkými spády toků. Bylo silně erodováno koryto Bělé a její nárazové břehy a došlo zde k odkrytí množství výchozů a menších defilé podloží. Podmáčení terénu vedlo lokálně ke vzniku plošných (Videlské sedlo) i proudových (pod Vysokým vodopádem) sesuvů. Několik menších sesuvů řádu metrů až ojediněle i prvních desítek metrů bylo zjištěno v obci Bělá v nárazových březích řeky. Podél toku Bělé nad Jeseníkem byly poškozeny silnice, několik domů bylo silně poničeno a zničeno. Poškozeny byly objekty Jesanu v Adolfovicích. V jižní části Adolfovic a v Bukovicích se projevila již hojná písčité sedimentace mimo erodované části zaplaveného údolí, dosahující až půl metru. Mosty vybudované v roce 1905, tedy po předcházející velké povodni, velkou vodu vydržely.

Průtok Bělé v Jeseníku dosáhl v ranních hodinách dne 7.7. 215 m³.s⁻¹, přičemž normální stav před povodní zde byl kolem 10 m³.s⁻¹. Jedná se tedy o více než dvacetinásobek normálního průtoku. Hladina pak ještě jednou téhož dne kulminovala nad hodnotou 200 a následující den na hodnotě ca 190 m³.s⁻¹. Následně pak hladina vody klesala a do normálu se dostala koncem měsíce července. V Jeseníku byla v prostoru nově budovaného obchvatu u autobusového nádraží zcela erodována nivní terasa s návozem a kanalizací za nedostavěnou opěrnou zdí. Strženy byly železné lávky u kina a v parku. Pod soutokem Bělé se Staříčem byl zcela

zničen nový most v České Vsi, který způsobil přesměrování koryta do zástavby a totální odplavení domku pod mostem. V České Vsi došlo ke zničení výměňkové stanice areálu služeb, voda zde podemlela nebo částečně poškodila nejvíce domů na okrese (112), zcela zničeno zde bylo 5 domů. Most u pozinkovny vydělal nápor vody, ale řeka vyhloubila nové koryto na levém břehu, které most obešlo a zničilo dům, který mu stál v cestě. Poškozeno až zničeno bylo v České Vsi několik km silnic, odbočka plynovodu za Řetězárnou a další inženýrské sítě. Fotbalové hřiště v České Vsi bylo pokryto půl metrem sedimentů. Provozy Řetězárny byly zaplaveny.

Silně bylo přepracováno koryto Bělé v Písečné, kde se řeka rozlila do značné šíře, poškodila 61 domů, dva zničila a strhla dva mosty. V úzkém údolí ve Studeném Zejfu došlo k poškození silnice, odplavení navážky strusky ze závodu a následnému sesuvu části strusky haldy. V Šírokém Brodu řeka silně erodovala nárazové břehy a strhla několik domů. Značné škody napáchala v Mikulovicích, kde poškodila 52 domů, 9 jich zničila a 3 odplavila. Poškozeny byly komunikace a inženýrské sítě.

3. Řeka Černá Opava (Drakov - Vrbno p. Pradědem)

Podemletím břehů mezi Drakovem a Mnichovem tvořených terasovými štěrky a deluvii došlo k několika menším sesuvům. Stržené stromy nesené vodou poté ucpaly mostek nad Mnichovem a způsobily vytvoření nového koryta a sedimentaci štěrku na louce. Boční erozí byla zničena značná část silnice na pravém břehu Černé Opavy v Mnichově, včetně jediného mostu. Zničen byl i most na soutoku Černé Opavy a Opavy ve Vrbně v místní části Železná. V Mnichově došlo v důsledku podmáčení k menším svahovým sesuvům.

4. Řeka Prostřední Opava (Vidly, Bílý Potok - Vrbno p. Pradědem)

Silnice mezi obcí Vidly a Vrbnem byla na mnoha místech zničena a v době rekognoskace nebyla dosud zprůjezdněna. Mohli jsme proto dokumentovat jen úsek zničený přímo ve Vidlech a mezi Vrbnem a Bílým Potokem. Podle sdělení dr. Tišnovské se vývěr minerálky u Bílého Potoka objevil na protějším břehu.

5. Řeka Bílá Opava (Karlova Studánka - Vrbno p. Pradědem)

Povodní bylo přepracováno řečiště Bílé Opavy v rezervaci Bílá Opava, ale i tok řeky pod Karlovou Studánkou, kde došlo pády stromů k přerušení elektrického vedení. Silně erodovány byly nárazové břehy v Ludvíkově, čímž došlo k poškození několika domů, penzionu Na stráni, objektu pily, silnice a dvou mostů.

6. Řeka Opava (Vrbno p. Pradědem - Pochěž)

Vrbno p. Pradědem bylo při záplavách silně poškozeno erozí i sedimentací. Řeka Opava, která zde vzniká soutokem tří Opav - Černé, Střední a Bílé, totiž odvodňuje velkou oblast vrcholové části Jeseníků. Porušené komunikace, zničené mosty a domy byly v místní části Železná. Poškozeny byly průmyslové objekty na pravém

břehu Opavy (dřevokombinát, sklárna). Silná sedimentace byla pozorována ve Vrbně na levém břehu pod mostem silnice do Mnichova, kde byly domy zasypány naplaveným štěrkopískovým a prachovým materiálem až nad okna. O 250 m níže po proudu došlo boční erozi k podemletí svahu na levém břehu a k následnému sesuvu v délce 100 m.

Ke značnému poškození došlo na železnici Vrbno p. Pradědem - Karlovice - Milotice, protože železniční svršek byl místy zcela erodován. Silně poničeny byly dále obce Karlovice, Pocheň a Široká Niva. V Karlovicích se Opava rozlila do značné šíře, řeka si vytvořila nové koryto, boční erozi v nárazových březích bylo značně poškozeno množství domů. Intenzivně byly erodovány a přepracovány údolní nivní sedimenty j. Karlovic, kde se údolí zužuje. Údolí bylo zaplaveno v celé šíři, erodované nivní sedimenty byly níže po proudu sedimentovány v tišinách (např. v Pochni či Široké Nivě).

7. Řeka Opavice (Heřmanovice - Albrechtice)

Značné škody způsobila řeka Opavice obohacená vodou z přítoků ze Sokolího Dolu a levostranného přítoku v Komoře, v Dolních Holčovicích, Hejnově a Hynčicích. Voda tekoucí většinou celou šířkou údolí zde na mnoha místech poškodila silnice, či je na několika místech zcela zničila, stejně jako většinu mostů. Boční eroze toku měla za následek podemletí základů domů a tím poničení množství obytných domů a rekreačních objektů. Poškozeny byly i ostatní sítě (telefon, vodovod). Na pravém břehu Opavice došlo v Hejnově (600 m z. od k. 673, Obecní hora) vlivem boční eroze k sesutí svahu v délce cca 35 m a výšce cca 6 m.

Byl zde pozorován vznik morfologicky výrazných dejekčních kuželů šířky 20-30 m. Kužely tvořené přeplaveným hrubším deluviálním materiálem vznikly v závěru ronových rýh na svahu levého břehu Opavice mezi Heřmanovicemi a Spálenou. Ronové rýhy porušily deluvium do hloubky cca 1-1,5 m díky soustředěnému toku srážkové vody po nepevných cestách.

Výrazná ronová rýha obnažila podložní horniny na svahu mezi Heřmanovickým sedlem a Příčnou horou v délce několik set metrů. Obnažené defilé bylo zdokumentováno a přispěje ke zpřesnění geologické mapy v tomto silně zakrytém terénu.

8. Řeka Branná (Ostružná - Hanušovice)

V úseku prozkoumaného aluviálního ložiska staurilitu pod Ostružnou došlo k přesměrování toku Branné spojenému s následnou sedimentací štěrkopískových uloženin na nivní hlíny.

Velké škody napáchala rozvodněná řeka pod městem Brannou, kde po zanešení svého původního koryta řeka na mnoha místech zničila travní porosty na aluviální nivě štěrkovou sedimentací, popř. se jimi zpětnou erozí od původních koryt proerodovala. Porušené patky sloupů vysokého napětí pak neudržely tlak hromadících se vodou nesených stromů, a došlo tak k jejich zřícení nebo naklonění. V nárazových březích byl na mnoha místech porušen okraj silnice nebo došlo k její totální erozi v délce

i několika desítek metrů, jak se tomu stalo na několika místech před Jindřichovem - Novými Losinami. Zde došlo také k erozi náspe železniční tratě, zničení prvního domu (1 mrtvý) a mostu. Proboření zmíněného betonového mostu těsně před Novými Losinami zapříčinilo vznik nového řečiště řeky, jehož opětne zaústění do původního řečiště vyvolalo vlnu zpětné eroze, která měla za následek ohrožení stability základů dalších dvou domů. V Jindřichově byla podemleta trať a u papíren zbořeny mosty u odboček na Pusté Žibřidovice. U jižnější z odboček bylo výrazně erodováno aluvium, zasažena byla i železniční trať a sloupky el. vedení.

9. Řeka Morava (Vlaské - Bohdíkov)

U Vlaského byla v nárazovém břehu zcela erodována silnice (podobně jako na Krupě 1,5 km s. od soutoku s Moravou). Velkým škodám se nevyhnulo město Hanušovice, které bylo zaplaveno z 90%. Zvláště poškozená byla oblast pod soutokem Moravy s Brannou, kde řeka narovnávala svůj tok (dnes již vrácen zpět), zničila místní hřiště s přístupovou cestou od silnice na Hynčice, podemletím způsobila sesuv v deluviích s následným nutným přemístěním nově postavené plynostanice, narušila stabilitu několika domů, odnesla většinu plotů zahrad v jedné polovině města a zničila patku železničního mostu v nárazovém břehu. V jižní části Hanušovic se ještě projevovala silná eroze břehů, ale dále k J se do popředí dostala v závislosti na rozšiřující se nivě sedimentace hrubozrnného materiálu v aluviální nivě.

10. Řeka Desná (Šumperk - Kouty n. Desnou)

V povodí Divoké Desné byla pozorována silná eroze koryta pod spodní nádrží přečerpávací elektrárny. Došlo zde k obnažení kabelů v erodovaných březích a k menším škodám na příjezdové komunikaci. Velké škody napáchala řeka Desná (znovu tak připomínajíc původ svého jména) v hojně osídlené nivě ve směru na Šumperk. V Rejhoticích byla v nárazovém břehu zcela oderodována silnice a poškozeny domy. Ve vlastní Loučné n. Desnou byla na úseku téměř 100 m zcela likvidován násep žel. tratě a značně poškozena novostavba domu a zcela zničena žel. zastávka vyjma provozních budov. Na J od Loučné n. Desnou byly poškozeny plechové skladištní haly a podemláním spojeném se sesouváním v nárazovém břehu byla narušena rekultivovaná skládka. U Filipové došlo k porušení žel. tratě v důsledku změny řečiště v aluviální nivě řeky. V Rapotíně byl zničen železniční most spolu s tratí v nejbližším okolí.

11. Řeka Merta (Vernířovice - Petrov)

Značné škody na lesních komunikacích způsobila ve svém horním toku řeka Merta a její přítoky. Na několika místech byla silnice zcela zničena, např. v Kosařích nebo silnice ze Sedmi Dvorů do Švagrova. Na mnoha místech zde došlo k menším, ojediněle i větším sesuvům. Sesuvem v důsledku podmáčení svahových sedimentů mocností přes 5-6 m ve Vernířovicích došlo k přehrazení řeky Merty a k jejímu rozlítí mezi zástavbu.

12. Rekognoskované sesuvy

V souvislosti se záplavami počátkem července 1997 došlo v okresech Bruntál, Jeseník a Šumperk ke vzniku svahových pohybů, většinou charakteru sesuvů. ČGÚ prováděl z pověření MŽP ČR v postižených okresech rekognoskaci a základní dokumentaci zjištěných sesuvů a ve spolupráci s okresními úřady a orgány místní správy jejich zařídění do kategorií podle hrozícího rizika.

Celkem bylo zdokumentováno ve zmíněných třech okresech 30 významnějších sesuvů, pouze tři sesuvy měly šířku přes 100 m (Hanušovice, Vrbno p. Pradědem, Videlské sedlo). Celkem 7 sesuvů jsme zde zařadili do třídy III (nejvyšší riziko). Na těchto sesuvech byly v závěru roku provedeny inženýrsko-geologické průzkumy a navrženy projekty stabilizace. Přehledně byly rekognoskované sesuvy shrnuty v závěrečné zprávě Aichler - Pecina (1997).

K hlavním faktorů vzniku sesuvů na sledovaném území patřily boční eroze řek a podmáčení terénu. Byly sledovány hlavní nepříznivé geologické a geomorfologické faktory, které podmiňují vznik svahových pohybů. Nevhodné zásahy člověka do terénu a vodního režimu a nedostatečné zajištění břehů řek proti erozi byly častou příčinou vzniku zjištěných svahových pohybů. I když oblast okresů Jeseník, Šumperk a Bruntál nepatří díky své geologické stavbě k typickým sesuvným oblastem, není možno ani zde jejich riziko vyloučit. Zvláště při budování nových silnic, cest a staveb na svažitém terénu nebo u pat svahů - tedy v terénu s větší geologickou predispozicí ke vzniku sesuvu, je nutno k tomuto riziku přihlížet a možným škodám předcházet vhodným technickým řešením staveb (Aichler - Pecina 1997).

Závěry rekognoskace

Celkové poznatky z rekognoskace následků ničivé povodně v první dekádě července 1997 a z dokumentace postižených oblastí je možné shrnout do několika

základních bodů:

Ničivou sílu je možné pozorovat až u toků s větším povodím. Koryta menších potoků a říček byla pro tento typ srážek relativně dostatečně dimenzována. Plochy zničené ronovou erozí nebyly rozhodně hojným jevem a omezily se jen na místa ovlivněná člověkem, např. cesty, nezatravněné a nezalesněné svahy ap.

Ničivá síla toků s nejtragičtějšími následky se projevila hlavně v nárazových březích zákrut, kde docházelo k ústupům břehu mnohdy až o několik desítek metrů. V těchto místech se nachází převážná většina zničených komunikací, silnic i železnic (např. Nové Losiny, Karlovice, Loučná n. Desnou ap.) a rovněž i částí domů. V ojedinělých případech došlo dokonce i k jejich naprosté likvidaci (Česká Ves, Mikulovice, Písečná, Loučná n. Desnou ap.). V některých případech se v důsledku boční eroze pod většími svahy vytvořily plošné sesuvy (např. Vrbno p. Pradědem, Loučná n. Desnou, Hanušovice, aj.).

Velmi často došlo k zanesení koryt velkým množstvím neseného materiálu z boční eroze a následně k „volnému putování“ řeky v aluviu. Kromě toho často docházelo k sedimentaci jemnozrnných písků v tišinách (např. mezi domy, za překážkou) až do výše jednoho metru. Pozorována byla i sedimentace hrubšího materiálu šterkopískového a šterkového materiálu (např. Vrbno p. Pradědem, Bohdík, atd.).

Velkým problémem se staly pobožené mosty, popř. jiné překážky, které tok usměrnily mimo stávající koryta a při vytváření nových řečišť byly ohroženy domy (např. Nové Losiny, Karlovice aj.). Hojně se takovými překážkami stávaly spadlé stromy z podemletých břehů, které se zachytily o mosty nebo jiné překážky a následně došlo k odklonění toku řeky v rámci aluvia. Ukázalo se také, že konstrukce nových, mnohde zřícených mostů, byla špatná. Naopak staré betonové mosty postavené v roce 1905 po ničivé povodni katastrofální červencovou povodeň vydržely.

Poznámky:

Primární dokumentační mapy, primární dokumentace i kompletní fotodokumentace jsou uloženy na pracovišti ČGÚ v Jeseníku.

Pokud v některých částech toků nemáme fotodokumentaci, je to proto, že nám bylo proti mysli fotografovat vzniklou spoušť před postiženými obyvateli.

Literatura

Aichler, J. - Pecina, V. (1997): Přehled sesuvů dokumentovaných na okresech Jeseník, Šumperk, Bruntál a Opava. - MS, ČGÚ, Praha.

Povodeň - červenec 1997. - Okresní úřad Jeseník.

Souhrnná zpráva o povodni červenec 1997. - Okresní úřad v Bruntále.

Speciál Jesenického týdeníku věnovaný povodním (1997).

DYNAMIKA ZMĚN V OBSAZÍCH ANORGANICKÝCH A ORGANICKÝCH POLUTANTŮ: APLIKACE MODELOVÉHO ŘEŠENÍ

Dynamics of changes in the content of inorganic and organic pollutants:
Application of the model analysis

Josef Zeman², Pavel Müller¹, Zbyněk Boháček¹, Jan Toul¹, Miloslava Kovářová¹, Martin Komárek²

¹Český geologický ústav, Praha, pobočka Brno, Leitnerova 22, 658 69 Brno

²PřF MU Brno, katedra mineralogie, petrografie a geochemie, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Key words: organic and inorganic pollutants, sorption, desorption, interactions, simulating, sorption isotherm

Abstract:

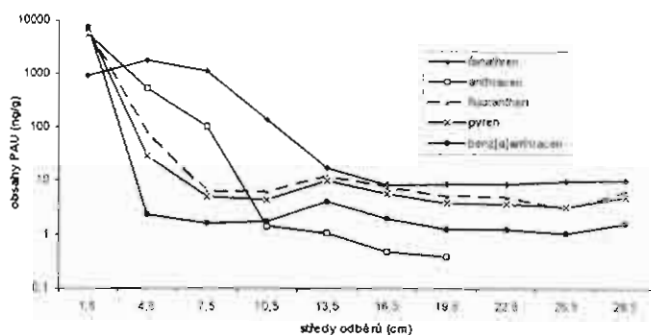
Various types of sediments (clays to fine-grained sands and sandstones) were characterised using a complex of methods (XRD, petrography, chemical analyses, grain analyses, sorption parameters, grain and pore size analyses etc.) at the Brno branch of the Czech Geological Survey and at the Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry of the Faculty of Science, Masaryk University Brno. Flow curves of these rocks were determined in columns. Further on, the sorption isotherms of Hg, Cd, Zn, Cu were studied, as well as the development of pH-Eh conditions during the sorption of solutions with varied metal concentrations and the characteristics of desorption of metals from the sediments (sequential analyses). The capture and penetration of the PAU mixture and the technical mixture of low-chlorinated PCB, OCB and motor oil through various types of rocks was studied. The sorption isotherms of the equilibrium distribution for selected organic pollutants in the rock - water system (fluoranthene, lindane, 2,4-dichlorophenol) were also determined. The static sorption capacity of sediments for heavy metals is very different from the amount of metals absorbed in sediments by dynamic sorption. Depending on carbonate content in sediments, the dynamically determined sorption capacity is two times higher than the static sorption. The dynamic tests are therefore recommended for description of real system behaviour. It seems to be much more effective to estimate the character of the interaction processes in the rocks and to determine the dynamics of the capture and release of the contaminants. Column experiments and the modelling of the processes of sorption and desorption of the pollutants are an appropriate tool to learn the dynamics of interactive reactions at the particular localities.

V budoucnu nevystačíme při hodnocení zátěže horninového prostředí, při posuzování rizik a při realizaci sanačních prací se statickým pohledem na hodnoty kontaminace a s jejich pouhým porovnáváním s normativními ukazateli. Mnohem významnější a také efektivnější bude v konkrétních případech pochopit dynamiku zachytu vybraných kontaminujících látek v horninách, fundovaně odhadnout charakter interakčních procesů a stanovit podmínky uvolňování kontaminantů do zemin a vod. Osvědčeným postupem pro sledování dynamiky změn v obsazích organických a anorganických polutantů je počítačové modelování, opřené o výsledky experimentů v kolonách a o vhodně zvolenou instrumentální metodiku, která poskytuje nezbytná data pro modelová řešení. Základním předpokladem je komplexní charakteristika horninového prostředí a zvládnutí metodiky kolonových experimentů.

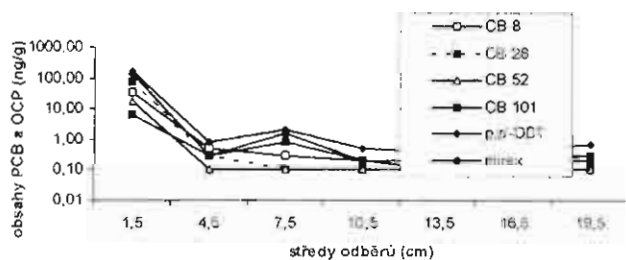
V letech 1996 a 1997 byl v rámci řešení PPŽP MŽP ČR specifikován na brněnské pobočce ČGÚ a na katedře mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU Brno soubor metod, který umožňuje definovat horninové prostředí s porovítnou propustností (od jílu a jílovců po jemnozrné

písky a pískovce), provádět experimenty v kolonovém uspořádání, modelovat procesy sorpce a desorpce polutantů a definovat dynamiku interakčních reakcí. Dva ze šesti zkoumaných typů hornin reprezentovaly prostředí vystavené riziku kontaminace v důsledku častých dopravních nehod (lokalita Rohlenka a břeh Tvaroženského potoka při dálnici D1 ca 10 km na V od Brna).

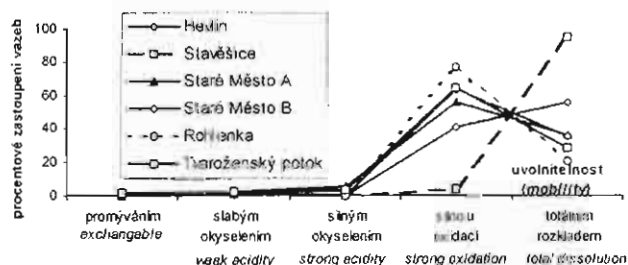
Do souboru postupů charakterizujících parametry horninového prostředí patří petrografie a zrnitostní analýza, XRD identifikace minerálního složení hornin, silikátová analýza, rozdělení kovových prvků do tříd pomocí sekvenčních analýz, určení velikosti povrchu minerálů, zrn, pórů na porozimetru Autopore 9200 a určení sorpčních parametrů hornin. Dále sem patří stanovení obsahu organického uhlíku C_{org} , minerálního uhlíku C_{min} , a nesulfátové síry S, určení podílu celkových a nepolárních extrahovatelných látek (CEL a NEL), extrahovatelného organického halogenu (EOX), polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU), perzistentních organochlorových sloučenin (PCB, OCP) a bližší specifikace kvality a kvantity organického podílu hornin metodou pyrolýzy ROCK-EVAL a pyrolýzní chromatografie.



Obr. 1 - Obsahy PAU v koloně (lokalita Rohlenka)
Fig. 1 - PAU concentration in column (Rohlenka)



Obr. 2 - Obsahy PCB a OCP v koloně (lokalita Rohlenka)
Fig. 2 - PCB and OCP concentration in column (Rohlenka)



Obr. 3 - Vazby a stupeň uvolnitelnosti Cd ve vzorcích
Fig. 3 - Binding type and mobility of Cd

Pro sedimenty jsme v několika kolonách zjišťovali průtokové křivky, sorpční izotermu pro Hg, Cd, Zn, Cu, vývoj podmínek pH-Eh v průběhu sorpce roztoků s různou koncentrací kovů, charakteristiky desorpce kovů ze sedimentů, zachyt směsi PAU (naftalen, acenaften, fluoren, fluoranthen, pyren, benzo[a]anthracen, chrysen, benzo[b]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, benzo[a]pyren, indeno[1,2,3-cd]pyren, dibenz[a,h]anthracen a benzo[ghi]perylene), technické směsi nížechlorovaných PCB (Delor 103), OCP (HCB, lindan, o,p'-DDT, p,p'-DDT, o,p'-DDE a p,p'-DDE) a motorové nafty. Distribuci zachytu jsme určovali analýzami hornin z rozebraných kolon v úsecích po 3 cm, mobilita organických látek byla zjištěna opakovanými analýzami

eluátů po průtoku. Dále byly pro vybrané kontaminanty (fluoranthen, lindan, 2,4-dichlorfenol) stanoveny sorpční izotermu.

V rámci modelování interakcí vybraných organických polutantů s horninovým prostředím byly zjištěny skutečnosti, které mají praktický dopad na problematiku ekogeologické prevence i na řešení havarijních situací. Interpretace výsledků jednoznačně dokumentuje, že ve vrstvách při povrchu sedimentů s parametry podobnými našim experimentům jsou relativně dlouhodobě zadrženy téměř veškeré nasycené uhlovodíky a aromatické uhlovodíky s vyšší molekulovou hmotností. Frakce nasycených uhlovodíků z motorové nafty do nižších vrstev nepronikne. Chromatogramy naopak prokazují vymývání polárnějších sloučenin vázaných na půdní lipidy (estery vyšších alkoholů a mastných kyselin). Podobně by se tyto látky chovaly i při ekologických haváriích. Čtyř a pětijaderné polycyklické aromatické uhlovodíky, začínající v řadě fluoranthenem, byly v horninách pocházejících z okolí dálnice D1 zadrženy v první vrstvě 0 až 3 cm (obr. 1). U nižších PAU prošel celou kolonou naftalen. Z troj-jaderných PAU největší mobilitu prokázal acenaften. Také perzistentní organochlorové sloučeniny zůstaly zadrženy v obou testovaných horninách z okolí dálnice D1 v první vrstvě (obr. 2). Relativně dobře rozpustný lindan prošel celou kolonou a tvořil s výjimkou zanedbatelného obsahu kongeneru č. 8 PCB (2,4'-dichlorbifenyly) hlavní komponentu ze sledovaných sloučenin ve vodných eluátech kolon. Přibližně 40 cm sedimentu by mělo stačit na sorbování takřka celého spektra nasycených uhlovodíků, hodnocených kongenerů PCB a také vybraných organochlorových pesticidů. Polárnější sloučeniny (estery vyšších alkoholů a mastných kyselin) naopak proniknou do spodních horizontů a do podzemních vod.

Pro anorganické polutanty shrnujeme výsledky počítačového modelování dynamiky změn na základě systému vybraných parametrů, jako jsou obsah jílových minerálů, porozita, sorpční kapacita, koncentrace polutantů, pH, Eh, rychlost sorpce a desorpce. Sekvenčními analýzami sedimentů byl zjištěn způsob vazby těžkých kovů (obr. 3). V závislosti na složení sedimentu se výrazně liší dynamika sorpce a desorpce i u geochemicky příbuzných prvků (Zn, Cd). Dynamická sorpce kovů je ve srovnání se sorpcí statickou významně zvýšena obsahy karbonátů. Progresivní trend modelování a kolonových pokusů na konkrétních horninách vyžaduje další metodickou podporu. Je třeba se zaměřit na výzkum vztahů mezi parametry prostředí (pH a Eh) a vazebnými kapacitami sedimentů pro vybrané těžké kovy a jejich skupiny (konkurenční vazby) a na řešení interakcí v systému s organickými látkami. Mezi nedořešené problémy patří i ověření a srovnání spolehlivosti různých postupů měření sorpčních izoterm, zhodnocení analytické spolehlivosti metod separace vodné a pevné fáze, výběr a validace metod stanovení nejnižších rovnovážných koncentrací organických polutantů v co nejmenších objemech vodných láží.

DYNAMIKA VÝMĚNY TĚŽKÝCH KOVŮ MEZI SEDIMENTEM A VODNÝM PROSTŘEDÍM

Dynamics of heavy metal exchange between sediment and water

Josef Zeman¹, Pavel Müller², Martin Komárek¹

¹Katedra mineralogie, petrografie a geochemie, PřF MU, Kotlářská 2, 602 00 Brno

²Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno

Key words: desorption, heavy metals, sediment, sorption

Abstract

A simple percolation system was designed to study the dynamics of heavy metals sorption and desorption on sediments. The amount of dynamically sorbed heavy metal can be up to several hundred higher as compared with the determined standard sorption capacity of sediment. As was found by modified sequential analyses only small fraction of originally sorbed heavy metal is available for backward desorption. Because the dynamics of heavy metals sorption and desorption on sediments plays the key role in their mobility in water environment the combined procedure (sequential analyses and dynamic tests) is recommended at environmental risk assessment.

Úvod

Mnoho geochemicky důležitých reakcí se odehrává na fázovém rozhraní pevných minerálů a dalších látek a vodnou fází. Mezi tyto reakce patří rozpouštění původních minerálů, nukleace a růst novotvořených minerálů, iontová výměna. Tyto reakce nezbytně zahrnují adsorpci a desorpci látek na povrchu minerálů. V principu dochází k sorpci dvojím způsobem: fyzikálně a chemicky. Fyzikální sorpce zahrnuje připojení iontu nebo molekuly mezimolekulovými nebo van der Waalsovými silami. Tyto síly jsou relativně slabé a entalpie adsorpcie je nízká (typické jsou hodnoty kolem 4-12 kJ/mol). Chemická adsorpcie zahrnuje vznik nových chemických vazeb mezi sorbovanou látkou a atomy na povrchu pevné fáze. V tomto případě je entalpie sorpce výrazně vyšší (více než 40 kJ/mol).

Údaje o sorpčních izotermách a distribučních koeficientech sice udává pro dané prostředí způsob distribuce příslušného prvku mezi sedimentem a pórovou vodou, neříká však nic o možnostech a rychlosti jeho uvolnění ze sedimentu do okolního prostředí za změněných podmínek (změna koncentrace prvku ve vodném prostředí, změna koncentrace elektrolytů, změna pH a oxidačně-redukčního potenciálu atd.).

Proto byla vypracována metodika tzv. sekvenční analýzy (Tessier - Campbell - Bisson 1979), která rozděluje těžké kovy z hlediska jejich vazby na sedimenty do několika skupin (vyměnitelné, vázané na karbonáty, vázané na Fe a Mn oxidy, vázané na organickou hmotu a residuální), které by měly zároveň charakterizovat i možnost jejich uvolňování do okolního prostředí. Přes celou řadu zkoušek a modifikací a nespornou informační kvalitu těchto zkoušek (Clevenger 1990, Kim - Fergusson 1991, Anderson - Bertsch - Feldman - Zelazny 1991 a Qiang - Xiao-quan - Zhe-ming 1994) neříká tento jednorázový postup nic o dynamice sorpce a desorpcie

těžkých kovů do vodného prostředí a jejich možné frakcionaci. Také jednoduchá interpretace vazby kovu ve zkoumaném vzorku neodpovídá skutečnosti a je třeba ji přehodnotit (viz metodika a interpretace sekvenčních analýz).

Proto zvolili autoři předkládané studie z časového hlediska náročnější kombinaci dlouhodobých statických a dynamických zkoušek, který se co nejvíce blíží přirozenému přírodnímu prostředí sedimentů a co možná nejlépe simuluje skutečné přirozené procesy interakce sedimentu s vodným prostředím.

Metodika

Jako reprezentativní vzorky sedimentů byly vybrány: Hevlín - nová cihelna (1), Stavěšice (2), Staré Město - Velehrad (3a - dno odkalovací nádrže, 3b - navážka tvořící břeh nádrže), svah u motorestu Rohlenka (4) a břeh Tvaroženského potoka pod dálnicí (5).

Podrobný petrografický popis vzorků, jejich chemické složení, fyzikální vlastnosti, metodika provedení chemických analýz a měřené parametry jsou uvedeny v práci Müller et al. (1997).

Pro dlouhodobé sledování interakcí mezi horninovým vzorkem a vodným prostředím je třeba zejména v dynamických experimentech zajistit dlouhodobou stabilitu systému a podmínek. Po ověření celé řady uspořádání se jako nejvhodnější jeví nejjednodušší uspořádání jak kolony, tak celého perkolačního systému.

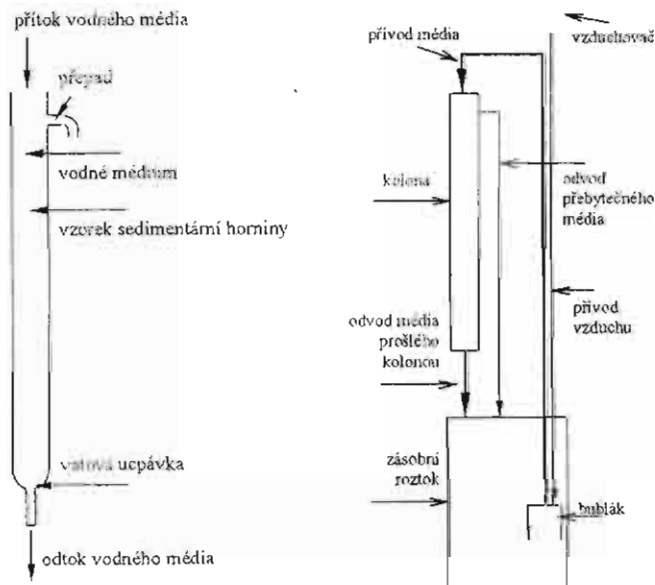
Kolony byly zhotoveny z laboratorního skla. Výška kolony byla zvolena 35 cm a vnitřní průměr 2,5 cm. Standardně bylo do kolony vkládáno 100 g sedimentu. 3 cm od horního ústí byla zatavena přepadová trubička. Celkové uspořádání kolony je uvedeno na obr. 1.

Pro sledování dlouhodobého chování sedimentu a jeho interakci s vodným prostředím bylo nasazeno několik běhů experimentů. V zásadě je možné rozdělit dynamické

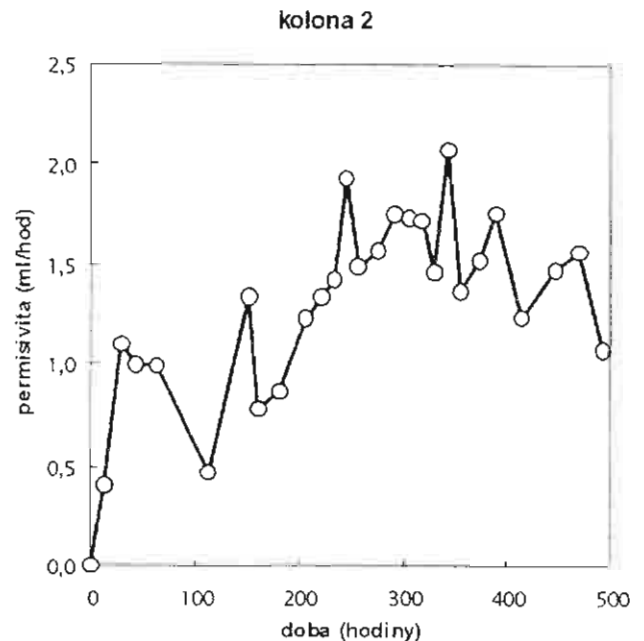
experimenty na tři skupiny:

- interakce mezi sedimentem a vodným prostředím bez dalšího ovlivnění. Do systému byla nasazena jako perkolační médium destilovaná voda a byl sledován přirozený vývoj sedimentu i vodného prostředí v uzavřeném systému. V tomto uspořádání je dosaženo dynamické rovnováhy mezi sedimentem a vodným prostředím tak, jak se vyvine v reálných podmínkách mezi sedimentem a jeho pórovou vodou. Výhodou je, že je vodné médium přístupné přímému vzorkování aniž by bylo nutné sloupec sedimentu nějak narušit,
- dynamika sorpce Cu v sedimentech. Byly připraveny zásobní roztoky vodného média o 0,03 M a 0,15 M koncentracích,
- dynamika desorpce Cu, která byla nasorbována v předcházejících experimentech,
- dynamika desorpce zvolených kovů (Cu, Zn, Cd a Hg) ze sedimentu. Náplň kolon (100 g sedimentu) byla na dva měsíce umístěna do 100 ml zásobního roztoku a občas promíchána. Po dvou měsících byl sediment umístěn do kolon, ponechán k volnému odkapání 24 hodin a následně soustavně promýván destilovanou vodou.

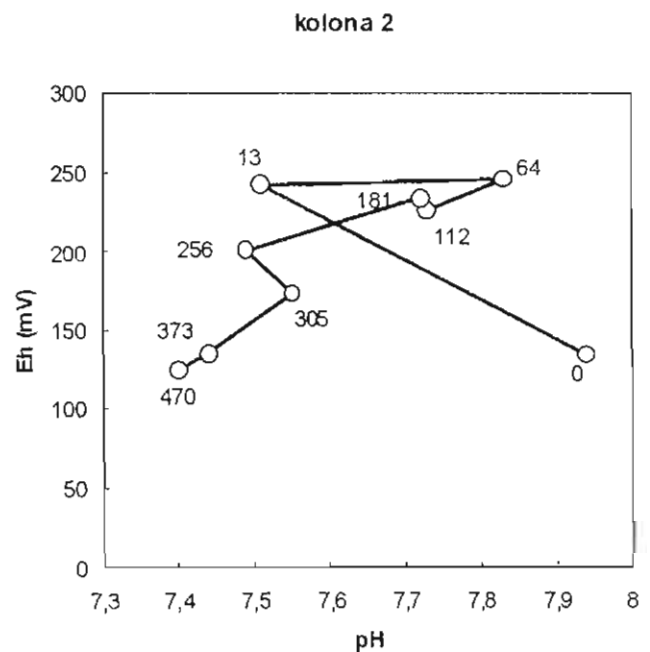
Ve všech případech byly pravidelně měřeny objem proteklé vody, pH, Eh a odebírány vzorky na analýzy (ca 10 ml vzorku; čas se lišil vlivem různé permisivitu sedimentů).



Obr. 1 - Schéma kolony a perkolačního systému
Fig. 1 - Column design and chart of percolating system



Obr. 2 - Permisivita sedimentu v koloně se vzorkem sedimentu 2 v průběhu sorpce roztoku mědi o koncentraci 0,03 mol/l
Fig. 2 - Sediment permittivity in column with sediment sample No. 2 during copper sorption from solution (Cu concentration 0.03 mol/l)



Obr. 3 - Vývoj podmínek pH-Eh v průběhu sorpce roztoku s koncentrací 0,03 mol/l. Číslo u bodů udává dobu průchodu sorpčního média
Fig. 3 - Evolution of pH and Eh during copper sorption on sediment. The numbers at each point indicate the time period of solution passage

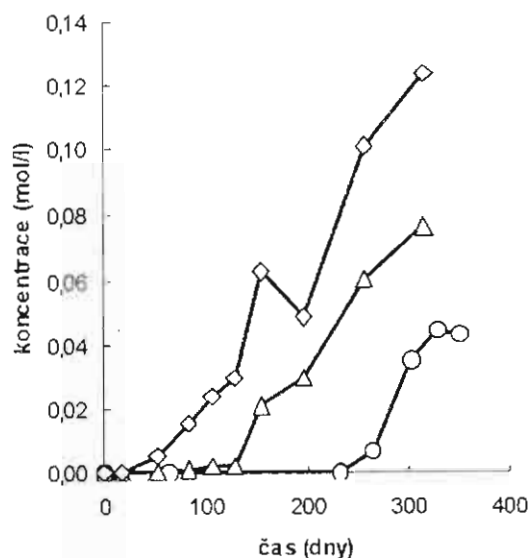
Výsledky

Z rozsáhlých dat jsou jako typické vybrány výsledky sledování dynamiky sorpce a desorpce Cu. V průběhu sorpce kovů se postupně mění permisivita i podmínky pH a oxidačně redukčního potenciálu a postupně se ustavují na hodnotách, které jsou typické pro dynamickou rovnováhu mezi sedimentem a vodným prostředím.

Permisivita sedimentů prochází určitým vývojem a při průchodu destilované vody 100 až 200 hodin se ustálí na určitých stabilních hodnotách s malými výkyvy. Ke

stejně situaci dochází i při průchodu média se sorbovatelným kovem. Na rozdíl od destilované vody následuje po dosažení stabilního stavu mírný, ale trvalý pokles permisivity. Na vývoji podmínek pH a Eh v prošlém médiu je patrna výrazná tlumivá schopnost sedimentu a také výrazné snížení oxidačně redukčního potenciálu. Ve vývoji podmínek v pH-Eh diagramech dochází k vytvoření určité "smyčky". Od počátečního vysokého pH a nízkého Eh dochází postupně k poklesu pH a nárůstu Eh. Poté se pH vrací nazpátek při zhruba stejné hodnotě Eh, aby následoval pokles redox potenciálu i pH.

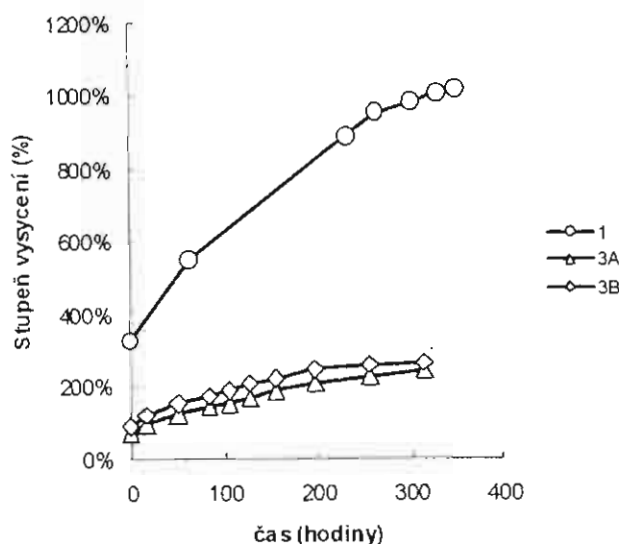
Dynamická sorpce Cu



Obr. 4 - Změny koncentrací Cu na výstupu z kolon po dynamické sorpci Cu v sedimentech

Fig. 4 - Change in copper concentration on column output after dynamic resorption of copper on sediment.

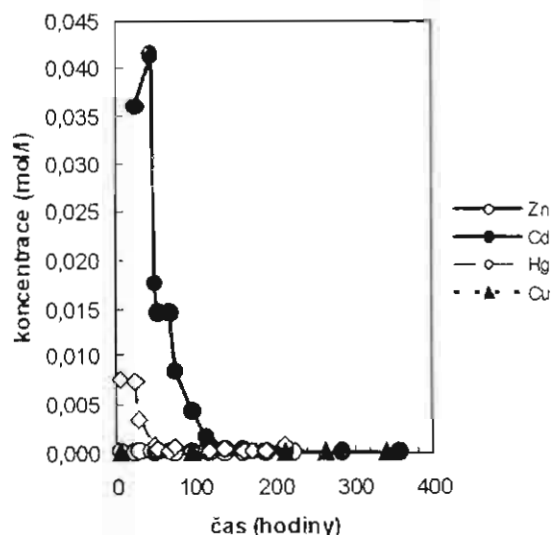
Vysycení sorpční kapacity



Obr. 5 - Vysycení sorpční kapacity sedimentů při dynamické sorpci Cu ve srovnání se standardně stanovenou sorpční kapacitou v %

Fig. 5 - Degree of sediment saturation at dynamic sorption of copper compared to the standart determined sorption capacity

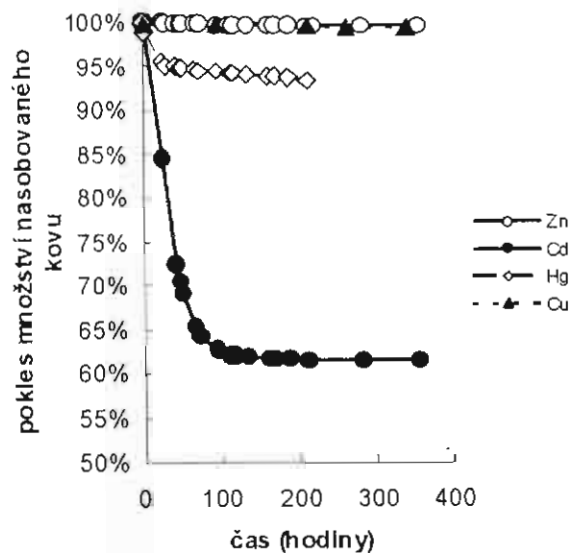
desorpce 1- konc. M ve vodě



Obr. 6 - Vývoj koncentrace kovů ve vodě, která prošla kolonou při desorpci kovů ze sedimentu 1

Fig. 6 - Concentration of heavy metals in water passing through column during desorption of metals from sediment sample No. 1

desorpce 1 - množství kovů v sed. (%)



Obr. 7 - Vývoj množství kovů vázaných v sedimentu 1 při dynamické desorpci, vyjádřené v procentech původně vázaného množství kovu

Fig. 7 - Change of metal amount fixed in sediment No. 1 during dynamic desorption experiment expressed as percentage of originally fixed metal

Dynamika sorpce mědi (i ostatních těžkých kovů) v sedimentech je velmi rychlá. Nedochází jen k sorpci, ale u všech sedimentů i k dalším reakcím, kterými jsou kovy v sedimentu vázány. To vyplývá z toho, že je výrazně překročena sorpční kapacita sedimentů, stanovená standardní metodou podle Mehlicha i aktuálně stanovené sorpční izotermie, a to i u sedimentů bez normativních karbonátů (sorpční kapacity se pohybovaly kolem 10 mval/100g). Dokud není sediment plně vysycen, dokáže efektivně zachycovat kov i v malé mocnosti (výška 100 g vzorku v koloně je kolem 25 cm). Zároveň také velmi účinně tlumí veškeré změny pH a oxidačně redukčního potenciálu. Např. v koloně se sedimentem I se i při sorpci 0,15 mol/l roztoku mědi pohybovalo pH dlouhodobě kolem 7,5 a oxidačně redukční potenciál kolem 170 mV, což jsou hodnoty charakteristické pro normální vodné prostředí, které je v rovnováze se sedimentem.

Konec zachytné schopnosti sedimentu (sorpční kapacita vyjadřuje pouze množství kovu, které se váže do sedimentu sorpcí; zde se evidentně jedná i o další typy vazeb a reakcí) je zároveň provázen prudkou změnou pH a oxidačně redukčního potenciálu. pH pak v relativně krátkém časovém údobí dosáhne hodnoty typické pro roztok použitý pro sledování dynamiky zachytu (pro 0,15 mol/l roztok mědi je to 4,23) a výrazně vyššího oxidačně redukčního potenciálu kolem 280 mV.

Pro studium dynamiky desorpce kovů vázaných v sedimentech byla zvolena dvě uspořádání. Obě probíhala v kolonách tak, že bylo 100 g vzorku s určitým množstvím sorbovaného kovu umístěno v koloně a promýváno destilovanou vodou.

U sedimentů s obsahem karbonátů dochází k velmi rychlému poklesu původně vázaného kadmia až na 60 % původního množství a k rychlému, ale nízkému poklesu u obsahů vázané rtuti. Obsah původně vázané mědi a zinku se prakticky nemění. Hodnoty pH se přitom mění od původních hodnot (Cu 4,2, Zn 7,35, Cd 4 a Hg 7,03) k hodnotám typickým pro sediment v interakci s vodou (pH ~ 7,9). Chování prvních dvou kovů je v dobrém souladu s výsledkem sekvenční analýzy. U kadmia je kolem 40 %

vázáno v podobě uvolnitelné do hodnoty pH = 5, u rtuti je to kolem 5 %. Naopak je překvapivé chování mědi, která je až ze 70 % vázána v uvolnitelné podobě a zinku (5 %) a přesto se uvedené kovy neuvolňují.

Závěry

Standardně stanovené univerzální maximální sorpční kapacity sedimentů se pro konkrétní anorganické polutanty výrazně liší od skutečných množství vázaných kovů o desítky až tisíce procent v obou směrech. Sekvenční analýzy, které byly upraveny pro určení stupně uvolnitelnosti anorganických polutantů ze sedimentů, jsou pro stanovení ekologických rizik mnohem vhodnější než je pouhé stanovení celkového obsahu anorganických polutantů.

Kapacita vázání anorganických polutantů v sedimentech při dynamické sorpci výrazně zvyšuje schopnost sedimentu zachycovat a vázat těžké kovy ve srovnání s údaji získanými statickou sorpcí. Studium dynamické sorpce je zjištěna kapacita zachytu kovů, která výrazně lépe odpovídá skutečným hodnotám.

U anorganických polutantů obsažených v sedimentech představují největší zdravotní rizika složky rozpuštěné v pórových vodách a slabě (sorpčně) vázané látky. Naopak, pevně vázané těžké kovy jsou i při vysokých koncentracích neškodné a není jim třeba věnovat pozornost ani vynakládat prostředky na jejich odstranění. Z tohoto hlediska je celkový obsah anorganických polutantů v sedimentech nezajímavý a neposkytuje relevantní informace pro rozhodování o konkrétních zdravotních rizicích a možných postupech jejich odstranění. Údaje o skutečné dynamice procesů zachytu a uvolňování těžkých kovů sedimentem ve vodném prostředí poskytují informace nutné pro efektivní rozhodování. Jako optimální se jeví kombinace modifikované sekvenční analýzy – určí možná rizika a vytipuje kontaminanty – a dynamické sorpce a desorpce – určí pro tyto kontaminanty skutečnou rychlost, s jakou se kovy zachycují nebo uvolňují.

Literatura

- Anderson, M. A. - Bertsch, P. M. - Feldman, S. B. - Zelazny, L. W. (1991): Interactions of acidic metal-rich coal pile runoff with a subsoil. - *Environ. Sci. Technol.*, 25, 2038-2046.
- Asbury, C. E. - Vertucci, F. A. - Mattson, M. D. - Likens, G. E. (1989): Acidification of Adirondack lakes. - *Environ. Sci. Tech.*, 23, 362-365.
- Clevenger, T. E. (1990): Use of sequential extraction to evaluate the heavy metals in mining wastes. - *Water, Air, and Soil Pollution*, 50, 241-254.
- Davis, A. - Galloway, J. N. (1993): Distribution of Pb between sediments and pore water in Woods Lake, Adirondack State Park, New York, U.S.A. - *Appl. Geochem.*, 8, 51-65.
- Kim, N. D. - Fergusson, J. E. (1991): Effectiveness of a commonly used sequential extraction technique in determining the speciation of cadmium in soils. - *The Science of the Total Environment*, 105, 191-209.
- Müller, P. - Boháček, Z. - Zeman, J. - Toul, J. - Kovářová, M. - Komárek, M. (1997): Dynamika změn v obsazích anorganických a organických polutantů. Aplikace modelového řešení. Závěrečná zpráva řešení úkolu MŽP PPŽP/630/3/97. MS ČGÚ, Brno.
- Qiang, T. - Xiao-quan, S. - Zhe-ming, N. (1994): Evaluation of a sequential extraction procedure for the fractionation of amorphous iron and manganese oxides and organic matter in soils. - *The Science of the Total Environment*, 151, 159-165.

SOUHRNNÁ BIBLIOGRAFIE SBORNÍKU GVMS ZA LÉTA 1993-97

KVARTÉR

- Cílek, V. (1997): Mineralogie a povrchová morfologie lehké frakce ze sprašového profilu v Dolních Věstonicích. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 2-3. Brno.
- Cílek, V. (1997): Těžké minerály ve sprašovém profilu v Dolních Věstonicích. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 4-6. Brno.
- Cílek, V. - Zander, A. (1996): Nové poznatky o podloží cihelny v Dolních Věstonicích. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 2-4. Brno.
- Faimon, J. - Nehyba, S. (1998): Recentní tvorba sférických závalků na lokalitě Rudice-Seč. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 2-3. Brno.
- Havíř, J. - Skácelová, Z. (1996): Tektonické otřesy na východním okraji Českého masivu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 4-8. Brno.
- Havíř, J. - Skácelová, Z. - Sýkorová, Z. (1997): Recentní tektonické pohyby v jihozápadní části Nízkého Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 6-7. Brno.
- Havlíček, P. (1996): Významné sprašové lokality jižní Moravy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 9-11. Brno.
- Hypr, D. (1995): Třídění fluvialních štěrků v jeskyních Moravského krasu metodou sdružovací analýzy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 2-4. Brno.
- Ivan, A. (1998): Morfotektonika okrajového sudetského zlomu v oblasti styku Lugika a Silezika v Rychlebských horách. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 4-5. Brno.
- Ivan, A. - Kirchner, K. (1996): Nové poznatky o geomorfologii Pavlovských vrchů. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 11-13. Brno.
- Jankovská, V. (1996): Výsledky pylové analýzy sedimentů vrstvy „C“ z lokality Brno - Černovice. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 13-15. Brno.
- Janoška, M. (1995): Recentní vznik železitohlinitých konkrecí na lokalitě Podhůra. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 5. Brno.
- Kadlec, J. (1994): Význam poloh ostrohranných klastů v sedimentech vnitrojeskynní facie Zazdžené jeskyně, Moravský kras. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 9-10. Brno.
- Kadlec, J. (1995): Pliocénní a kvartérní sedimenty na mapovaném listu 1:50 000 Jevíčko. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 6. Brno.
- Karásek, J. (1996): Valounová asociace štěrkopísků nízké říční terasy v Brně - Pisárkách. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 16-18. Brno.
- Karásek, J. (1998): Orientační litologický průzkum svahových sedimentů na Stránské skále. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 5-6. Brno.
- Karásek, J. - Seidl, L. (1996): Morfostratigrafická pozice postbadenských štěrkopísků v hliništi šlapanické cihelny. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 19-20. Brno.
- Karásek, J. - Seidl, L. (1997): Poznámky k morfologii a stratigrafii modřické sprašové série. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 7-10. Brno.
- Kirchner, K. - Ivan, A. (1998): Ke geomorfologii Národního parku Podyjí a přilehlého území. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 7-8. Brno.
- Kirchner, K. - Ivan, A. - Andrejkovič, T. (1997): Geomorfologický výzkum Národního parku Podyjí a jeho severního okolí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 10-12. Brno.
- Kirchner, K. - Ivan, A. - Brzák, M. (1996): K rozšíření kvartérních fluvialních sedimentů v údolí Dyje v NP Podyjí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 21-23. Brno.
- Krausová, D. - Štelcl, J. - Zimák, J. (1997): Rentgenová difrakční analýza jeskynních hlín z vybraných jeskynních systémů Moravského krasu (Sloupsko-šošůvské jeskyně, Císařská jeskyně, Býčí skála) a Javoříčského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 12-13. Brno.
- McCoy, D. W. - Ochse, E. A. - Cílek, V. (1996): Datování fosilního půdního komplexu v Modřicích u Brna pomocí racemizace aminokyselin. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 23-26. Brno.
- Morávek, R. (1998): Geochemie sintrů z krasových zón těžebního segmentu mezi IV. - III. etáží lomu vápenky Vitošov a její vztahy k vápencům vitošovského ložiska. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 9-11. Brno.
- Musil, R. (1995): Současný stav kvartérní biostratigrafie. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 7-8. Brno.
- Musil, R. (1997): Tuřanská terasa Svitavy v Brně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 14-17. Brno.
- Musil, R. (1998): Vývoj údolní sítě v jižní části Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 11-15. Brno.
- Musil, R. - Karásek, J. - Seidl, L. - Valoch, K. (1996): Fluvialní akumulace v Brně - Černovicích. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 28-31. Brno.
- Musil, R. - Valoch, K. - Seidl, L. (1996): Problémy „modřické terasy“ v Brně - Pisárkách. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995,

- Otava, J. (1994): Ke genezi „sluňáků“ na Dražanské vrchovině a v Moravském krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 10-11. Brno.
- Pecina, V. - Aichler, J. - Mixa, P. (1994): Geochemie řečištních sedimentů v sev. části Rychlebských hor a okolí Zlatého Stoku (Polsko). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 94-95. Brno.
- Smolík, L. (1996): Paleopedologický výzkum profilu v Brně - Pisárkách. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 32-33. Brno.
- Šteffan, M. (1994): Zvláštní typ sintru ve Zbrašovských aragonitových jeskyních. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 12. Brno.
- Štelcl, J. - Surý, J. - Sas, D. (1996): Zhodnocení přirozené radioaktivity v jeskyni Býčí skála ve střední části Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 34-36. Brno.
- Štelcl, J. - Zimák, J. (1997): Jeskynní hlíny Javoříčských jeskyní. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 17-18. Brno.
- Vašátko, J. (1996): Fossilní měkkýši z lokality Černovice II. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 37-38. Brno.
- Veselý, I. - Karásek, J. (1998): Projev inverze tvarových prvků na Malé Klajdovce v Brně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 16-17. Brno.
- Vít, J. (1994): Těžké minerály fluvialních sedimentů v Západní macošské větvi Amatérské jeskyně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 12-13. Brno.
- Vít, J. (1995): Jílité minerály fluvialních sedimentů severní části Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 9-10. Brno.
- Vít, J. (1996): Interpretace vývoje Amatérské jeskyně na podkladě morfologie a pozice hlavních chodeb. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 39-41. Brno.
- Vít, J. (1997): Nové objevy v údolí k Rudickému propadání (jz. od Jedovnic). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 19-20. Brno.
- Vít, J. - Hercman, H. (1996): U/Th datování sintrů Holštejnské jeskyně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 42-44. Brno.

MEZOZOIKUM A TERCIÉR

- Adamová, M. - Krejčí, O. - Přichystal, A. (1995): Neovulkanity východně od Uherského Brodu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 12-15. Brno.
- Brzobohatý, R. (1994): Novinky v rybí fauně evropského oligocénu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 15-16. Brno.
- Brzobohatý, R. (1995): Význam hlubokovodních makrouridů ve spodním badenu centrální Paratethydy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 16-17. Brno.
- Brzobohatý, R. (1996): Výsledky systematické revize myctophidů (mimo rod Diaphus) centrální Paratethydy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 46-48. Brno.
- Bubík, M. (1994): Některé stratigraficky významné druhy aglutinovaných foraminifer nově zjištěné v křídě magurského flyše na Moravě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 16-20. Brno.
- Bubík, M. (1995): Výskyt rodu *Eratidus* (Foraminifera) v eocénu moravského flyše. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 17-18. Brno.
- Bubík, M. (1996): Foraminifery podslezské jednotky a autochtonního karpátu z jámy č. 4 dolu Frenštát. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 53-54. Brno.
- Bubík, M. (1996): Hlubokomořské biofacie aglutinovaných foraminifer ve vnějším flyšovém pásmu Karpat. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 48-50. Brno.
- Bubík, M. (1996): Nález druhu *Cetorhinus parvus* (Elasmobranchii) ve chvalčovských vrstvách předmagurské jednotky na Moravě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 51-52. Brno.
- Bubík, M. (1997): Biofacie aglutinovaných foraminifer v magurském flyši na Moravě a jejich vztah k litofacii. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 22-24. Brno.
- Bubík, M. - Krejčí, O. - Švábenická, L. (1995): Výsledky vrtu BJ-321 v Luhačovicích. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 19-21. Brno.
- Bubík, M. - Krejčí, O. - Stráňák, Z. - Švábenická, L. (1998): Belovežské souvrství hostýnské litofaciální zóny magurského flyše v Hostýnských vrších. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 20-23. Brno.
- Bubík, M. - Stráňák, Z. - Švábenická, L. (1995): Nové stratigrafické výzkumy ve svrchní křídě zdounecké jednotky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 21-24. Brno.
- Bubík, M. - Stráňák, Z. - Švábenická, L. (1995): Výskyt svrchnokřídového pálavského souvrství v příležitostných odkryvech ve městě Mikulov. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 24-27. Brno.
- Bumbálek, P. - Losos, Z. - Marek, P. (1994): Zlato ze šlichů v oblasti Branné (silesikum). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 72-73. Brno.
- Buriánek, D. - Dolníček, Z. (1998): Relikty předmiocenních zvětralin v lomu na Hádech (Brno). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 23-24. Brno.
- Doláková-Zdražilová, N. (1996): Předběžné palynologické zhodnocení vrstev Šafov 12 a 13. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 54-55. Brno.
- Eliáš, M. (1997): Ekvivalenty veřovického souvrství v bašském vývoji slezské jednotky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996,

- 4, 25-26. Brno.
- Eliáš, M. (1998): Jerlochovické stěny, nová chráněná lokalita na okrese Nový Jičín. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 25. Brno.
- Franců, J. - Buzek, F. - Müller, P. - Krejčí, O. - Boháček, Z. - Michálek, M. (1994): Geochemie rop a plynů a modelování jejich tvorby ze zdrojových hornin v oblasti styku Západních Karpat a Českého masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 20-21. Brno.
- Hanžl, P. - Krejčí, O. (1996): Geochemické rysy granitických valounů magurského flyše Chřibů a jejich provenience. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 56-58. Brno.
- Hanžl, P. - Schitter, F. - Finger, F. - Krejčí, O. (1997): Datování granitového valounu magurského flyše Chřibů. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 26-27. Brno.
- Havíř, J. (1997): Křehká deformace jurských vápenců na Stránské skále u Brna. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 28-29. Brno.
- Havíř, J. (1998): Geometrická analýza neogenních štěrků na několika lokalitách ve střední části karpatské předhlubně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 26-28. Brno.
- Hladilová, Š. (1995): Nové nálezy miocenních měkkýšů v podloží přikrovů vnějších Karpat u Frenštátu pod Radhoštěm. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 28. Brno.
- Hladilová, Š. (1997): Kvantitativní studie spodnomiocenních měkkýšů v jz. části karpatské předhlubně na Moravě (okolí Znojma a Miroslavi). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 29-31. Brno.
- Hrádek, M. (1996): Gravitační proudové skluzy a suťové laviny v miocénu okolí Moravských a Nových Bránic. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 59-61. Brno.
- Ivanov, M. (1996): Nález bojdniho hada (Serpentes: Boidae) z miocénu u Ivančic (jižní Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 62-64. Brno.
- Kirchner, K. - Krejčí, O. - Roupec, P. (1996): Geomorfologický a geologický výzkum některých lokalit v magurském flyši. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 65-68. Brno.
- Klajmon, P. - Skupien, P. - Vašíček, Z. (1997): Nová významná amonitová lokalita v těšínsko-hradištském souvrství u Soběšovic (spodní křída vnějších Karpat). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 32-33. Brno.
- Krejčí, O. (1995): Geologická stavba flyšového podloží vídeňské pánve. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 29-31. Brno.
- Krejčí, O. - Adamová, M. - Bubík, M. - Přichystal, A. - Stráňík, Z. (1994): Význačné geologické lokality bělokarpatské jednotky magurského flyše. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 21-23. Brno.
- Krejčí, O. - Bubík, M. - Řezníček, V. - Švábenická, L. (1997): Geologické výsledky vrtů na minerální vody v oblasti Smradavky a Kostelce (magurský flyš). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 33-35. Brno.
- Krhovský, J. (1996): Spodnooligocenní bazální šitbořická událost - korelace sekvenční hranice ve žďánické jednotce a v sz. Předkavkazi. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 68-69. Brno.
- Krhovský, J. - Hamršíd, B. - Švábenická, L. - Čech, S. (1995): Kdy byl vyhlouben nesvačilský a vranovický kaňon? - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 32-34. Brno.
- Nehyba, S. - Hladilová, Š. - Zdražilová, N. (1994): Zpráva o výzkumu spodnomiocenních sedimentů v jz. části karpatské předhlubně na Moravě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 23-26. Brno.
- Nehyba, S. - Novák, Z. (1997): Nález fosilní stopy v sedimentech karpatu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 36. Brno.
- Nehyba, S. - Petrová, P. (1995): Výskyt vulkanických zirkonů v diatomitech. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 35. Brno.
- Novák, Z. - Bubík, M. (1995): Miocenní výplň Žabovřeské kotliny ve světle nových poznatků z vrtu Žabovřesky HV-100. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 35-37. Brno.
- Otava, J. (1997): Křemenné arkózoové pískovce mezi Únanovem a Tvoříhrází: devonská klastika nebo relikty terciérní durikrusty? - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 37-38. Brno.
- Otava, J. - Krejčí, O. - Sulovský, P. (1997): První výsledky studia chemismu granátů pískovců račanské jednotky magurského flyše. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 39-42. Brno.
- Otava, J. - Sulovský, P. - Krejčí, O. (1998): Výsledky studia detritických granátů křídových sedimentů račanské jednotky magurské skupiny. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 29-31. Brno.
- Petrová, P. - Novák, Z. - Valeš, V. (1998): Zpráva z výzkumu vrtu Černovice HVI-61. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 32. Brno.
- Přichystal, A. - Repčok, I. - Krejčí, O. (1998): Radiometrické datování trachyandezitů od Uherského Brodu (magurská skupina flyšového pásma). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 33-34. Brno.
- Schinzlová, E. (1998): Paleontologická charakteristika a stratigrafické zařazení méně známých lokalit na Hodonínsku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 35-39. Brno.
- Skupien, P. (1998): Předběžná palynologická analýza spodnokřídových uloženin na profilu Komorní Lhotka (vnější Západní Karpaty). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 39-42. Brno.
- Stráňík, Z. - Bubík, M. - Švábenická, L. (1997): Svrchnokřídové stáří konglomerátů od Starého Jičína. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 43-44. Brno.
- Sváček, P. (1996): Bryozoa spodního badenu jihomoravské části karpatské předhlubně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 72-73. Brno.
- Svatuška, M. (1996): Informace o nových výzkumech geologické stavby ložiska zemního plynu Příbor-Klokočov. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 70-71. Brno.
- Svatuška, M. - Bubík, M. (1994): Geologické výzkumy v račanské jednotce severně od Otrokovic. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 26-27. Brno.

- Švábenická, L. - Krejčí, O. (1997): K biostratigrafii svrchního eocénu (vápnitý nanoplankton) vsetínských vrstev zlínského souvrství na listu Vsetín. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 44-46. Brno.
- Vašíček, Z. - Reháková, D. (1994): Biostratigrafické výzkumy na lokalitě Kurovice v r. 1993 (Vnější Karpaty, tithon - spodní valangin). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 28. Brno.
- Veselý, I. (1996): Předkřídové zvětření brněnského masívu u Boskovic. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 74. Brno.

PALEOZOIKUM

- Aichler, J. - Chlupáčová, M. (1997): Alterace hornin s paleozoickým Au zrudněním v oblasti Suché Rudné a její projev ve fyzikálních vlastnostech hornin. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 48-50. Brno.
- Bábek, O. (1995): Svahová karbonátová sedimentace ve spodním karbonu Drahanské vrchoviny. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 39-40. Brno.
- Bábek, O. (1996): Tafonomie a biofacie konodontových společenstev jeseneckých vápenců na Drahanské vrchovině a jejich význam pro faciální analýzu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 76-78. Brno.
- Bábek, O. - Kalvoda, J. - Melichar, R. (1995): Spodnokarbonské vápence při západním okraji brněnského masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 40-42. Brno.
- Čejchman, P. (1996): Rekonstrukce gradientů ve fosilních společenstvech pomocí teorie grafů. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 78-80. Brno.
- Dědáček, K. - Gnojek, I. - Chlupáčová, M. (1997): Regionální magnetické anomálie a jejich zdroje v hlubší stavbě Moravy a Slezska. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 51-55. Brno.
- Dvořák, J. (1994): Styk geologických struktur jeseneckého a drahanského regionu mezi Mohelnicí, Uničovem a Litovlí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 30-31. Brno.
- Fediuková, E. (1996): Železem bohaté granáty z devonských kvarcitů a svorů při jz. okraji jeseneckého amfibolitového masívu v okolí Bělé. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 81-82. Brno.
- Franců, E. - Otava, J. (1998): Odrasnost vitritu břidlic „mírovského kulmu“ a drahanského kulmu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 44-45. Brno.
- Grygar, R. (1996): Centrální přesmyk karvinské dílčí pánve OKR - kinematika a geneze. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 82-86. Brno.
- Hanžl, P. - Orel, P. - Mixa, P. (1994): Orientační srovnání mezo- a mikrostruktur paleozoika jižní části vrbské skupiny a krystalického basementu oskavské kry. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 32-34. Brno.
- Haviř, J. (1994): Srovnání magnetometrických a geometrických metod deformační analýzy v kulmských slepencích u Hostěradic. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 35-37. Brno.
- Haviř, J. (1995): Předběžné výsledky deformační a paleonapěťové analýzy ve východní části Nízkého Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 42-43. Brno.
- Haviř, J. (1996): Orientace hlavních směrů variského paleonapětí ve východní části Nízkého Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 86-89. Brno.
- Haviř, J. (1996): Vnitřní stavba kulmských slepenců východní části Nízkého Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 90-92. Brno.
- Haviř, J. (1997): Příspěvek k poznání deformace permokarbonských sedimentů jižní části boskovické brázdy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 56-57. Brno.
- Hladil, J. (1995): Argumenty pro pravostrannou rotaci bloků ve variscidech Moravy - analýza faciálních disjunkcí devonu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 44-48. Brno.
- Hladil, J. (1996): Kolonizace mořského dna a globální krize ekosystému: pozdní devon, údaje z lomů CEMO a.s. v Mokré. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 92-94. Brno.
- Hladil, J. (1998): Nástín variské tektonické rotace na Moravě při hlubokém porušení kůry. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 46-49. Brno.
- Hladil, J. (1998): Přehled základních eustatických rysů devonských pánví Českého masívu: různé tektonické situace. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 50-52. Brno.
- Hladil, J. - Čejchan, P. (1994): Metamorfované karbonáty silezika u Velkého Vrbna: překrásné klamné fosilie a velmi nejasné zbytky skutečných fosilií. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 37-40. Brno.
- Hladil, J. - Galle, A. - Ureš, M. (1994): Nález starého sbírkového vzorku s nápisem „Eichhorn Bittischka“: eifel východního okraje boskovické brázdy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 41-43. Brno.
- Hladil, J. - Hladíková, J. (1997): Obsah izotopů ^{13}C a ^{18}O v devonských karbonátech Moravského krasu: specifický sekvenční vzor. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 57-63. Brno.
- Chadima, M. - Melichar, R. (1996): Může být namur-A na Drahanské vrchovině? - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 95-97. Brno.
- Jachowicz, M. - Přichystal, A. (1997): Nález spodnokambrických sedimentů v hlubokých vrtech na jižní Moravě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 64. Brno.
- Janoška, M. - Novotný, P. (1997): K těžbě nerostných surovin na lokalitě Peklo severně od Lipníku nad Bečvou. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 65-66. Brno.
- Janoška, M. - Pek, I. - Zapletal, J. (1998): Výzkum ichnofosilií v „mírovském kulmu“. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 52-55. Brno.
- Kalvoda, J. (1995): Devonské pánve při okraji východní Avalonie na Moravě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 48-50. Brno.

- Kalvoda, J. - Bábek, O. (1995): Příspěvek ke stáří spodní části rozstáňského souvrství (Drahanská vrchovina, Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 50-51. Brno.
- Kalvoda, J. - Bábek, O. - Nehyba, S. - Špaček, P. (1996): Svrchnodevonské a spodnokarbonské kalciturbidity z Lesního lomu v Brně-Lišni (jižní část Moravského krasu). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 98-100. Brno.
- Kalvoda, J. - Melichar, R. - Choroš, M. - Malovaná, A. - Roupec, P. - Špaček, P. (1996): Některé nové výsledky výzkumů spodnokarbonských sedimentů na Drahanské vrchovině. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 100-102. Brno.
- Kalvoda, J. - Otava, J. - Hladil, J. - Bábek, O. (1995): Nové stratigrafické údaje z bouzovského a západodrahanského kulmu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 51-52. Brno.
- Koverdinský, B. (1994): Zpráva o geologickém mapování na listu Šternberk. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 44. Brno.
- Krs, M. - Hladil, J. - Krsová, M. - Pruner, P. (1995): Paleomagnetický doklad pro variskou paleomagnetickou rotaci moravských devonských hornin. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 53-57. Brno.
- Losos, Z. - Muszer, A. - Vávra, V. - Hladíková, J. (1998): Rudní mineralizace polské části žulovského masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 56-57. Brno.
- Maštera, L. (1995): Petrofacie ve spodnokarbonských drobách na severním okraji Drahanské vrchoviny. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 57-60. Brno.
- Maštera, L. (1996): Petrofacie v drobách mohelnického souvrství (střední Morava) a andělskohorského souvrství (severní Morava a Slezsko). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 102-104. Brno.
- Maštera, L. (1996): Valouny kyselých vulkanitů - významná složka slepenců viséských souvrství osoblažské kry (Slezsko). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 105-106. Brno.
- Maštera, L. (1997): Petrofaciální srovnání drob kulmských souvrství sv. a jz. od zlatohorsko-krnovského zlomu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 66-68. Brno.
- Maštera, L. - Otava, J. (1995): Příspěvek k chemismu, petrografii a genezi paleozoických břidlic střední Moravy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 61-64. Brno.
- Maštera, L. - Veselá, M. (1997): Petrografická charakteristika kulmských (?) drob z jihlavské brázdy (moldanubikum). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 69-70. Brno.
- Melichar, R. (1995): Tektonický význam boskovické brázdy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 64-66. Brno.
- Melichar, R. - Buček, Z. (1994): Tektonika v jižní části šternbersko-hornobenešovského pruhu v Nizkém Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 45-46. Brno.
- Mikuláš, R. - Pek, I. (1998): Ichnofosílie z jílovitých břidlic stínavsko-chabičovského souvrství (devon) od Stínavy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 58-59. Brno.
- Mikuláš, R. - Pek, I. - Zapletal, J. (1996): Biogenní stopy na fyloidech hnědých řas z kulmu Drahanské vrchoviny. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 107-109. Brno.
- Nehyba, S. - Mastalerz, K. (1995): Sedimentologický příspěvek ke studiu račických a lulečských slepenců. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 66-68. Brno.
- Nehyba, S. - Mastalerz, K. (1997): Příspěvek k poznání jezerní sedimentace v boskovické brázdě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 71-. Brno.72
- Novotný, P. - Zimák, J. - Dvořák, P. (1998): Nový nález uhlí u Plumlova. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 60-61. Brno.
- Orel, P. (1996): Stavba evropských variscid ve vztahu k problematice rozpadu řídících litosférických desek a paleotektonickým rotacím s ohledem na východní okraj Českého masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 109-111. Brno.
- Orel, P. (1997): Ideový obraz devonsko-karbonské paleotektonické horizontální rotace v Českém masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 73-75. Brno.
- Otava, J. (1995): Klastické granáty a chromity spodního karbonu Moravy a jejich provenience. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 69-71. Brno.
- Otava, J. (1996): Litostratigrafie kulmu v příhraničních oblastech jižního Polska. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 11-113. Brno.
- Otava, J. (1998): Trendy změn ve složení siliciklastik drahanského kulmu a jejich geotektonická interpretace. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 62-64. Brno.
- Otava, J. - Hladil, J. - Galle, A. (1994): Stáří andělskohorského souvrství: Nová fakta a jejich možná interpretace. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 52-56. Brno.
- Otava, J. - Maštera, L. - Hanžl, P. (1994): Nové poznatky o geologii jižní a střední části malonínské hrásti. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 47-51. Brno.
- Otava, J. - Sulovský, P. (1997): Materiálové srovnání mohelnického souvrství mírovského vývoje paleozoika a moravskoslezského kulmu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 76-78. Brno.
- Pek, I. - Otava, J. - Maštera, L. (1994): Ichnofosílie Dictiodora liebeana (Geinitz, 1867) z masívu Plánivy (mírovský vývoj předpermského paleozoika severně Nectavy). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 57-58. Brno.
- Přichystal, A. (1994): Nové výskyty magmatických hornin v permu boskovické brázdy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 60-62. Brno.
- Přichystal, A. (1994): Žíla lamprofyru v bazálních devonských klastikách od Tasovic u Znojma (dyjský masív). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 59-60. Brno.
- Přichystal, A. (1996): Moravskoslezské bradlové pásmo. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 113-118. Brno.
- Přichystal, A. (1997): Geochemická charakteristika lamprofyru z kulmu od Hluboček - Mariánského Údolí (okres Olomouc). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 79-81. Brno.

- René, M. (1996): Příspěvek ke geochemii spodnokarbonských hornin Nízkého Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 118-119. Brno.
- René, M. (1997): Petrogeneze kvarcitů zlatohorského rudního revíru. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 81-83. Brno.
- Slavík, L. - Melichar, R. (1996): Styk brněnského masívu a devonu Moravského krasu a jeho tektonický význam. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 120-122. Brno.
- Slobodník, M. (1994): Hydrotermální mineralizace v jižní části Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 62-63. Brno.
- Slobodník, M. - Muchez, P. - Viaene, W. (1995): Mikrotermometrické studium žilné mineralizace v kulmu u Domašova nad Bystřicí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 72-73. Brno.
- Slobodník, M. - Muchez, P. (1998): Geochemie kalcitových žil v paleozoických horninách Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 65-68. Brno.
- Smutná, S. (1994): Nové poznatky o rybí fauně svrchního devonu na Moravě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 64. Brno.
- Smutná, S. (1996): Rybí fauna svrchního devonu a spodního karbonu na Moravě. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 122-127. Brno.
- Streitová, M. (1994): Hranice frasnú a famenu mezi Hády a Šumberovou skálou v jižní části Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 65-66. Brno.
- Štělcová, E. - Franců, J. - Poelchau, H. S. (1997): Model tepelné historie paleozoika Konicka na základě odraznosti vitrinitu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 83-85. Brno.
- Špaček, P. - Kalvoda, J. (1996): Mikrofaciální srovnání vápencových valounů z některých lokalit kulmu Dražanské vrchoviny. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 127-129. Brno.
- Štelcl, J. (1995): Výsledky petrologického výzkumu klastických sedimentů spodního karbonu ve vojenském výcvikovém prostoru Březina (střední Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 73-75. Brno.
- Tomášková, A. (1994): Výzkum vulkanických hornin ze spodnokarbonských slepenců moravskoslezské oblasti. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 66-67. Brno.
- Tomášková, A. - Přichystal, A. (1995): Valouny vulkanitů z kulmských slepenců: pravděpodobná geotektonická pozice a možné zdrojové oblasti vulkanitů. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 75-77. Brno.
- Zajíc, J. (1997): Zoopaleontologie limnického permokarbonu Boskovické brázdy: současný stav výzkumu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 85-89. Brno.
- Zapletal, J. (1994): Vývoj mohelnického souvrství mezi Městečkem Třávkou a Mírovem. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 67-68. Brno.
- Zapletal, J. (1997): Konglomeráty drobových členů zábřežského krystalinika a mírovského kulmu a jejich význam. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 89-92. Brno.
- Zimák, J. (1994): Nové výskyty polymetalické mineralizace v údolí Bystřice (kulm Nízkého Jeseníku). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 69-70. Brno.
- Zimák, J. (1995): Výskyt křemen-kalcitových žil s barytem v Nové Vsi na Dražanské vrchovině. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 78. Brno.
- Zimák, J. (1997): Hydrotermální zrudnění v lomu u Hrubé Vody (kulm Nízkého Jeseníku). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 92-93. Brno.
- Zimák, J. (1997): Výskyt křemen-karbonátové žíly s pyritem a poznámky k lokalizaci historických dolů na drahé kovy v „Pekelském údolí“ u Podhoří (u Lipníka nad Bečvou). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 93-95. Brno.
- Zimák, J. (1998): Hydrotermální zrudnění v lomu u Pohořan (kulm Nízkého Jeseníku). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 68-69. Brno.
- Zimák, J. (1998): Neznámá štola u Hrubé Vody a hydrotermální mineralizace v haldovém materiálu (kulm Nízkého Jeseníku). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 70-71. Brno.
- Zimák, J. - Štelcl, J. (1997): Geochemie vápenců Javoříčských jeskyní. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 95-96. Brno.
- Zimák, J. - Vávra, V. (1998): Monazit v silikátových Fe-rudách typu Lahn-Dill u Chabčova. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 72-73. Brno.
- Zimák, J. - Vávra, V. (1998): Poznámky k nerostnému složení camptonitu z Mariánského údolí u Olomouce. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 73-75. Brno.
- Zimák, J. - Vávra, V. - Krausová, D. (1998): Výskyt barytu ve stilpnomelanové Fe-rudě z důlní míry Prokop u Šternberka. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 75-76. Brno.

KRYSTALINIKUM

- Babůrek, J. - Hanžl, P. (1997): Petrologie granátického amfibolitu z jižní části zábřežského krystalinika. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 98-100. Brno.
- Fediuková, E. (1995): Grunerit - nový minerál metamorfitů Hrubého Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 80-81. Brno.
- Fediuková, E. - Batík, P. (1995): Minerály amfibolizovaného „eklogitu“ z moldanubika poblíž moravské linie u Olbramkostela (jižní Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 81-82. Brno.
- Fojt, B. - Kopa, D. (1995): Kalcit-barytová žíla a její horninové prostředí z lokality Zámčisko, Hrubý Jeseník. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 83-84. Brno.

- Fojt, B. - Kopa, D. - Skácel, J. (1997): Výskyt magnetitu u Zálesí a Horních Hoštic v Rychlebských horách. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 103-105. Brno.
- Fojt, B. - Vávra, V. (1997): Rudní akcesorie hornblenditu z údolí Medvědího dolu (Hrubý Jeseník). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 105-106. Brno.
- Fojt, B. - Zimák, J. (1994): Parageneze železnorudného výskytu „Kiessgrund“ u Vernířovic (severní Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 73-74. Brno.
- Gregerová, M. (1994): Petrochemie a klasifikace granitoidních hornin brněnské jednotky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 76-78. Brno.
- Gregerová, M. (1994): Petrografická charakteristika hornin ze štoly ražené pod Chocholou. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 74-75. Brno.
- Gregerová, M. (1994): Petrografická charakteristika hornin z vrtů v okolí Kamence u Poličky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 75-76. Brno.
- Gregerová, M. (1996): Amfibolity z xenolitu metagabra (Bystrc-Bosonohy). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 131-134. Brno.
- Gregerová, M. - Hrazdil, V. - Jedlička, V. (1994): Charakteristika vodohospodářské štoly ražené v Bělečském údolí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 78-79. Brno.
- Grygar, R. - Vavro, M. (1996): K charakteru a genezi tektonického styku lugika a silezika. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 134-139. Brno.
- Grym, V. (1996): Přspěvek k distribuci pegmatitů ve strážeckém moldanubiku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 139-143. Brno.
- Hanžl, P. (1994): Alkalické vulkanity v kladeckých fylitech z vrtu LV-23 Ludmírov. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 79. Brno.
- Hanžl, P. (1994): Předběžné výsledky mapování nectavského krystalinika. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 80-81. Brno.
- Hanžl, P. (1995): Hornblendit ze šupiny sobotínského masívu jihovýchodně od Zámčiska. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 84. Brno.
- Hanžl, P. (1995): Výsledky mapování kladeckého krystalinika pro mapu 1:50 000 Jevíčko. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 85-86. Brno.
- Hanžl, P. - Buriánková, K. (1998): Petrografie a geochemie metagaber od Pucova (moravikum) a Omic (brněnský masív). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 78-80. Brno.
- Hanžl, P. - Němečková, M. (1995): Předběžné výsledky mapování svinovsko-vranovského krystalinika pro mapy 1:50 000 Jevíčko a Mohelnice. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 86-89. Brno.
- Hanžl, P. - Němečková, M. (1996): Amfibolické kvarcity s L-stavbou ze zóny Červenohorského sedla (Hrubý Jeseník). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 144-145. Brno.
- Houzar, S. (1995): Grafitické kvarcity s vanad obsahujícími minerály v moravském moldanubiku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 89-90. Brno.
- Janoška, M. - Hanžl, P. (1996): Strukturně geologický výzkum zábřežského krystalinika u Moravské Třebové. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 145-146. Brno.
- Karásek, J. (1998): Krystalický vápenec a s ním spjatá hydrogeologická struktura u Senohrad. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 80-81. Brno.
- Koverdinský, B. (1995): Geologické využití příležitostných zemních prací na Šumpersku a Zábřežsku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 91. Brno.
- Krausová, D. - Zimák, J. (1998): Krystalová struktura a chemismus wollastonitu z vybraných moravských a slezských lokalit. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 82-84. Brno.
- Leichmann, J. (1994): Trondhjemit brněnského masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 82-85. Brno.
- Leichmann, J. - Höck, V. (1997): Amfiboly z dioritů metabazitové zony brněnského masívu jako indiatory jejího metamorfního vývoje. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 101-103. Brno.
- Losos, Z. - Hladíková, J. (1994): Mineralogie a izotopické složení grafitických hmot silesika. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 85-88. Brno.
- Losos, Z. - Hladíková, J. - Berka, L. (1995): Dílčí výsledky izotopického a mikrochemického studia sulfidů z brněnského masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 92-93. Brno.
- Melichar, R. (1995): Styk moldanubika a svrateckého krystalinika v okolí hadcového tělesa u Věžné. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 94-95. Brno.
- Melichar, R. (1995): Vztah moldanubika, svrateckého a poličského krystalinika v rámci geologie východního okraje Českého masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 96-97. Brno.
- Melichar, R. - Janoška, M. (1994): Strukturně-geologický výzkum vztahu poličského a letovického krystalinika v okolí Hamrů. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 89-90. Brno.
- Melichar, R. - Roupec, P. (1994): Nové poznatky o geologii brněnského masívu jižně od Černé Hory. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 90-91. Brno.
- Melichar, R. - Špaček, P. (1995): Nový nález fluoritu u Rakšic jz. od Brna a význam fluoritové mineralizace pro tektoniku brněnského masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 98-100. Brno.
- Mižke, R. (1994): Mapování moldanubického plutonu mezi Slavonicemi a Starým Městem pod Landštejnem a výzkum gaber u Maříže a Korolup. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 91-92. Brno.
- Mixa, P. - Koverdinský, B. (1994): Výsledky geologického mapování 1:10.000 v studijní ploše Pekařov-keprnická klenba. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 92-94. Brno.

- Morávek, R. (1995): Zpráva o geologicko-petrografických výzkumech v jižní části zábrěžského krystalinika. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 100-102. Brno.
- Morávek, R. (1996): Nálezoňá zpráva z výzkumu jižní části zábrěžského krystalinika s.s. v roce 1995. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 147-149. Brno.
- Novák, M. (1995): Minerální asociace wolastonit + vesuvian v nedvěďických mramorech a její petrogenetický význam. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 103-104. Brno.
- Novotný, P. (1997): Revize některých významných mineralogických lokalit v okolí Maršíkova a Sobotína, okres Šumperk. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 107-109. Brno.
- Novotný, P. (1997): Žulová - Korálové jámy. Část I. - dokumentační práce. - eol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 109-110. Brno.
- Novotný, P. - Zimák, J. (1998): Granátem bohaté pásky v amfibolické rule u Sobotína. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 85-88. Brno.
- Ondráček, P. - Losos, Z. (1996): Nový nález lateritických zvětralin hadců v blízkosti Jemnice na Českomoravské vrchovině. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 149-150. Brno.
- René, M. (1998): Petrografie a chemismus svorů z okolí Petrova nad Desnou. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 89-90. Brno.
- Řezníček, V. - Kuklová, K. - Aichler, J. (1994): Výsledky hydrogeologických vrtů BVJ-301 až 305 (Lipová Lázně-Bobrovník). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 96-97. Brno.
- Stříž, R. (1994): Výskyt akumulací granátu v povodí Svatky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 97-98. Brno.
- Vávra, V. - Fojt, B. - Kopa, D. (1998): Rudní akcesorie rul pláště žulovského masívu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 91-92. Brno.
- Vávra, V. - Losos, Z. (1995): Nerostné asociace z lomu Mírošov u Strážku (západní Morava). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 104-105. Brno.
- Žáček, V. (1994): Metamorfni segregace s hyalofanem a minerální asociace v okolních horninách sedimentárního obalu sz. části keprnické klenby v Hrubém Jeseníku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 98-100. Brno.
- Žáček, V. (1997): Metasomatické žíly pyroxenického pegmatoidu z pláště žulovského granitového plutonu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 111-114. Brno.

OSTATNÍ - APLIKOVANÁ GEOLOGIE, MINERALOGIE, GEOARCHEOLOGIE, ENVIRONMENTÁLNÍ GEOLOGIE AJ.

- Abraham, M. (1996): Regionální šlichová prospekce České republiky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 152-153. Brno.
- Aichler, J. - Pecina, V. (1998): Dokumentace sesuvů spojených s povodněmi v roce 1997 v jesenické oblasti. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 94-96. Brno.
- Červinka, O. - Fojt, B. (1996): Železnorudný výskyt u Vranové Lhoty. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 154-155. Brno.
- Dvorská, J. (1995): Petroarcheologický výzkum raně středověké keramiky z Mikulčic-Valů. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 107-109. Brno.
- Faimon, J. (1997): Kineticky podmíněná koexistence termodynamicky stabilních a nestabilních fází ve vodném prostředí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 116-118. Brno.
- Faimon, J. (1998): Má rozpouštění „nových povrchů“ geochemický význam? - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 97-98. Brno.
- Faimon, J. (1998): Rozměry kinetických konstant a rovnováha. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 99-100. Brno.
- Fojt, B. - Zeman, J. (1996): Obsahy kobaltu a niklu v pyritech jesenických sulfidických stratiformních ložisek - indikátory metamorfniho přepřacování rudnin. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 155-157. Brno.
- Gregerová, M. (1994): Současný stav a perspektiva Zbrašovských aragonitových jeskyní. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 102-103. Brno.
- Gregerová, M. (1996): Petrografické rozborý středověké brněnské keramiky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 178-179. Brno.
- Gregerová, M. - Pospíšil, P. (1996): Příčiny degradace stavebních materiálů lednického zámku. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 180-181. Brno.
- Gregerová, M. - Rybák, J. (1996): Šlichová prospekce v okolí Luhačovic. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 158-159. Brno.
- Gregerová, M. - Střelcová, E. (1996): Petrografická charakteristika stavebních materiálů památek okresu Prostějov. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 182-183. Brno.
- Gregerová, M. - Sulovský, P. (1994): Možnosti využití elektronové mikroskopie a mikroanalýzy. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 103-104. Brno.
- Gregerová, M. - Valouch, K. (1996): Degradace stavebního kamene - experimentální studie. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 184-185. Brno.
- Gregerová, M. - Vlček, R. (1994): Petrografická a geochemická charakteristika malt a omítek kostela sv. Petra a Pavla v Brně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 104-105. Brno.
- Havíř, J. - Pazdířová, J. (1995): Série otřesů z okolí Jevíka (leden 1993) a tektonické otřesy z Nížkého Jeseníku (listopad a prosinec 1994). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 110. Brno.

- Haviř, J. - Skácelová, Z. (1998): Tektonické mikro-zemětřesení od Valašského Meziříčí z l. 5. 1997. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 100-102. Brno.
- Hladilová, Š. (1996): Předběžná zpráva o výsledcích studia miocenních fosilií z archeologických lokalit Dolní Věstonice a Předmostí u Přerova. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 186-187. Brno.
- Hlávka, R. - Krausová, D. - Zimák, J. (1996): Rentgenometrický výzkum barytu z rudních ložisek typu SEDEX a hydrotermálních žil v severovýchodní části Českého masivu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 159-161. Brno.
- Hrádek, M. (1995): Tektonické a gravitační tvary v okolí Jihlavy na jihovýchodním okraji Českého masivu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 111-112. Brno.
- Hranáč, P. (1996): Šlichová prospekce na území flyšového pásma západních Karpat. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 161-163. Brno.
- Ivan, A. - Kirchner, K. (1995): Některé vztahy mezi reliéfem a geologickou stavbou v Národním parku Podyjí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 113-114. Brno.
- Kelit, K.G. - Novotná, J. (1995): Stanovení optimálního využití podzemních vod v jímacím území Moravské Bránice. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 114-115. Brno.
- Kohoutová, I. - Popelářová, V. (1997): Revize pásem hygienické ochrany (PHO) Březovského vodovodu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 118-120. Brno.
- Krejčí, O. - Kirchner, K. (1998): Charakteristika jevů způsobených extrémními srážkami v roce 1997 v oblasti karpatského flyše na Vsetínsku: Návrhy řešení způsobených škod. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 103-108. Brno.
- Mandl, M. - Zeman, J. (1994): Elektrochemické sledování anorganické a bakteriální oxidace arzenopyritu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 105-107. Brno.
- Přichystal, A. - Strnad, M. (1995): Doklad o používání ohně v období cromerského komplexu na Stránské skále v Brně. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 115-117. Brno.
- Slobodník, M. (1996): Orientace struktur s krasovými projevy v dobývacích prostorech devonských a karbonských vápenců (Maloměřice-Hády, Líšeň-Lesní Lom, Mokrý u Brna). - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 166-168. Brno.
- Slobodník, M. (1996): Rozlišování karbonátů barvením. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 164-165. Brno.
- Slobodník, M. - Muchez, P. (1996): Strukturní pozice karbonátových žil na jižním okraji Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 168-171. Brno.
- Stríž, R. - Melichar, R. (1996): Akumulace granátu v povodí řeky Svratky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 171-173. Brno.
- Sulovský, P. - Vávra, V. (1997): Fázové složení popílkových betonů. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 121-123. Brno.
- Sulovský, P. - Vávra, V. (1997): Fázové složení popílků ze spalování ve fluidním loži. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4, 123-124. Brno.
- Šteffan, M. (1995): Sádrovec ve Zbrašovských aragonitových jeskyních. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 117-118. Brno.
- Štelcl, J. (1994): Petroarcheologické zhodnocení kamenného stavebního materiálu odkrytého při výstavbě kostela na náměstí T.G.Masaryka v Břeclavi. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 107-109. Brno.
- Štelcl, J. - Surý, J. - Navrátil, O. (1994): Sledování koncentrace přirozených radioaktivních prvků ve vybraných jeskyních severní a střední části Moravského krasu. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 109-111. Brno.
- Štelcl, J. - Zimák, J. (1998): Výsledky gamaspektrometrických měření v Javoříčských jeskyních. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 112-115. Brno.
- Štelcl, J. - Zimák, J. (1998): Zhodnocení obsahu a distribuce přirozených radioaktivních prvků v prostoru speleoterapeutické léčebny na 2. patře ložiska Zlaté Hory - jih. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 109-112. Brno.
- Švestka, J. (1996): Antropogenní součásti šlichových vzorků. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 174-175. Brno.
- Vávra, V. (1998): Kvantitativní fázová analýza ve směsích s obsahem elektrárenských popílků. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 115-117. Brno.
- Večeřa, J. (1995): Předběžné výsledky kategorizace pozůstatků dolování ve Zlatých horách. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1994, 2, 118-120. Brno.
- Vít, J. - Pecina, V. - Aichler, J. (1998): Červencová povodeň v oblasti Jeseníků - příčiny, průběh a následky. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 118-122. Brno.
- Zeman, J. (1994): Interpretace oxidačně-redukčního potenciálu v přírodním prostředí. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 1, 111-112. Brno.
- Zeman, J. - Müller, P. - Boháček, Z. - Toul, J. - Kovářová, M. - Komárek, M. (1998): Dynamika změn v obsazích anorganických a organických polutantů: Aplikace modelového řešení. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 123-124. Brno.
- Zeman, J. - Müller, P. - Komárek, M. (1998): Dynamika výměny těžkých kovů mezi sedimentem a vodným prostředím. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 5, 125-128. Brno.
- Zimák, J. (1996): Sulfidická mineralizace na lokalitě „Schusterloch“ u Hluboček. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 3, 175-176. Brno.

SBORNÍKY - SEZNAM			
ročník	sborník	vydáno	barva přebalu
I.	GVMS v r. 1993	1994	zelenošedá
II.	GVMS v r. 1994	1995	růžová
III.	GVMS v r. 1995	1996	zelená
IV.	GVMS v r. 1996	1997	modrá
V.	GVMS v r. 1997	1998	

AUTORSKÝ REJSTŘÍK 1993-1997

- Abraham M. - III/152
 Adamová M. - I/21; II/12
 Aichler J. - I/94, 96; IV/48; V/94, 118
 Andrejkovič T. - IV/10
 Babůrek J. - IV/98
 Batík P. - II/81
 Bábek O. - II/40, 50, 51; III/76, 98
 Berka L. - II/92
 Boháček Z. - I/20; IV/124; V/123
 Brzák M. - III/21
 Brzobohatý R. - I/15; II/16; III/46
 Bubík M. - I/16, 21, 26; II/17, 19, 21, 24, 35; III/48, 51, 53; IV/22, 33, 43; V/20
 Buček Z. - I/45
 Bumbálek P. - I/72
 Buriánek D. - V/23
 Buriánková K. - V/78
 Buzek F. - I/20
 Cílek M. - III/2, 23; IV/2, 4
 Čech S. - II/32
 Čejchan P. - I/37; III/78
 Červinka O. - III/154
 Dědáček K. - IV/51
 Doláková-Zdražilová N. - III/54
 Dolníček Z. - V/23
 Dvorská J. - II/107
 Dvořák J. - I/30
 Dvořák P. - V/60
 Eliáš M. - IV/25; V/25
 Faimon J. - IV/116; V/2, 97, 99
 Fediuková E. - II/80, 81; III/81
 Finger F. - IV/26
 Fojt B. - I/73; II/83; III/154, 155; IV/103, 105; V/91
 Franců E. - V/44
 Franců J. - I/20; IV/83, 125
 Galle A. - I/41, 52
 Gnojek I. - IV/51
 Gregerová M. - I/74, 75, 76, 78, 102, 103, 104; III/131, 158, 178, 180, 182, 184
 Grygar R. - III/82, 134
 Grym V. - III/139
 Hanák J. - IV/125
 Hamršímd B. - II/32
 Hanžl P. - I/32, 47, 79, 80; II/84, 85, 86; III/56, 144, 145; IV/26, 98; V/78
 Havří J. - I/35; II/42, 110; III/4, 86, 90; IV/6, 28, 56; V/26, 100
 Havlíček P. - III/9
 Hercman H. - III/42
 Hladíková J. - I/85; II/92; IV/57; V/56
 Hladil J. - I/37, 41, 52; II/44, 51, 53; III/92; IV/57; V/46, 50
 Hladilová Š. - I/23; II/28; III/186; IV/29
 Hlávka R. - III/159
 Houzar S. - II/89
 Höck V. - IV/101
 Hranáč P. - III/161
 Hrádek M. - II/111; III/59
 Hrazdil V. - I/78
 Hypr D. - II/2
 Chadima M. - III/95
 Chlupáčová M. - IV/48, 51
 Choroš M. - III/100
 Ivan A. - II/113; III/11, 21; IV/10; V/4, 7
 Ivanov M. - III/62
 Jachowicz M. - IV/64
 Jankovská V. - III/13
 Janoška M. - I/89; II/5; III/145; IV/65; V/52
 Jedlička V. - I/78
 Kadlec J. - I/9; II/6
 Kalvoda J. - II/40, 48, 50, 51; III/98, 100, 127
 Karásek J. - III/16, 19, 28; IV/7; V/5, 16, 80
 Kašparec I. - IV/125
 Kelit K. G. - II/114
 Kirchner K. - II/113; III/11, 21, 65; IV/10; V/7, 103
 Klajmon P. - IV/32

- Kohoutová I. - IV/118
 Komárek M. - V/123, 125
 Kopa D. - II/83; IV/103; V/91
 Kovářová M. - IV/124, V/123
 Koverdinský B. - I/44, 92; II/91
 Krausová D. - III/159; IV/12; V/75, 82
 Krčmář Z. - IV/126
 Krejčí O. - I/20, 21; II/12, 19, 29; III/56, 65; IV/26, 33, 39, 44, 125; V/20, 29, 33, 103
 Krhovský J. - II/32; III/68;
 Kristen A. - IV/126
 Krs M. - II/53
 Krsová M. - II/53
 Kuklová K. - I/96
 Leichmann J. - I/82; IV/101
 Losos Z. - I/72, 85; II/92, 104; III/149; V/56
 Malovaná A. - III/100
 Mandl M. - I/105
 Marek P. - I/72
 Mastalerz K. - II/66; IV/71
 Maštera L. - I/47, 57; II/57, 61; III/102, 105; IV/66, 69
 McCoy W. D. - III/23
 Melichar R. - I/45, 89, 90; II/40, 64, 94, 96, 98; III/95, 100, 120, 171
 Mička R. - I/91
 Micháliček M. - I/20; IV/125
 Mikuláš R. - III/107; V/58
 Mixa P. - I/32, 92, 94
 Müller P. - I/20; IV/124, 125; V/123, 125
 Morávek R. - II/100; III/147; V/9
 Muchez P. - II/72; III/168; V/65
 Musil R. - II/7; III/26, 28; IV/14; V/11
 Muszer A. - V/56
 Navrátil O. - I/109
 Nehyba S. - I/23; II/35, 66; III/98; IV/36, 71; V/2
 Neunerová V. - IV/131
 Němečková M. - II/86; III/144
 Novák M. - II/103
 Novák Z. - II/35; IV/36; V/32
 Novotná J. - II/114
 Novotný P. - IV/65, 107, 109; V/60, 85
 Oches E. A. - III/23
 Ondra P. - IV/125
 Ondráček P. - III/149
 Orel P. - I/32; III/109; IV/73
 Otava J. - I/10, 47, 52, 57; II/51, 61, 69; III/111; IV/37, 39, 76, 126, 127, 129; V/29, 44, 62
 Pazdířová J. - II/110
 Pecina V. - I/94; V/94, 118
 Pek I. - I/57; III/107; V/52, 58
 Petrová P. - II/35; V/32
 Poelchau S. H. - IV/83
 Popelářová V. - IV/118
 Pospíšil P. - III/180
 Pospíšil Z. - IV/126
 Pruner P. - II/53
 Přichystal A. - I/21, 59, 60; II/12, 75, 115; III/113; IV/64, 79, 130; V/33
 Reháková D. - I/28
 René M. - III/118; IV/81; V/89
 Repčok I. - V/33
 Roupec P. - I/90; III/65, 100
 Rybák J. - III/158
 Řezníček V. - I/96; IV/33
 Sas D. - III/34
 Seidl L. - III/19, 26, 28; IV/7
 Schinzelová E. - V/35
 Schitter F. - IV/26
 Skácel J. - IV/103
 Skácelová Z. - III/4; IV/6; V/100
 Skupien P. - IV/32; V/39
 Slavík L. - III/120
 Slobodník M. - I/62; II/72; III/164, 166, 168; V/65
 Smolíková L. - III/32
 Smutná S. - I/64; III/122
 Stráňák Z. - I/21; II/21, 24, 120; IV/43; V/20
 Streitová M. - I/65
 Strnad M. - II/115
 Střelcová E. - III/182; IV/83;
 Stříž R. - I/97; III/171
 Sulovský P. - I/103; IV/39, 76, 121, 123, 124; V/29
 Surý J. - I/109; III/34
 Sváček P. - III/72
 Svatuška M. - I/26; III/70
 Sýkorová Z. - IV/6
 Špaček P. - II/98; III/98, 100, 127
 Šteffan M. - I/12; II/117
 Štelcl J. - I/107, 109; II/73; III/34; IV/12, 17, 95; V/109, 112
 Švábenická L. - II/19, 21, 24, 32; IV/33, 43, 44; V/20
 Švestka I. - III/174
 Tomášková A. - I/66, II/75
 Toul J. - IV/124; V/123
 Uřeš M. - I/41
 Valeš V. - V/32
 Valoch K. - III/26, 28
 Valouch K. - III/184
 Vašátko J. - III/37
 Vašíček Z. - I/28; IV/32
 Vávra V. - II/104; IV/105, 121, 123; V/56, 72, 73, 75, 91, 115
 Vavro M. - III/134
 Večeřa J. - II/118
 Veselá M. - IV/69
 Veselý I. - III/74; V/16
 Viaene W. - II/72
 Vit J. - I/12; II/9; III/39, 42; IV/19; V/118
 Vlček R. - I/104
 Zajíč J. - IV/85
 Zander A. - III/2
 Zapletal J. - I/67; III/107; IV/89; V/52
 Zdražilková N. - I/23
 Zelinková M. - IV/129
 Zeman J. - I/105, 111; III/155; IV/124; V/123, 125
 Zimák J. - I/69, 73; II/78; III/159, 175; IV/12, 17, 92, 93, 95; V/60, 68, 70, 72, 73, 75, 82, 85, 109, 112
 Žáček V. - I/98; IV/111

