

Moravskoslezské paleozoikum 2016



Katedra
geologie



Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta

Sborník abstraktů OLOMOUC 9. únor 2016 XIX. ročník



Editori:

Michaela Kotlánová

Martin Kováček

Martin Faměra

MORAVSKOSLEZSKÉ PALEOZOIKUM 2016

XIX. ročník

9. únor 2016

SBORNÍK ABSTRAKTŮ

Michaela Kotlánová, Martin Kováček, Martin Faměra (eds)



**Přírodovědecká
fakulta**

**Univerzita Palackého
v Olomouci**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta, Katedra geologie, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

Olomouc 2016

MORAVSKOSLEZSKÉ PALEOZOIKUM 2016

Věnováno významnému životnímu jubileu

RNDr. Lubomíra Maštery, CSc.

Obsah konferenčního sborníku

Jiří Otava

LUBOMÍR MAŠTERA OSMDESÁTNÍKEM 5

David Buriánek

**GENEZE TURMALINITŮ OD LITKOVIC
(ZÁPADNÍ OKRAJ MOLDANUBICKÉHO PLUTONICKÉHO KOMPLEXU) 6**

Zdeněk Dolníček, Bohuslav Fojt

**PRVKY VZÁCNÝCH ZEMIN V POLYMETALICKÝCH RUDNINÁCH
JESENICKÝCH STRATIFORMNÍCH SULFIDICKÝCH LOŽISEK 7**

Lada Hýlová, Jakub Jirásek, Martin Sivek

UHLONOSNÁ SEDIMENTACE PETŘKOVICKÝCH VRSTEV V HORNOSLEZSKÉ PÁNVI 9

Michaela Kotlánová, Zdeněk Dolníček

**PODMÍNKY VZNIKU RUDNÍCH ŽIL NA LOKALITĚ
ZLATÝ DŮL U HLUBOČEK (KULM NÍZKÉHO JESENÍKU) 11**

Martin Kováček, Tomáš Lehotský

**ASOCIACE FOSILNÍ FAUNY ZE SV. VISÉ JIHOVÝCHODNÍ ČÁSTI
MYSLEJOVICKÉHO SOUVRSTVÍ DRAHANSKÉHO KULMU 13**

Kamil Kropáč, Zdeněk Dolníček, Tomáš Lehotský

VÝZNAM GEOPARKŮ PRO VZDĚLÁVÁNÍ STUDENTŮ A VEŘEJNOSTI 15

Tomáš Kumpan

LITOFACIE A FACIÁLNÍ ARCHITEKTURA MIROSLAVSKÝCH SLEPENCŮ 16

Tomáš Lehotský, Zdeněk Dolníček, Kamil Kropáč, Jaroslav Kapusta

SPODNOKARBONSKÉ FOSILIE Z LOMU HRABŮVKA 17

Mojmír Opletal

PROBĚHLA V ČESKÉM MASÍVU TAKONSKÁ OROGENEZE? 18

Jiří Otava, Jakub Jirásek, Mark D. Schmitz

ČASOVÉ ZAŘAZENÍ ÚSVITU KULMSKÉ FACIE NA JIŽNÍ MORAVĚ, U/Pb DATOVÁNÍ 23

Hedvika Poukarová, Karel Hron, Ondřej Bábek, Jindřich Hladil, Martin Faměra, Daniel Šimíček,
Tomáš Weiner

KVANTITATIVNÍ MIKROFACIÁLNÍ ANALÝZA VÁPENCŮ PŘI HRANICI STUPŇŮ

LOCHKOV/PRAG NA VYBRANÝCH PROFILECH V BARRANDIENU 25

Martin Schreier, Zdeněk Dolníček

FLUIDNÍ SYSTÉMY V KONTAKTNĚ-METAMORFNÍCH

SKARNECH ŽULOVSKÉHO PLUTONU A ŠUMPERSKÉHO MASIVU 27

Tomáš Weiner, Jiří Kalvoda

STRATIGRAFIE A FACIÁLNÍ VÝVOJ FAMENSKÝCH PROFILŮ

LÍŠEŇSKÉHO SOUVRSTVÍ S POLOHAMI *ANNULATA* EVENTŮ

V JIŽNÍ ČÁSTI MORAVSKÉHO KRASU 28

Příspěvky nejsou recenzovány, za jejich obsahovou i formální správnost odpovídají autoři.

Obrázek na obálce: Lom Hrabůvka, foto: Michaela Kotlánová (2015)

LUBOMÍR MAŠTERA OSMDESÁTNÍKEM

Stalo se dobrou tradicí konferencí Moravskoslezské paleozoikum věnovat každoroční akci významné jubilující osobnosti české geologie. Letos se této cti dostává RNDr. Lubomíru Mašterovi, CSc. u příležitosti jeho osmdesátin. Vzhledem k tomu, že více než půl století trvající odborná kariéra je nesmírně dlouhá doba, k tomu naplněna množstvím práce, zajímavých zahraničních i domácích akcí, rozhodl jsem se popsat ji poněkud podrobněji. Doufám, že to bude průřez zajímavý a poučný jak pro mladé geology, tak pro Lubošovy vrstevníky, kolegy a kamarády:

Lubomír Maštera se narodil 19. 1. 1936 v Brně-Žabovřeskách. Po gymnáziu nastoupil v roce 1954 ke studiu geologie na tehdejší Univerzitě Jana Evangelisty Purkyně, dnešní (a předválečnou) Masarykovu univerzitu. V roce 1959 na Katedře geologických věd pod vedením Prof. RNDr. Karla Zapletala ukončil studia ve specializaci „Základní geologický výzkum“ státními zkouškami a obhajobou diplomové práce. Ta se zabývala mapováním a výzkumem nejjižnějších výběžků moravského paleozoika v okolí Brna. Téma zadal RNDr. Jaroslav Dvořák z brněnské pobočky ÚÚG v Brně a stal se také jeho vedoucím. Ihned po ukončení studií nastoupil Lubomír Maštera 1. června 1959 na umístěnku do Geologického průzkumu – závodu Brno na tř. Kpt. Jaroše. Zde získal první základy provozní geologie v oddělení Prospekce rudních ložisek, jehož vedoucím byl RNDr. Václav Mátl.

V poměrně krátké „ložiskářské“ kariéře Luboše Maštery se objevili mnozí z nejslavnějších českých ložiskových geologů. Po návratu z půlroční základní vojenské služby v Kroměříži byl rozhodnutím hlavního podnikového geologa RNDr. Josefa Janečky převelen do závodu Jihlava na úsek Dolní Bory. Kromě doznívajícího otvirkového průzkumu pegmatitového ložiska měl na starosti vytyčování a průzkum ložisek nerudných surovin na území Českomoravské vrchoviny a Železných hor. Zde získával postupně zkušenosti provozního geologa pod vedením hlavního úsekového geologa RNDr. Milana Jarouška. Tento úsek se po předání pegmatitového ložiska do těžby Českomoravskému keramickému průmyslu přemístil do opuštěných budov Uranového průzkumu u Chotěboře. Zde Luboš zastihla nabídka závodního geologa RNDr. Emanuela Komínka přejít do oddělení Prospekce rudních ložisek. Zásluhou RNDr. Joela Pokorného a též s velkou pomocí RNDr. Dušana Němce získal Luboš cenné poznatky a návyky, které mu pomáhaly v dalším odborném růstu. Nelze zapomenout na nezištné školení, poskytované v Železných horách prof. Josefem Vachtlem, který zde tou dobou podrobně mapoval. Pod vedením Dr. Joela Pokorného začal Luboš rozpracovávat šlichovou rudní prospekci na vodotečích celého zájmového území závodu. Tato metoda byla posléze RNDr. Ivanem Tenčíkem rozšířena na celé území Čech a Moravy. Bohužel, na základě počínajících zdravotních problémů a na doporučení jihlavských lékařů, byl Luboš nucen změnit zaměstnání.

V roce 1963 nastoupil Luboš jako geologický interpretátor seizmického průzkumu do Geofyziky n.p., kde se jeho hlavním vedoucím stal Antonín Hrdlička. Luboš přiznává, že toto zaměření mu příliš nevyhovovalo. Proto uvítal v roce 1965 pozvání RNDr. Mikuláše Dlabáče, CSc. do geologického oddělení MND závod Brno. Toto oddělení se stalo po několika měsících v důsledku reorganizace resortu geologie základem pro obnovení činnosti bývalé pobočky Ústředního ústavu geologického v Brně. Zde se Lubošovo působení na geologické půdě znovu a natrvalo setkal při spolupráci s RNDr. Jaroslavem Dvořákem Dr.Sc. a pokračovalo až do jeho předčasného skonu v roce 1998.

Šedesátá i sedmdesátá léta Luboš prožíval především jako mapující petrograf během rozsáhlých projektů na Dražanské vrchovině a v Nížkém Jeseníku. Z intenzivního mapování a vzorkování dr. Maštera získal hojné podklady pro vypracování kandidátské disertační práce. V díle, které obhájil v roce 1975 a posléze publikoval, značně přispěl k poznání petrografie drobové a slepencové sedimentace střední a východní části kulmu Nížkého Jeseníku, konkrétněji odlišení moravického a hradecko-kyjovického souvrství.

Následující léta byla obohacena účastí na geologicky velmi cenných a současně pro mateřský Ústřední ústav geologický i Československo velmi lukrativních zahraničních expedicích. Nejprve to byly akce projektované a vedené dr. Tiborem Budayem, Dr.Sc.. V roce 1976 proběhla půlroční expedice několika desítek geologů na severovýchod Iráku – do Kurdistánu, kde byl Luboš zástupcem vedoucího tábora situovaného v Penjwinském výběžku na hranici Íránu. Výsledkem celé expedice bylo sestavení mapy příhraničního horského území o rozloze 2 800 km² včetně vysvětlivek.

Po časové přetržce způsobené nestabilitou v oblasti se Lubomír Maštera zúčastnil poslední etapy další expedice v roce 1979, tentokrát nasměrované do Západní pouště, poblíž hranic Saudské Arábie. Zde bylo celkovým výsledkem geologické zmapování a zpracování 30 000 km².

Po krátkém přerušení naplněném mapováním a petrografií v domácích terénech následovalo zapojení dr. Maštery do služeb Geoindustrie v mapovací expedici v Libyi v letech 1982–3. Během dvou terénních sezón zde čtveřice geologů zmapovala 16 000 km² kenozoických sedimentů v severní části naftově důležité libyjské oblasti Syrského bazénu. Pro lepší představu je to přibližně plocha Olomouckého, Jihomoravského a Zlínského kraje dohromady. Lubomír Maštera byl vedoucím týmu a redaktorem listu Maradah a příslušných vysvětlivek.

Po návratu dr. Maštera vedle petrografické a mapérské práce zastával funkce ve vedení brněnské pobočky tehdejšího Ústředního ústavu geologického, včetně funkce ředitelské. Závěr kariéry na přejmenovaném Českém geologickém ústavu a posléze České geologické službě věnoval dr. Maštera mapování a petrografii mírovského paleozoika, paleozoika Železných hor a samozřejmě jako po celou odbornou kariéru geologii a petrografii moravskoslezského paleozoika, tedy Nízkého Jeseníku a Dražanské vrchoviny. Externě přednášel na brněnské univerzitě a oponoval mnohé diplomové, doktorské a kandidátské práce. Dr. Maštera byl pravděpodobně prvním sedimentárním petrografem, který pro paleozoické sedimenty Českého masivu uplatnil a publikoval výsledky moderní metody petrogenetického studia sedimentárních pánví dle Dickinsona a Suczeka.

I po odchodu do důchodu v roce 2002 pokračoval L. Maštera v publikování, sestavování odborných zpráv a posudků. S doc. Arnoštem Dudkem spolupracoval při petrografickém vyhodnocování výbrusů expedice vedené Geominem do Mongolska, Altajské Gobi v letech 2000–2001 a posléze též v navazující akci ČGS v Altaji 2003–6. Velmi významně se podílel na petrografickém zpracování výbrusového materiálu na projektu České geologické služby v Íránu v letech 2007–2011, jehož téměř kompletní název je: Capacity building of Geological Survey of Iran's staff in geological mapping at 1 : 25 000 scale. S doc. Slavomírem Nehybou a dr. Rainhardem Roetzlem publikoval Lubomír Maštera v r. 2012 práci o geologii, sedimentologii a petrografii jižního pokračování boskovického příkopu na území Rakouska.

Velmi záslužnou činností je právě probíhající zařazování starých výbrusů do moderní databáze hmotné dokumentace ČGS a účast na vyhodnocování starších výbrusů pro odevzdávané listy projektu Základní geologické mapování ČR. Nezištné předávání značných zkušeností petrografům mladší generace bylo a je pro Lubomíra Mašteru samozřejmostí.

Pro mne osobně bylo ctí a radostí, že jsem s Lubošem mohl absolvovat během minulých 44 let tolik skvělých, přínosných a často i napínavých domácích i zahraničních geologických akcí. Určitě mluvím taky za všechny jeho kolegy a přátele, když mu popřeji do dalších let pevné zdraví, radost ze života a z geologie.

Jiří Otava, Brno 2016

GENEZE TURMALINITŮ OD LITKOVIC (ZÁPADNÍ OKRAJ MOLDANUBICKÉHO PLUTONICKÉHO KOMPLEXU)

David Buriánek

Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 59 Brno

V metamorfovaných vulkanosedimentárních komplexech se poměrně běžně vyskytují křemen-turmalínové polohy a žíly (turmalinity). V mnoha případech není jasné, jak tyto horniny vznikají. Obvykle se jedná o mladé hydrotermální žíly, nebo jde o stratiformní polohy turmalinitů, které byly společně s okolními horninami metamorfovány. Oba typy turmalinitů jsou v Českém masivu zastoupeny (svratecké krystalinikum, saxothuringikum atd.). Odlišit tyto dva typy turmalinitů však není jednoduché.

V tomto příspěvku je řešena geneze turmalinitu, který byl nalezen při západním okraji moldanubického plutonického komplexu. Zmíněné horniny nacházíme v podobě drobných úlomků na polích s. od obce Litkovice. V okolí vystupují leukokratní silimanit-cordieritické migmatity a silimanit-biotitické migmatity s cordieritem. Turmalinity nemají přímou prostorovou vazbu na žádné významnější těleso granitů. Žíly mají poměrně malou mocnost (podle velikosti a tvaru úlomků se zdá, že nepřesahují 1 m) a jsou postiženy lokalizovanou kataklázou a mylonitizací. Kontakty turmalinitů s okolními migmatity jsou ostré a v turmalinitech není patrná metamorfní rekrystalizace (krystaly jsou místy orientovány kolmo k okraji žil). Žíly jsou složeny z 25 až 75 mod. % křemene a zbytek je reprezentován tence jehlicovitým až sloupcovitým turmalínem, který svým chemickým složením odpovídá Al-bohatému skorylu až dravitu (X_{Fe} 0,42–0,82; Al 6,45–6,80 apfu; Na 0,39–0,59 apfu). Chemicky podobný turmalín byl nalezen v žile aplitu u obce Dívčí kopy. Žíly pegmatitů a aplitů jsou orientovány nejčastěji ve směru SV–JZ, s obvykle velmi strmým úklonem k JV. Mocnost aplitových žil se pohybuje v rozmezí od několika centimetrů do prvních metrů. Aplit je drobnozrnná až středně zrnitá hornina obsahující draselný živec, plagioklas, biotit a muskovit. Akcesorické minerály jsou zastoupené apatitem a zirkonem. Obsah slíd nepřesahuje 5 mod. %. Turmalín se vyskytuje vzácně a tvoří xenomorfní zrna, která místy zatlačují živce. Většinou má nepravidelnou smouhovitou až sektorovou zonálnost a svým chemickým složením odpovídá Al-bohatému skorylu (X_{Fe} 0,79–0,82; Al 6,67–6,82 apfu; Na 0,59–0,64 apfu).

Turmalín v turmalinitech z lokality Litkovice nevykazuje výrazné známky metamorfní rekrystalizace a svým chemickým složením se blíží turmalínů z aplitových žil. Můžeme tedy předpokládat, že se jedná o produkt frakcionace granitické taveniny (pegmatity a aplity). Vznik B-bohatých hydrotermálních roztoků tedy souvisí se závěrečnou fází vývoje moldanubika. Chemicky velmi podobné turmalinity byly nalezeny také v okolí Třebíče (Na 0,41–0,65 apfu; X_{Fe} 0,35–0,56 apfu; 5,92–6,76 apfu (Buriánek a Houzar 2013)).

Literatura:

Buriánek D., Houzar S. (2013) Žíly turmalinitů v moldanubiku západní Moravy v okolí Třebíče. Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 21, 1, 67–73.

PRVKY VZÁCNÝCH ZEMIN V POLYMETALICKÝCH RUDNINÁCH JESENICKÝCH STRATIFORMNÍCH SULFIDICKÝCH LOŽISEK

Zdeněk Dolníček¹, Bohuslav Fojt²

¹ Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geologie, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

² Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Ústav geologických věd, Kotlářská 2, 611 37 Brno

V rámci této práce bylo studováno dvacet vzorků typických sulfidických rudnin ze tří dříve těžených stratiformních polymetalických ložisek uložených ve slabě metamorfovaných vulkanosedimentárních horninových sekvencích vrbenské skupiny a šternbersko-hornobenešovského pásma (Zlaté Hory, Horní Město, Horní Benešov). Analýzy prvků vzácných zemin (REE), dalších stopových prvků i makroprvků byly provedeny v laboratoři ACME (Vancouver) metodami ICP-MS a ICP-OES. Analyzované vzorky zahrnovaly mineralogicky i texturně variabilní typy rudnin: bohaté sulfidické Pb-Zn-Cu(-Au) rudniny s masivní či páskovanou texturou, dále různé chudší sulfidické rudy s vtroušeninovou či šmouhovitou texturou, sulfidy zrudnělé mramory i „křemičité horniny“, jakož i vzorky s výrazným zastoupením barytu.

Celkové obsahy (REE) se v analyzovaných rudninách pohybují mezi <1,7 a 300 ppm. Obsahy REE statisticky nijak nekorelují s obsahy síry (reflektující obsahy sulfidů a barytu; $R^2 = 0,03$), ani s obsahem karbonátů ($R^2 = 0,01$). Výraznější korelace jsou mezi obsahy REE a obsahem silikátové složky rudnin, vyjádřené obsahem Al_2O_3 ($R^2 = 0,28$), stejně jako s obsahy Zr ($R^2 = 0,47$) a v menší míře i TiO_2 ($R^2 = 0,18$). To nasvědčuje vazbě hlavní části REE studovaných rudnin na akcesorické minerály a v menší míře na alumosilikáty (slídy, živce). Role karbonátů, sulfidů a barytu jakožto nositelů REE je zanedbatelná.

Chondritem normalizované distribuce REE rudnin vykazují pro všechna tři ložiska obdobné znaky: 1) variabilní tvary křivek REE ve smyslu poměru LREE a HREE, 2) variabilní Ce a Eu anomálie, 3) uplatnění tzv. tetradového efektu. Tvary chondritem normalizovaných křivek REE se pohybují mezi dvěma extrémy. Prvním je křivka charakterizovaná plynulým poklesem hodnot od nejlehčích REE k nejtěžším REE, a tedy charakterizovaná vysokým poměrem La_N/Yb_N (maximální hodnota 103). Druhým extrémem je víceméně subhorizontální křivka s vyrovnaným poměrem LREE a HREE (minimální zjištěná hodnota $La_N/Yb_N = 1,0$). Polovina vzorků je bez Ce anomálie, druhá polovina vykazuje pozitivní či negativní Ce anomálie (hodnoty Ce/Ce^* se pohybují mezi 0,65 a 1,24). Patnáct vzorků vykazuje různě výraznou negativní Eu anomálii, zbylých pět vzorků je buď bez Eu anomálie nebo má pozitivní Eu anomálii. Tetradový efekt je patrný u většiny (14) vzorků u první tetrády (La-Nd). Jsou přítomny oba typy distribucí, tetradový efekt tvaru písmene M je přítomen u 8 vzorků, zatímco efekt tvaru písmene W je znatelný u 6 vzorků.

Interpretace: Prvky vzácných zemin jsou ve studovaných rudninách vázány především na akcesorické minerály a horninotvorné silikáty, tedy zcela analogicky normálním silikátovým horninám. REE jsou v silikátových horninách považovány za prvky velmi málo mobilní během metamorfózy a jako takové jsou často využívány ke studiu původu a geotektonické pozice protolitu metamorfitů. Přes částečnou/totální rekrystalizaci, kterou studované rudniny prodělaly během naložené regionální metamorfózy, lze konstatovat zachování široké variability v koncentracích REE, tvaru normalizovaných křivek, tetradového efektu a Eu a Ce anomálií. Proto lze předpokládat, že během metamorfózy nedošlo k výraznější homogenizaci REE v daném horninovém prostředí. Variabilita výše uvedených charakteristik tedy reprezentuje spíše předmetamorfni stav a tedy nese informace o procesech tvorby těchto stratiformních rudnin.

Variabilní tvary křivek REE lze vysvětlit buď participací různých komponent při vzniku rudnin, které se lišily tvarem distribucí REE, a/nebo intenzivním působením hydrotermálních fluid. Hodnoty La_N/Yb_N kolem 100 mohou v daných rudninách reprezentovat podíl kyselých či intermediálních vulkanitů či klastickou sedimentární příměs. Naproti tomu vyrovnané křivky REE ($La_N/Yb_N \sim 1,0$) mají vápence či bazické vulkanity – ty se však v hostitelském horninovém prostředí vyskytují jen vzácně. Proto se zdá pravděpodobnější, že vyrovnanější křivky REE některých rudnin jsou důsledkem buď vyššího zastoupení hydrotermálních minerálů srážených z vyvěrajících rudonosných hydroterm nebo intenzivnějšího působení těchto fluid na sedimenty/vulkanity, při němž došlo k přednostnímu loužení lehkých REE z horniny. První možnost vyžaduje spíše nižší teploty hydroterm (pod cca 200 °C), druhá naopak vyšší teplotu a kyselé pH. Intenzivnímu hydrotermálnímu přepracování protolitu rudnin nasvědčuje i častá přítomnost tetradového efektu na normalizovaných křivkách REE.

Absence Ce anomálie svědčí o stabilním nižším Eh vystupujících fluid, naproti tomu přítomnost Ce anomálie může indikovat změny Eh fluid. Pozitivní Ce anomálie může být také zapříčiněna mobilizací Ce z oceánských sedimentů působením redukčně působících fluid. Negativní Ce anomálie může být buď důsledkem zvýšení Eh roztoku (méně pravděpodobná varianta vzhledem ke skutečnosti, že jde o sulfidické rudy, které v oxidačním prostředí nemohou vznikat) nebo jde o signaturu zděděnou z mořské vody, která je uvažována jako dominantní složka hydrotermálních fluid u daného typu ložisek. Je však třeba poznamenat, že pozorované relativně malé hodnoty Ce anomálie mohou být u řady vzorků jen důsledkem frakcionace REE související se vznikem tetradového efektu, neboť pozitivní anomálie Ce je téměř vždy doprovázena tetradovým efektem tvaru písmene M, zatímco negativní Ce anomálie tetradovým efektem tvaru písmene W.

Negativní Eu anomálie rudnin může být zděděna z klastické či vulkanogenní komponenty rudnin, nebo je důsledkem vysoké teploty fluida (nad cca 200 °C) a/nebo nízké aktivity kyslíku v rudních fluidech. Pozitivní Eu anomálie může být buď důsledkem zvýšení Eh roztoku (méně pravděpodobná varianta vzhledem ke skutečnosti, že jde o sulfidické rudy, které v oxidačním prostředí nemohou vznikat; srov. též absenci pozitivní Eu anomálie ve třech vzorcích s barytem ze čtyř analyzovaných), poklesu teploty fluida pod cca 200 °C (spojeného s termochemickou oxidací Eu^{2+} na Eu^{3+}) a/nebo desorpce Eu z povrchů minerálních zrn klastických a chemogenních sedimentů při změně teploty vyvěrajících fluid.

Poděkování:

Studie byla podpořena projektem IGA UP PrF/2015/014.

UHLOSONÁ SEDIMENTACE PETŘKOVICKÝCH VRSTEV V HORNOSLEZSKÉ PÁNVI

Lada Hýlová¹, Jakub Jirásek², Martin Sivek³

¹ Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc, lada.hylova@upol.cz

² Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava – Poruba, jakub.jirasek@vsb.cz

² Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava – Poruba, martin.sivek@vsb.cz

Petřkovické vrstvy (namur A, Petrascheck, 1926-1929) jsou nejstarší vrstevní jednotkou ostravského souvrství, které představuje paralickou část vývoje hornoslezské pánve (dále HP, Dopita a Kumpers 1993). Jejich studium přispívá k poznání charakteru přechodu neuhlonosné, relativně hlubokomořské flyšové sedimentace moravskoslezské pánve v uhlonosnou sedimentaci paralického vývoje hornoslezské pánve. Současně přispívá k poznání obecných zákonitostí sedimentárního vývoje uhlonosných pánví v předpolí variského orogénu (Havlena 1977). V minulých letech bylo provedeno několik studií, jejichž cílem bylo poznat podmínky v době ukládání horizontů petřkovických vrstev (např. Hýlová et al. 2013, Jirásek et al. 2013). K těmto účelům byla vytvořena řada modelů geologických, ale i báňsko-technických parametrů, jako je zejména mocnost, písčitost a uhlonosnost vrstevní jednotky.

Pro konstrukci uvedených modelů bylo využito informací z průzkumných vrtů, jejichž realizace probíhala na území HP během druhé poloviny 20. století. Z celé pánve (české i polské části) jsme měli k dispozici 404 profilů průzkumných vrtů, které zastihly petřkovické vrstvy. Většina z nich však nezastihla z různých důvodů úplný profil petřkovických vrstev a nebylo je proto možné použít pro výpočet daného parametru vrstevní jednotky. U 206 vrtů nebyla dovržena báze petřkovických vrstev, v 75 vrtech chyběl strop vrstevní jednotky z důvodu eroze, dalších 58 vrtů bylo nedovrženo do báze a zároveň došlo k erozi stropu jednotky, nebo byly významně tektonicky porušeny. Pro tvorbu modelů bylo použito 65 verifikovaných úplných vrtů a dva vrty neúplné, u nichž se dané parametry dopočítaly pomocí korelace s blízkými vrty. Pro výpočty uhlonosnosti petřkovických vrstev byly z dokumentace jednotlivých vrtů získány parametry uhelných poloh o mocnosti větší než 10 cm, resp. 40 cm. Jednalo se o nepravé mocnosti uhelných poloh, které byly přepočteny na pravé mocnosti podle hodnot úklonů uvedených v geologické dokumentaci vrtu. Do stanovení hodnot byly zahrnuty uhlí všech technologických typů i popelnatosti s výjimkou uhelných jílovců, které do výpočtů nebyly zahrnuty. K modelování vývoje parametrů petřkovických vrstev bylo využito programových produktů Bentley Systems, Inc. - InRoads and MicroStation 8.5.

Nejvyšší ověřená mocnost petřkovických vrstev byla zjištěna v Polsku, konkrétně v západní části pánve v blízkosti česko-polské státní hranice, kde její pravá mocnost dosahuje 766,9 m. Nejnížší pravá mocnost vrstevní jednotky činí 52,7 m. Průzkumný vrt, který zachytil nejnížší mocnost jednotky je situován taktéž v polské části pánve, a to na jejím východě, v blízkosti posterozní hranice pánve. Petřkovické vrstvy jsou zde označovány jako vrstvy sarnowské (Doktorowicz-Hrebniński 1935). Z modelu mocnosti petřkovických vrstev je zřejmá výrazná polarita ve směru SSZ-JJV.

Písčitost petřkovických vrstev dosahuje poměrně vysokých hodnot. V jednotlivých vrtech se běžně setkáváme s polohami pískovců, které jsou mocné 20 až 30 m. Ve výjimečných případech mohou polohy pískovců dosahovat i 50 m, ba dokonce 60 m. Písčitost jednotky je procentuální vyjádření celkové mocnosti pískovcových poloh k celkové mocnosti vrstevní jednotky. Maximální hodnota parametru (více než 95 %) je u východní hranice polské části pánve. Nejnížší hodnota (jde o dopočtenou hodnotu) je zjištěna na severu západní části pánve, kde písčitost dosahuje přibližně 23 %. Polarita písčitosti vrstevní jednotky je přibližně stejná jako u mocnosti.

Uhlonosnost představuje v analýzách uhelných pánví báňsko-technický parametr, ale je významný i pro představu vývoje pánve a jejich paleogeografických poměrů. Stanovuje se uhlonosnost celková (součet mocností všech uhelných poloh o mocnosti vyšší než 10 cm) a uhlonosnost ložisková, která tvoří součet mocností uhelných poloh nad 40 cm). Uhlonosnost lze vyjádřit různými způsoby, jako např. součet uhelných

poloh v metrech ve sledované části vrstevního sledu, počet uhelných poloh ve sledované části vrstevního sledu, poměr celkové mocnosti uhelných poloh (slojí) k celkové mocnosti vrstevního sledu v procentech ve sledované části vrstevního sledu. Nejvyšší uhlonosnosti vyjádřené celkovou mocností uhelných poloh o mocnosti větší než 10 cm jsou známy z české části pánve, kde lokálně přesahují 25 m. Petřkovické vrstvy mají ve většině polské části pánve uhlonosnost menší než 5 m a v některých místech uhelné polohy zcela scházejí.

Syntézou zpracovaných modelů parametrů petřkovických vrstev lze konstatovat, že:

1. Uhlonosná sedimentace petřkovických vrstev úzce souvisí s vývojem mocnosti vrstevní jednotky, resp. s oblastmi největší subsidence pánevního dna.
2. Nárůst písčitosti vrstev vede k potlačení cyklické stavby v petřkovických vrstvách a následně ke snížení jejich uhlonosnosti.
3. Ve vývoji mocnosti a uhlonosnosti petřkovických vrstev dominuje severojižní polarita nad polaritou východozápadní. Z modelů uhlonosnosti je tato skutečnost zcela zjevná, když vyšší uhlonosnost se vyskytuje pouze v české části pánve. I ta je ovšem poznamenána velkou variabilitou a nestálostí, zatímco v polské části pánve se uhlonosnost pohybuje na nejnižších hodnotách.

Prostorový vývoj mocnosti, písčitosti a uhlonosnosti dává představu o vývoji depozičních poměrů uhlonosných pánví. Z pohledu vzniku petřkovických vrstev lze konstatovat, že uhlonosná sedimentace petřkovických vrstev je značně ovlivněna transformací sedimentace kyjovických vrstev (v polské části pánev malinowickie a zalaskie warstwy) v paralicou sedimentaci ostravského souvrství (v polské části pánve serie paraliczna). Uhlonosná sedimentace nastupuje nejprve na jihu české části HP (Hýlová et al. 2009). Sever a severovýchod pánve byl ještě pod vlivem mořských ingresí, kde podmínky pro rozvoj uhlonosné sedimentace byly obecně nepříznivé. Maxima uhlonosné sedimentace v petřkovických vrstvách jsou lokalizována zejména na západě HP - v prostoru maximální subsidence pánve (předhlubně), částečně do přechodné zóny. Na východě pánve - v zóně minimální subsidence - má uhlonosná sedimentace minimální zastoupení. Uhlonosnost petřkovických vrstev je tedy řízena subsidencí pánve, částečně je pak ovlivňována i fluktuacemi v sedimentologickém vývoji pánve jižním směrem, kde bylo zřejmě zabráněno častějším mořským ingresím. Rozdílné podmínky tak zajistily zvýšení uhlonosnosti petřkovických vrstev v jižní části HP.

Vývoj mocnosti, písčitosti a uhlonosnosti petřkovických vrstev se výrazně odlišuje od vývoje mladších vrstevních jednotek paralicke molasy hornoslezské pánve. Petřkovické vrstvy jsou zajímavým příkladem vývoje uhlonosné sedimentace v pánvích nacházejících se v procesu přechodu jejich sedimentárního vývoje od mořského k paralicke prostředí.

Literatura:

- Doktorowicz-Hrebniński S. (1935): Mapa szczegółowa Polskiego Zagłębia Węglowego 1 : 25 000. Arkusz Grodziec: Objasnienie. – Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dopita M., Kumpers O. (1993): Geology of the Ostrava-Karviná coalfield, Upper Silesian Basin, Czech Republic, and its influence on mining. – *International Journal of Coal Geology*, 23, 291–321.
- Havlena V. (1977): Namurská molasová etapa a středoevropské Variskikum z hlediska poměrů v hornoslezské pánvi. – *Doktorská disertační práce*. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha.
- Hýlová L., Jureczka J., Jirásek J., Sivek M., Hotárková J. (2013): The Petřkovice Member (Ostrava Formation, Mississippian) of the Upper Silesian Basin (Czech Republic and Poland). – *International Journal of Coal Geology*, 106, 11–24.
- Hýlová L., Kandarachevová J., Jirásek J., Sivek M. (2009): New knowledge of the development of the Petřkovice Member in the south of the Czech Part of the Upper Silesian Basin (Czech Republic). – *Geolines*, 22, 25–31.
- Jirásek J., Hýlová L., Sivek M., Jureczka J., Martinek K., Sýkorová I., Schmitz M. (2013): Major Mississippian volcanoclastic unit of the Upper Silesian Basin, the Main Ostrava Whetstone: composition, sedimentary processes, palaeogeography and geochronology. – *International Journal of Earth Sciences*, 102, 989–1006.
- Petrascheck W. (1926–1929): Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten. – Kattowitz Buchdruckerei- und Verlags-Sp. Akc., Teil 2.

PODMÍNKY VZNIKU RUDNÍCH ŽIL NA LOKALITĚ ZLATÝ DŮL U HLUBOČEK (KULM NÍZKÉHO JESENÍKU)**Michaela Kotlánová^{1,2}, Zdeněk Dolníček²**¹Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 267/2, 611 37, Brno,
e-mail: kotlmi@seznam.cz²Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 17. listopadu 12, 771 46, Olomouc; e-mail: dolnicek@prfnw.upol.cz

Lokalita Zlatý důl je situována v jihozápadní části kulmu Nízkého Jeseníku, cca 9 km sv. od Olomouce. V historické době zde byly těženy polymetalické Cu-Pb-Zn-(Au?)-(Ag?) rudy (Novák a Štěpán 1984). Z mineralogického hlediska je lokalita velmi pestrá, hydrotermální žíly jsou převážně křemenné či křemen-karbonátové. Křemen i karbonáty v sobě uzavírají vtoušeniny i větší hnízda rudních minerálů (chalkopyrit, galenit, sfalerit, pyrit, chalkozín). Primární minerály jsou často postiženy přeměnami, při kterých vzniká velké množství sekundárních minerálů, např. oxy-hydroxidy Fe, malachit, chalkozín, covellín, anglesit, cerusit, linarit, brochantit, chalkantit (Novotný et al. 2006), bornit (Kotlánová a Dolníček 2014), ryzí měď (Kotlánová et al. 2015) a řada dalších minerálů.

Pomocí petrografie, mikrotermometrie a analýz výluhů fluidních inkluzí, studia stabilních izotopů C, O a S v minerálech a analýz izotopického složení Pb byly zjišťovány podmínky vzniku rudních žil.

Na lokalitě Zlatý důl byl prokázán vícefázový vznik hypogenní mineralizace. Studovaná mineralizace má epitermální až mezotermální charakter ($T_h = <50$ až 293 °C). Ve všech studovaných minerálech byly nalezeny jednofázové (L) i dvofázové (L+V) inkluze. Inkluze byly poměrně malých rozměrů, většinou do $5\text{ }\mu\text{m}$. Největší měřené inkluze dosahovaly velikosti $20\text{ }\mu\text{m}$. U dvofázových L+V inkluzí byl většinou shodný stupeň zaplnění kolem 0,95. Křemen starší generace v sobě uzavírá nízkosalinní ($1,7$ až $10,5$ hm. % NaCl ekv.), středně teplotní fluida ($T_h = 182$ - 295 °C) systému H_2O -NaCl- CaCl_2 a H_2O -KCl. U primárních inkluzí v křemeni mladší generace byly naměřeny homogenizační teploty v rozmezí od 77 do 201 °C. Salinita vypočtená (Bodnar 1993) z teplot tání posledního krystalku ledu vykazovala hodnoty $19,5$ až $26,2$ hm. % NaCl ekv. Eutektické teploty byly -38 až -55 °C, což odpovídá fluidním systémům H_2O -NaCl- CaCl_2 a H_2O -NaCl- MgCl_2 (Borisenko 1977). Primárně-sekundární a sekundární inkluze jsou nízkosalinní (do 10 hm. % NaCl ekv.) a nízkoteplotní (42 až 68 °C). Je v nich uzavírán fluidní systém H_2O -NaCl- CaCl_2 či H_2O -NaCl. V dolomitickém karbonátu byly zastíženy P i PS/S inkluze. U primárních inkluzí byly naměřeny homogenizační teploty od 99 do 138 °C a vypočtená salinita se pohybovala od $19,5$ do $26,3$ hm. % NaCl ekv. V inkluzích je uzavírán fluidní systém H_2O -NaCl- CaCl_2 . PS/S inkluze jsou nízkosalinní ($1,7$ až $6,5$ hm. % NaCl ekv.), nízkoteplotní ($T_h = 49$ až 62 °C). Je v nich uzavírán fluidní systém H_2O -NaCl a H_2O -KCl. V kalcitech byly zjištěny P, PS i S inkluze. Primární fluidní inkluze mají teploty homogenizace od 68 do 139 °C. Salinita fluid je vysoká ($19,5$ až $27,2$ hm. % NaCl). Ve inkluzích je uzavírán systém H_2O -NaCl- CaCl_2 . V PS a S inkluzích jsou uzavřena fluida systémů H_2O a H_2O -NaCl- MgCl_2 - FeCl_2 . Tato fluida jsou nízkoteplotní ($T_h = <50$ až 110 °C) a nízkosalinní (0 až $9,2$ hm. % NaCl ekv.). Výluhy fluidních inkluzí byly provedeny ve dvou vzorcích křemene a jednom vzorku dolomitického karbonátu. V křemenech byla zjištěna převaha chloridových iontů, na rozdíl od dolomitu, ve kterém mírně převažovaly síranové ionty. Poměry Br/Cl i I/Cl v křemenech jsou podobné povariským solankám Českého masivu a také solankám z kanadského štítu. Vysoký obsah SO_4 ve fluidech Fe-bohatého dolomitu ze Zlatého dolu ukazuje na původ fluid v permských evaporovaných jezerech (Perry a Montgomery 1980, Schreiber et al. 2007). Všechny analyzované vzorky vyší poměr I/Cl než mořská voda, což může být zapříčiněno interakcí s organickou hmotou, která je v sedimentech kulmu hojně přítomna (poměr I/Cl fluida se při této interakci může výrazně zvýšit; Kendrick et al. 2002).

Původ síry sulfidických minerálů ($\delta^{34}\text{S}$ galenitů $-16,8$ a $-19,2$ ‰ CDT) je v okolních kulmských sedimentech (jílová břidlice). Zdrojem uhlíku karbonátů ($\delta^{13}\text{C}_{\text{fluid}}$ je $-14,6$ až $-5,0$ ‰ PDB) je uhlík homogenizované zemské kůry a částečně i uhlík oxidované organické hmoty. Hlavním zdrojem vody starších fluid může být evaporovaná mořská voda, u mladších fluid se významně uplatnila voda meteorická ($\delta^{18}\text{O}_{\text{fluid}}$

-10,5 až 8,1 ‰ SMOW). Zdrojem Pb galenitů jsou pravděpodobně kulmské sedimenty, není však vyloučen přínos menší části Pb i z dalšího (bližší nespecifikovaného) zdroje.

Obdobná mineralizace jako na zkoumaných lokalitách se nachází i na ostatních lokalitách v rámci kulmu Nízkého Jeseníku a Drahanské vrchoviny. Mineralizace se však na jednotlivých lokalitách mírně liší, ať už zastoupením hlavních minerálů na žilách a texturami žil, tak i podmínkami vzniku rudních žil. Lokalita Zlatý důl vykazuje největší pestrost, co se týče mineralogie. Dosud bylo z lokality popsáno 37 minerálů (Jejich přehled uvádí Kotlánová (2015)). Lokalita je významná zejména výskytem REE-minerálů na žilách. Kučera (2009) zkoumal hydrotermální mineralizaci v kulmu Nízkého Jeseníku, Drahanské vrchoviny a také v hornoslezské pánvi. V kulmu Nízkého Jeseníku tvoří minerální asociaci na žilách křemen-dolomitický karbonát-kalcit-baryt. Rudní minerály jsou zastoupeny pyritem, chalkopyritem, galenitem a sfaleritem. Na žilách v kulmu Nízkého Jeseníku a v hornoslezské pánvi je dominantním karbonátem dolomit, v drahanském kulmu se tento minerál nevyskytuje. Na žilách je nalézán pouze kalcit. U dolomitů z kulmu Nízkého Jeseníku byly naměřené průměrně vyšší homogenizační teploty (64 - 148 °C) než u dolomitů z hornoslezské pánve (67 - 112 °C). Ve starších fluidních inkluzích je nejčastěji uzavírán systém H₂O-NaCl-CaCl₂, v mladších pak systémy H₂O-NaCl-(KCl) nebo pouze čistá H₂O. Nejvyšší homogenizační teploty byly naměřeny u dolomitů a sfaleritů z Nízkého Jeseníku, poměrně nízké pak u kalcitů (do 121 °C) a nejnižší u barytů, které krystalizovaly za nízkých teplot do 50 °C. Starší fluida jsou převážně vysokosalinní (až 28 hm. % NaCl ekv.), u mladších fluid byly zjištěny salinity poměrně nízké (0 - 11 hm. % NaCl ekv.). Starší fluida mají zřejmě zdroj v evaporované mořské vodě pouze s malou příměsí nízkosalinních meteorických vod, na složení mladších fluid se meteorická voda podílela podstatně více (Kučera 2009).

Poděkování:

Laboratorní část práce byla finančně podpořena granty IGA UP PrF/2013/010 a PrF/2014/010.

Literatura:

- Bodnar R. J. (1993): Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions. *Geochim. – Cosmochim. Acta*, 57, 683-684.
- Borisenko A. S. (1977): Izučeniye solevogo sostava rastvorov gazovožidkikh vkhlučeniij v mineralach metodom kriometrii. – *Gologiya i Geofizika*, 8, 16-27.
- Kendrick M. A., Burgess R., Patrick R. A. D., Turner G. (2002): Hydrothermal fluid origins in a fluorite-rich Mississippi Valley-type deposit: Combined noble gas (He, Ar, Kr) and halogen (Cl, Br, I) analysis of fluid inclusions from the South Pennine Orefield, United Kingdom. *Econ. Geol.* 97, 435-451.
- Kotlánová M. (2015): Mineralogie a podmínky vzniku rudních žil z vybraných lokalit jihozápadní části nízkokesenického kulmu. MS, diplomová práce, PrF UP v Olomouci, 117 s. Olomouc.
- Kotlánová M., Dolníček Z. (2014): Bornit z htlánová ydrotermální mineralizace historického ložiska Zlatý důl u Hluboček (kulm Nízkého Jeseníku). – *Geologické Výzkumy na Moravě a ve Slezsku v r. 2013*. Brno.
- Kotlánová M., Dolníček Z., Kapusta J. (2014): Ryzí měď z historického ložiska Zlatý důl u Hluboček (kulm Nízkého Jeseníku). – *Minerál*, 22, 4, 324-326, České Budějovice.
- Kučera J. (2009): Povariské paleofluidní systémy v karbonských sedimentech Moravskoslezského paleozoika. MS, disertační práce, PrF MU. Brno.
- Novák J., Štěpán V. (1984): Báňsko-historický výzkum Hrubého Jeseníku a západní části Nízkého Jeseníku ložisek drahých a barevných kovů, 4. Ložisková oblast Ag-Pb-Cu rud v povodí řeky Bystřice-Lošov, Velká Bystřice, Hlubočky, Hrubá Voda. – MS, Ústřední ústav geologický, 44 s. Praha.
- Novotný P., Sejkora J. – Pauliš P. (2006): Nové nálezy sekundárních minerálů v horninách moravskoslezského spodního karbonu (kulmu) v okolí Olomouce. – *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*.
- Perry J., Montgomery C. W. (1980): Isotopic studies of hydrologic processes. – Northern Illinois University Press, DeKalb.
- Schreiber B. C., Lugli S., Babel M. (2007): Evaporites through Space and Time. – Geological Society, London, Special Publications, 285, 373 s.

ASOCIACE FOSILNÍ FAUNY ZE SV. VISÉ JIHOVÝCHODNÍ ČÁSTI MYSLEJOVICKÉHO SOUVRSTVÍ DRAHANSKÉHO KULMU**Martin Kováček¹, Tomáš Lehotský^{2,3}**

¹ Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno, e-mail: 380089@mail.muni.cz

² Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

³ Vlastivědné muzeum v Olomouci, nám. Republiky 5, 771 73 Olomouc, e-mail: lehotsky@prfnw.upol.cz

Myslejovické souvrství, zejména jihovýchodní část, představuje v moravskoslezské kulmské pánvi jednu z nejbohatších oblastí na výskyt fosilních organismů. V protivanovském (sp. – stř. visé) a rozstáňském souvrství (sp. – sv. visé) jsou nálezy zkamenělin a fosilních stop vzácné. Myslejovické souvrství je stratigraficky nejmladší a zároveň reprezentuje nejúplnější sled horninových facií v kulmském vývoji Drahanské vrchoviny tvořený faciemi kosířských drob, studnických břidlic a račických a lulečských slepenců (Dvořák 1966).

V posledních letech byl kladen důraz především na výzkum fosilních mlžů a fosilních stop. Důležitým zdrojem materiálu se stala sbírka V. Langa, uložená ve Vlastivědném muzeu v Olomouci, která dnes představuje v podstatě reprezentativní soubor jednotlivých lokalit díky mimořádnému počtu exemplářů. Fosilie pocházející z jihovýchodní části myslejovického souvrství lze stratigraficky zařadit do sv. visé, dle goniatitové zonace podle Kumpéry a Langa (1975) do zón Go_a – Go_γ. Kováček a Lehotský (2013, 2014) poukazují na možnost korelace podle zón becheri – mosensis, becheri – kochi, corrugata – sulcata a trapezoedra – lepida. Díky dalšímu výzkumu sbírky V. Langa je dnes možné posoudit relativní výskyt jedinců a systematické zařazení.

Stratigraficky nejdůležitější složkou fosilní fauny jsou hlavonožci. Z podtřídy Nautiloidea bylo doposud zdokumentováno 170 exemplářů, a to druhy *Cyrtospyroceras rugosum*, *Dolorthoceras striolatum*, *Kionoceras gesneri*, *Reticycloceras sulcatum* a *Subvestinautilus* sp. Společenstva goniatitů byla studována v myslejovickém souvrství již delší dobu. Nejvýznamněji se na jejich výzkumu podíleli především Kumpéra (1973), Kumpéra a Lang (1975), Kumpéra (1977) a zejména Lehotský (2008). Společenstva goniatitů lze rozdělit na druhově chudou asociaci zóny Go_a, zastoupenou druhy *Goniatites crenistria*, *G. fimbriatus*, *Girtyoceras ibergense* a *Nomismoceras vittiger*, dále rozrůzněné společenstvo zóny Go_β s druhy *Arnsbergites falcatus*, *A. sphaericostriatus*, *A. robustus*, *Glyphiobolus lunula*, *Hibernicoceras hibernicum*, *H. striatosphaericum*, *H. ramsbottomi*, *H. mediocris*, *H. mucronatum*, *Sulcogirtyoceras burhennei*, *Metadimorphoceras pseudodiscrepans*, *Neoglyphioceras spirale*, *Paraglyphioceras striatum*, *P. rotundum*, *P. radiatum*, *P. elegans*, *P. bisati*, *P. kajlovecense*, *P. rudis* a nejmladší společenstvo zóny Go_γ s druhy *Sudeticeras wilczeki*, *S. subtile*, *S. crenistriatum* a *Lusitanites subcircularis*. Ačkoliv byla tato skupina hlavonožců předmětem intenzivního výzkumu, bylo nově zdokumentováno dalších 23 exemplářů, doposud nezpracovaných.

Velmi rozšířenou doprovodnou faunou jsou fosilní mlži. Doposud bylo určeno 27 druhů, které náleží do 4 podtříd, a to Pteriomorpha: *Posidonia becheri*, *Posidonia* cf. *becheri*, *Posidonia corrugata*, *Posidonia* cf. *corrugata*, *Posidonia kochi*, *Posidonia* cf. *kochi*, *Posidonia radiata*, *Posidonia trapezoedra*, *Posidonia* ?*membranacea*, *Posidonia* sp., *Septimylina sublamellosa*, *Septimyalina* cf. *lamellosa*, *Septimyalina* cf. *minor*, *Parallelodon* sp., *Dunbarella mosensis*, *Streblochondria patteiskyi*, *Streblochondria praetenuis* a *Streblochondria* sp.; Heteroconchia: *Sanguinolites tricostatus*, *Sanguinolites* sp., *Edmondia* sp.; Cryptodonta: *Janeia böhmi*; Palaeotaxodonta: *Polidevcia* cf. *sharmani*, *Polidevcia* cf. *attenuata*, *Polidevcia* sp., *Anthraconeilo oblongum* a *Palaeoneilo luciniforme*. Zejména na lokalitách v okolí obce Opatovice lze na základě těchto druhů mlžů potvrdit stratigrafickou pozici v intervalu zón Go_{βmu} a Go_{βspi}. Nově bylo zdokumentováno 92 exemplářů.

Ze třídy Gastropoda bylo nově identifikováno a zdokumentováno 34 exemplářů náležejících patrně ke druhům *Bellerophon* cf. *moravicus* a *Pleurotomaria* (*Ptychomphalus*) cf. *perstriata*. Brachiopodi (18 exemplářů) jsou zastoupeni druhy *Dalmanella* cf. *pauciplicata*, *Chonetes* (*Plicochonetes*) cf. *cromfordensis* a

Rhynchonella? contraria. Třída Crinoidea byla v předešlých výzkumech zmiňována spíše jako raritní a nálezy jako vzácné, přesto bylo ve sbírce zdokumentováno 64 exemplářů náležejících druhu *Lophocrinus minutus*. Mezi unikátní nálezy patří 66 exemplářů trilobitů doposud nerevidovaného druhu *Archegonus moravicus* = *Cyrtoproetus* (*Cyrtoproetus*) *moravicus* (PŘIBYL 1950) - obr. 1. Sbíрка obsahuje rovněž špatně zachovalé korály (Anthozoa) *Zaphrentidarum* sp. ind., doposud bylo zdokumentováno 12 exemplářů. Prozatím provizorně určené jsou 3 exempláře Phyllocarida patrně druhu *Concavicularis?*.

V rámci pokračujícího výzkumu faunistických asociací byly sestaveny grafy s podílem exemplářů z jednotlivých lokalit s výjimkou goniatitů, které zpracoval Lehotský (2008). Celkem obsahuje sbírka V. Langa uložená v depozitáři Vlastivědného muzea v Olomouci asi 33 000 ks. Celkový počet nově zdokumentovaného materiálu činí 312 ks, z toho 170 ks Nautiloidea bylo již částečně prezentováno a publikováno. Na základě výše uvedených dat lze předpokládat, že další výzkum jak sbírek v depozitech, tak i v terénu je nutný k pochopení celkového charakteru společenstev v hlubokomořském ekosystému spodnokarbonské kulmské pánve.

Literatura:

- Dvořák J. (1966): Zpráva o řešení stratigrafie spodního karbonu v kulmském vývoji na Dražanské vrchovině. – Zprávy o geologických výzkumech v r. 1964, 182-185. Ústřední ústav geologický, Praha.
- Kováček M., Lehotský T. (2013): Spodnokarbonští mlži Dražanské vrchoviny (kulmská facie) a jejich stratigrafický význam. — Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, 20, 123–128. Brno.
- Kováček M., Lehotský T. (2014): Systematická a taxonomická revize spodnokarbonských mlžů jihovýchodní části Dražanské vrchoviny a jejich stratigrafický a paleoekologický význam. – Přírodovědné studie Muzea Prostějovska, 15-16, 57-87. Prostějov.
- Kumpera O. (1973): A Contribution to the Study of the Upper Viséan Fauna in Culm of Dražany Plateau and to its Stratigraphic Testimony. – Sborník vědeckých prací VŠB, 19, 2, 359, 143-174. Ostrava.
- Kumpera O., Lang V. (1975): Goniatitová fauna v kulmu Dražanské vysočiny (moravskoslezská zóna Českého masívu). – Časopis Slezského muzea (A), 24, 11-32. Opava.
- Kumpera O. (1977): A review of the Fauna of the Moravo-Silesian Kulm. – In: Holub V. M., Wagner R. H. (eds): Symposium on Carboniferous Stratigraphy, 235-264. Geological Survey, Prague.
- Lehotský T. (2008): Taxonomie goniatitové fauny, biostratigrafie a paleoekologie jesenického a dražanského kulmu. – MS, Disertační práce, Ústav geologických věd PřF MU Brno.



Obr. 1: *Cyrtoproetus* (*Cyrtoproetus*) *moravicus* (PŘIBYL 1950), lokalita: Opatovice 4, i. č. 4623. Grafické měřítko = 1 cm.

VÝZNAM GEOPARKŮ PRO VZDĚLÁVÁNÍ STUDENTŮ A VEŘEJNOSTI**Kamil Kropáč, Zdeněk Dolníček, Tomáš Lehotský**

Katedra geologie PřF UP v Olomouci, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

České země v historii významně přispěly k rozvoji mnoha geologických vědních oborů. Velkou tradici zde má zejména mineralogie, petrologie a ložisková geologie, za což vděčíme neobyčejné pestrosti geologických pochodů, které utvářely horninové prostředí a ložiska nerostných surovin Českého masivu a Západních Karpat na našem území. V současnosti tyto klasické disciplíny poněkud ustupují do pozadí před environmentálními obory a vlastní těžba nerostných surovin je veřejností vnímána převážně negativně vzhledem k obavám z možných dopadů na životní prostředí. Často přitom za tímto nelichotivým obrazem stojí pouze nedostatečná informovanost...

Jedním z prostředků, jak přiblížit svět geologie studentům i zájemcům z řad široké veřejnosti, je budování geoparků na přístupných místech jako jsou městské parky, vstupy do jeskyní či areály školských zařízení. Geopark, vedle své estetické hodnoty, představuje jedinečnou didaktickou pomůcku, která má přímé využití ve výuce mineralogie, petrologie, paleontologie, obecné geologie, historické geologie a regionální geologie na přírodovědeckých nebo pedagogických fakultách. Poslouží také učitelům přírodopisu, biologie nebo zeměpisu na základních a středních školách, kde je geologie nedílnou součástí rámcových vzdělávacích programů. Výhodou geoparkových expozic jsou velké rozměry vystavených vzorků. Lze na nich lépe pozorovat texturu a proměnlivost ve složení horniny, dále například vztahy různých litotypů, žilné mineralizace, tektonické struktury, fosilie či rozličné geologické procesy zamrzlé v čase. Další výhodou je systematické uspořádání propojené s regionálně-geologickým zařazením, o kterém obvykle informují štítky na vzorcích a naučné tabule. Geoparky jsou zároveň jedním z mála prostředků, jak seznámit veřejnost s těžbou a využitím konkrétních nerostných surovin, protože přístup do aktivních lomů je z pochopitelných důvodů široké veřejnosti značně omezen.

Nový geopark je aktuálně dokončován v parku u budovy Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci na Envelopě. V roce 2015 zde bylo umístěno celkem 45 exponátů magmatických, metamorfovaných či sedimentárních hornin z 31 lokalit Moravy a Slezska. V současné době probíhají práce na výrobě a instalaci informačních tabulí. Slavnostní otevření geoparku je plánováno v první polovině roku 2016.

Poděkování:

Autoři projektu a tohoto článku by rádi poděkovali vlastníkům, vedení i řadovým zaměstnancům níže jmenovaných společností za laskavé poskytnutí exponátů do geoparku PřF UP v Olomouci (řazeno abecedně): Bludovit s.r.o., Cement Hranice a.s., COLAS CZ a.s., Českomoravský štěrk a.s., Granit ZEDNÍČEK s.r.o., Kamenolom Bučník, Kamenolom Žlutava s.r.o., KAMENOLOMY ČR s.r.o., KÁMEN BRNO s.r.o., KÁMEN Zbraslav a.s., Kotouč Štramberský s.r.o., NATRIX a.s., ROSA s.r.o., Slezský kámen a.s., Travertin Kokory s.r.o., VÁPENKA VITOUL s.r.o. Dále za poskytnutí vzorků děkujeme i Odboru životního prostředí města Rousínov, obci Lavičky a paní Daně Gronychové. Za fyzicky i časově náročný dovoz a instalaci exponátů děkujeme zaměstnancům olomoucké firmy Stavebniny u komína s.r.o. Za logistickou i materiální podporu a vstřícnost bychom rádi poděkovali i všem zúčastněným kolegům a spolupracovníkům z Katedry geologie PřF UP, Správy budov PřF UP a studentům PřF UP. V. Jaškové (Muzeum a galerie v Prostějově) a K. Malému (Muzeum Vysočiny Jihlava) jsme zavázáni za informace o lokalitách s výskytem vhodných vzorků pro geopark.

LITOFACIE A FACIÁLNÍ ARCHITEKTURA MIROSLAVSKÝCH SLEPENCŮ

Tomáš Kumpan

Ústav geologických věd, PřF, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, Brno, 602 00, kumpan.tom@gmail.com

Na východním okraji krystalinika miroslavské hráště spočívají hrubozrnné klastické sedimenty označované jako miroslavské slepence, vystupující v ssv.-jjz. orientovaném pruhu mezi Moravskými Knínici a jižním okolím Miroslavi. Tato klastika neposkytla doposud žádný biostratigrafický materiál, ale na základě podobnosti se sedimenty boskovického příkopu a díky jejich strukturní pozici řadí k svrchnímu paleozoiku. Petrografické charakteristiky miroslavských slepenců nastínil v práci o miroslavské hrášti Dudek (1963). Miroslavské slepence leží pravděpodobně transgresivně na krystaliniku miroslavské hráště, které sestává ze tří částí: jižně situovaného moldanubického bloku, střední části ekvivalentní moraviku a severní části, náležící brunovistuliku (Tomek 1990). Samotná sekvence miroslavských slepenců je tvořena především petromiktními slepenci s podřízenými polohami arkóz (Dudek 1963).

V tomto příspěvku jsou prezentovány výsledky sedimentologického studia miroslavských slepenců, doplňující především informace o jejich litofaciích a faciální architektuře (pro celý článek viz Kumpan 2015). Studovány byly nejinstruktivnější profily odkryté na Markově kopci jižně od Miroslavi (48°56'25.2"N 16°18'57.5"E; 48°56'21.9"N 16°18'57.7"E; 48°55'34.8"N 16°18'00.8"E) a přímo v obci a to v areálu zámku (48°56'48.5"N 16°18'50.1"E) a v ulici Tyršova (48°56'31.8"N 16°18'29.8"E). Ve valounovém materiálu dominují rekrystalizované vápence (30–82 %), velmi hojně jsou granitoidy (5–27 %) a dále křemeny (4–22 %), kulmské sedimenty (<18 %), ruly (3–15 %), amfibolity (<6 %) a fylity (<5 %). Dokumentovány byly následující litofacie: neuspořádané slepence s podpůrnou strukturou základní hmoty (*S1*) nebo podpůrnou strukturou klastů (*S2*), subhorizontálně zvrstvené slepence s podpůrnou strukturou klastů (*S3*), masivní hrubozrnné pískovce (*P1*), čefinovitě zvrstvené pískovce (*P2*), masivní jemnozrnné pískovce až prachovce (*P3*). Z litofaciálního hlediska jsou slepencové lavice výrazně heterogenní. V rámci lavic byly pozorovány jak vertikální, tak laterální přechody mezi litofaciemi *S1*, *S2* a *P1*. Největší objem náleží litofacii *S1*, která může vlivem přibývání klastů pozvolna přecházet do *S2* nebo přibýváním základní hmoty na úkor klastů do *P1*. Pískovce *P1* vytvářejí nejčastěji nepravidelná čočkovitá tělesa uvnitř slepencových lavic, případně byly dokumentovány na jejich stopech. Místy byly pozorovány i ostřejší hranice mezi tělesy zmíněných facií, které pravděpodobně reprezentují nekonformní povrchy. Pískovce *P2* tvoří vrstvy, které mají zpravidla ostrou bázi i strop. Dokumentovány byly jak uvnitř slepencových lavic, kde tvoří deskovitá tělesa, která velmi rychle vyklíňují, tak z mocnějších poloh mezi slepencovými lavicemi. Tyto polohy mohou být mocné první decimetry až dva metry. Uvnitř těchto poloh se místy vyskytují jemnozrnné pískovce až prachovce (*S3*).

Objemově nejrozšířenější facie neuspořádaných slepenců *S1* a *S2* odpovídají Miallovým faciím *Gmm* a *Gcm*, které jsou interpretovány jako sedimenty plastických až pseudoplastických gravitačních proudů, díky čemuž je vnitřní uspořádání chaotické. Vertikální i laterální variace mezi *S1* a *S2* mohou odrážet změny v nasycení úlomkotoku. Jedná se o typické litofacie aluviálních kuželů, popsané z různých stratigrafických úrovní od proterozoika až po recent (např. Nemec a Postma 1993, Hillier et al. 2011). Masivní pískovce *P1* uvnitř a při stopech slepencových lavic se zdají být ekvivalentní Miallově litofacii *Sm* a představují tak pravděpodobně materiál usazený taktéž z gravitačních proudů, při poklesu jejich hustoty (např. Miall 2006, Hillier et al. 2011). Depozici z gravitačních proudů také nasvědčují plovoucí klasty. Oproti tomu, zvrstvené slepence *S3* odpovídají litofacii *Gh*, jež může být produktem plošných splachů nebo výplní koryt (Nemec a Postma 1993). Pískovcová litofacie *P2* má nejbližší k Miallově (2006) *Sr*, která se usazuje v korytech při nižším proudovém režimu. Nejjemnější litofacii *S3* lze paralelizovat s Miallovou *Fm* a vzhledem k její asociaci s *P2* ji lze interpretovat jako výplň opuštěného koryta. Z uvedeného srovnání vyplývá, že v miroslavských slepencích lze z faciálně architekturního hlediska (sensu Miall 2006) vyčlenit elementy gravitačních proudů (*SG*; litofacie *S1*, *S2* a *P1*), které představují lalokovitá tělesa, a šterkových (*GB*; litofacie *S3*), resp. písčitých (*SB*; litofacie *P2*) bedforem, usazených v korytech z proudů, které přeplavovaly materiál úlomkotoků. Zjištěná litofaciální asociace s objemovou převahou neuspořádaných slepenců nejvíce

odpovídá Miallovu fluvialnímu stylu A (šterkové divočí toky se sedimenty gravitačních proudů). Prostředí depozice lze předběžně interpretovat podle modelu Stanistreeta a McCartyho (1993) jako vnitřní (proximální) části aluviálních kuželů s převládajícími úlomkotoky, nebo spíše jako hraniční zónu mezi vnitřní a střední částí aluviálního kužele.

Poděkování:

Práce byla provedena díky finanční podpoře úkolu ČGS: 321180.

Literatura:

- Dudek A. (1963): Beitrag zum Problem der moldanubischen Überschiebung (Misslitzer Horst). – Sborník geologických Věd, Řada G, 1, 7–20.
- Hillier R. D., Waters R. A., Marriot S. B., Davies J. R. (2011): Alluvial fan and wetland interactions: evidence of seasonal slope wetlands from the Silurian of south central Wales, UK. – *Sedimentology*, 58, 831–853.
- Kumpan T. (2015): Litofacie a faciální architektura miroslavských slepenců (mladší paleozoikum). – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2015, A - Regionální geologie a stratigrafie*, 7-12.
- Miall A. D. (2006): *The Geology of Fluvial Deposits*. 582 p. Springer.
- Nemec W., Postma G. (1993): Quaternary alluvial fans in southwestern Crete: sedimentation processes and geomorphic evolution. – In: Marzo M., Puigdefabregas C. (eds): *Alluvial sedimentation*. Int Assoc Sedimentol Special Publications, 17, 235–276.
- Stanistreet I. G., McCarthy T. S. (1993): The Okavango Fan and the classification of subaerial fan systems. – *Sedimentary Geology*, 85, 115–133.
- Tomek Č. (1990): The Miroslav horst – Moldanubian klippe or autochthonous massif? In: Eds Minaříková D. and Lobitzer H. “Thirty years of geological cooperation between Austria and Czechoslovakia”, Chapt.: *Structural geology and geophysics*, Federal Geol. Survey Vienna and Geol. Survey Prague, 67–69.

SPODNOKARBONSKÉ FOSILIE Z LOMU HRABŮVKA

Tomáš Lehotský^{1,2}, Zdeněk Dolníček¹, Kamil Kropáč¹, Jaroslav Kapusta¹

¹Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geologie, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

²Vlastivědné muzeum v Olomouci, nám. Republiky 5, 771 73 Olomouc

Aktivní sedmítážový kamenolom se nachází asi 5 km severozápadně od Hranic v katastru obcí Hrabůvka a místních částí města Hranice - Lhotka a Velká. Těženou surovinou je stavební kámen - kulmská droba. Těžba kamene se na ložisku provádí od roku 1900. Dlouholetým výzkumem spodnokarbonských sedimentů kulmské facie byla vytvořena reprezentativní kolekce fosilních rostlin, živočichů i stop. Ta je zčásti uložena ve sbírce Katedry geologie PřF UP a v paleontologickém fondu Vlastivědného muzea v Olomouci. Fosilie jsou zachovány především v prachovcích a jílových břidlicích, fosilní stopy (nejčastěji domicchnia) bývají často vyplněny drobou. Obecně je stav zachování „body fossils“ relativně špatný, mnohdy jsou fosilie jednosměrně protaženy, příp. postiženy kliváží.

Na lokalitě byli doposud nalezeni tito zástupci fosilií (dle Kumpéry 1983; Zapletala a Peka 1987; Lehotského 2002 a 2008, včetně nových nálezů): **Flóra**: *Archaeocalamites scrobiculatus* SCHLOTHEIM 1820, *Archaeocalamites* sp.; **Fauna**: *Posidonia becheri* BRONN 1828, *Posidonia* sp., *Nomismoceras vittiger* PHILLIPS 1836, *Nomismoceras* sp., *Arnsbergites falcatus* ROEMER 1850, *Arnsbergites* sp., *Paraglyphioceras elegans* (Bisat 1928); **Ichnofauna**: *Diplocraterion parallelum* TORREL 1870, *Dictyodora liebeana* GEINITZ 1867, *Rhizocorallium* isp., *Nereites missouriensis* (WELLER 1899), *Cosmorhaphie* isp., *Planolites beverleyensis* (BILLINGS 1862), *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp., *Protopalaeodictyon* isp., *Chondrites* isp.

Ze stratigrafického hlediska jsou nejdůležitější nálezy goniatita druhu *Arnsbergites falcatus* a *Paraglyphioceras elegans*. *Arnsbergites falcatus* s involutně vinutou schránkou a úzkým umbilikem má typickou falciformní skulpturu. Je vůdčím druhem pro goniatitovou subzónu Goß_{fa} (nicméně dle dostupné literatury se jeho stratigrafické rozpětí pohybuje v subzónách Goß_{stri} - Goß_{gr}). *Paraglyphioceras elegans* má

involutní schránky s relativně širokým umbilikem. Ve skulptuře jsou na laterálních částech schránek patrně esovitě zahnuté transversální linie, naopak v umbilikální oblasti závitů linie spirální. Tento druh se objevuje na hranici zón $Go\beta_{fa}$ / $Go\beta_{gr}$ a mizí na hranici $Go\beta_{gr}$ / $Go\beta_{spi}$. Zajímavé výsledky přineslo i studium fosilních stop. Na lokalitě byly nově nalezeny 38 cm dlouhé a až 1,5 cm široké stopy s horizontálním průběhem patřící s největší pravděpodobností k rodu *Palaeophycus* (HALL, 1847). V tomto případě by se jednalo o prvního zástupce tohoto rodu popsáného z Nízkého Jeseníku. Stratigrafické rozpětí rodu je prekambrium - recent. Původci jsou vermiformní organismy a struktura je interpretována jako kombinovaná potravní a obytná stopa. Z nových nálezů je nutno vyzdvihnout i síťovité stopy rodu *Protopalaeodictyon* KSIĄŻKIEWICZ, 1970, které náležejí mezi grafoglyptidní stopy. Naše vzorky mají uzavřené buňky s chodbičkami s meandry prvního řádu. Nalezené druhy ichnofosilií potvrzují na lokalitě Hrabůvka přítomnost nereitové ichnofacie.

Literatura:

- Kumpera O. (1983): Geologie spodního karbonu jesenického bloku. – Knihovna ÚÚG Praha.
Lehotský T. (2002): Nové lokality výskytu ichnofauny v moravickém souvrství kulmu Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů (sp. karbon, Český masiv). – Přírodovědné studie Muzea Prostějovska v Prostějově, 5, 7-12. Prostějov.
Lehotský T. (2008): Taxonomie goniatitové fauny, biostratigrafie a paleoekologie drahanského a jesenického kulmu. – MS, dizertační práce, Ústav geologických věd PřF MU Brno.
Zapletal J., Pek I. (1987): Trace fossils assemblages and their occurrence in Lower Carboniferous of the Nizký Jeseník Mts. - Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Geographica-Geologica, 89, 26, 65-90. SPN Praha.

PROBĚHLA V ČESKÉM MASÍVU TAKONSKÁ OROGENEZE?

Mojmír Opletal

Mojmír Opletal, Zdiměřická 1429, Praha 11, moja.opletal@seznam.cz

Přednáška a abstrakt vycházejí z publikací: Opletal (2015a, 2015b), Opletal a Tomek (2015), Opletal a Krmíček (2015), Opletal a Otava (2015), Opletal a Domečka (2013), Krmíček et al. (2014). Jejich názory sice nikdo nenapadl, ale v diskuzích byla takonská orogeneze (TO) zpochybňována až odmítána. Proto opakují, doplňují a upřesňují fakta potvrzující funkci TO v Českém masívu (ČM). Současné regionální geologické encyklopedie uvádějí v ČM „jen“ 3 orogeneze: kadomskou, variskou a alpinskou. Např. v učebnici Kettnera se mluvilo o „české fázi takonské“, ale zmínky o ní „zmizely“.

Bederke (mj. 1925, 1929, 1935) vydělil západo- a východo-sudetskou soustavu. Obě území byla po kadomské orogenezi přepracována kaledonsky, ale východosudetská ještě silně varisky. Nyní však „zvítězilo“ rozdělení s. části ČM na lugikum a silezikum (Suess, hlavně 1912); tyto oblasti vznikly při variském násunu. Ale v 50. až 60. letech, se v ČM stále předpokládala funkce kaledonské orogeneze (především v severním pohraničí - v sudetské soustavě: např. Kodým a Svoboda (1948), Chaloupský (1965), Pauk (1953), Stille (1948), Teisseyre (1956, 1960); často se přitom nerozlišovalo, zda jde o staro- či mlado-kaledonskou. To je ale chyba, protože starokaledonská orogeneze je ekvivalentní, či blízká takonské. Zatímco v české literatuře je TO odmítána, tak v Polsku je některými autory uznávána dosud (mj. Brueckner et al. 1996, Don 1984, Don a Opletal 1997, Johnston et al. 1994, Kröner et al. 1994, 1997, Żelaźniewicz a Franke (1994), anebo se o jejím vlivu alespoň diskutuje (Aleksandowski et al. 2000, Borkowska et al. 1990, Dostal et al. 2000, Żelaźniewicz 1997).

Takonská orogeneze byla popsána v Apalačském pohoří (Danou 1895), a probíhala od konce kambria do siluru. Je typická **příkrovovou stavbou**, se vsunutými **ofiolity** - produkty riftových zón mezi kontinentálními bloky. Její fáze jsou: sardinská, mineská, vermonská, trondheimská a osweganská. Nejstarší (sardinská) fáze, z konce kambria, by mohla ještě patřit k dozvukům asyntské orogeneze; někdy bývá nazývána jako „česká fáze takonská“. Typické pro ni jsou intruze protolitů ortorul, vázané na „uzavírání“ **Thornquist oceánu**, v době kolem 500 Ma, a na kontinentální obloukový magmatismus na okraji Avalonie (Johnston et al. 1994, Kröner et al. 2001). V ČM jsou synorogenní ortoruly v lugiku, dále v krušnohorském, kutnohorském a svrateckém krystaliniku. Breemen et al. (1982) poprvé stanovili stáří ortoruly od Sněžníka na 487±11 Ma.

A) Sedimentace. Orogeneze musí mít všechny fáze (A-E). Někteří geologové odmítali TO především proto, že prý nemá sedimentační fázi. Kromě jasných spodnopaleozoických sedimentů v Barrandienu, prý v krystaliniku ČM nejsou; ale jsou údaje, že existují kambrické a ordovické sedimenty. Známe je, že „Dubrau Quartzite“ jsou ordovické (Pietsch 1909); a pravděpodobně jsou v plášti lužického masívu i další sedimenty spodního paleozoika. Také „pokryvačské“ fylity jsou kambrické (Chaloupský et al. 1989). Gunia (mj. 1986), Gunia a Wierzchołowski (1979) píší, že sedimentace stroňské skupiny (SS) končí regresními mramory (spodní, možná až střední kambrium). Hladil et al. (2003) popsali kambrické vápence od Horní Malé Úpy. Že část zábřežské skupiny je spodnopaleozoická předpokládali Koverdinský a Konzalová (1978), či Harazim et al. (1981).

Spodnopaleozoická stáří metasedimentů „zničily“, či „zatemnily“ metamorfózy orogenezí takonské a variské. Ale v budoucnu umožní nové metody lepší určování stáří; ukazuje na to práce Krmíčka et al. (2014), podle níž v moldanubiku existují kvarcity ordovické (450 Ma). Je pravděpodobné, že údajů o spodnopaleozoickém stáří hornin, bude přibývat.

B) Vrásnění a metamorfóza. Po sedimentaci následovalo vrásnění s metamorfózou, při níž vznikly kromě jiných metamorfních minerálů i granáty. Opletal a Otava (1993, 2014) prokázali, že **starší** granáty vznikly ve SS **před intruzí** protolitů ortorul. Podle Žaby (1984) byly při metamorfóze: PT podmínky 6 kb a 580-620 °C. Don a Opletal (1996) předpokládali, že sedimentace SS byla přerušena ve středním kambriu vrásněním starokaledonským (= takonským).

C) Intruze protolitů ortorul. Obvykle jsou **synorogenní magmatity** přeměněny na ortoruly ještě v rámci téže orogeneze. Naše protolity jsou blízké rumburskému granitu, což dobře popsal Domečka (1970). Od lužického masívu k V, se proměňují na metagranity, a dále až na ortoruly; a to během alpinotypního vrásnění. Metagranity mají reliktní struktury, místy i s modrými křemeny – jsou např. až v Kralickém Sněžníku (hlavně v bloku Miedzygórze), a staroměstském pásmu. Ortoruly mají někdy v okrajových částech granáty, s chemismem shodným s **mladšími** granáty v metasedimentech (Opletal – Otava 1993, 2014). **Protolity ortorul (460 – 515 Ma) mají medián 505 Ma** - např. Breemen et al., 1982, či Kröner et al., 2001. Podle Borkowské et al. (1980) přeměna na ortoruly probíhla mezi **462 až 473 ± 16 Ma; je tedy jasně prevariská!** Żelaźniewicz et al. (2006) už v názvu práce mluví o „**Syntectonic Lower Ordovician migmatite**“. Podobná stáří jsou stanovena i v Německu (např. Dörr et al. 1998). Také porfyroidy mají stejné stáří (Kröner et al., 2001, Bendl a Patočka, 1995), a proto jsou pravděpodobně komagmatické (Opletal, 2015b).

Při vzniku příkrovů, byly z velkých hloubek, **vsunuty** mezi desky šupiny ultrabazik, přeměněné na **serpentinity**, což je typické pro TO! Důležité je, že se vyskytují **pouze v lugiku**, hlavně v orlicko-sněžnické jednotce. Za ramzovskou tektonickou zónou – v sileziku, s variskou násunovou tektonikou, se šupiny serpentinitů nevyskytují!

D) Kontaktní, pneumatolitická a hydrotermální fáze. Intruze mají doprovodné fáze, ale doklady o nich, mohou být během končící a následné metamorfně-tektonické etapy, setřeny až zničeny. **Předvariská kontaktní metamorfóza** má v jizerských ortorulách P/T podmínky 2,5 kb a 695 °C (Žaba 1984). **Pneumatolytickou** fází dokládají topas a scheelit, místy s kasiteritem - např. Nové Město p. Smrkem, pásmo Staré Kamenice, Čertův Důl u Zdobnice; popisují je mj. Albrechtová (1972), Bobiński (1991a, b), Budkiewicz (1949), Michniewicz (1991a, b), Opletal a Sokol (1997). **Hydrotermální** etapa, byla dokumentována především v pásmu Staré Kamienice; kde jsou galenit, sfalerit a sirníky. Galenit z Černého Dolu u Zdobnice má „modelové“ stáří 470 Ma – viz Legierski a Pošmourný (1966), Legierski a Vaněček (1965), Harazim a Pošmourný (1969). S okolními horninami byl metamorfován i galenit; jeho datování ukazuje, že je **prevariský**. To platí i pro kassiterity, které se v lugiku vyskytují ve šlichách, ale které byly interpretovány jako variské.

E) Žíly lamprofýrů. Každá horotvorná etapa končí intruzemi lamprofýrů, které jsou vázány na „gravitational collapse of an orogeny“. Známe v ČM zřetelně variské lamprofýry, prorážející kulmem. V lužickém masívu, kde jsou jurské vápence, byly popsány lamprofýry jurského stáří ukončující orogenní fázi. V „mladém“ pohoří Malý Kavkaz v Íránu, jsou známy miocenní lamprofýry. Opletal et al. (1980) píší, na základě K-Ar datování, že lamprofýry z Orlických hor jsou prevariské. To prokázali i Kröner et al. (2001), když žílu mikrogranitu („lamprofýru“) od Zdobnice datovali na 492 Ma; žíly pronikaly do již chladného

prostředí, jak prokazují endo- a exo-kontakty. To ukazuje na velmi rychlý uplift po TO (okolní ortorula má 504 Ma), který předcházel variské orogenezi.

Variská orogeneze. Podle Opletal et al. (1980) byla variská orogeneze v Orlických horách slabá. Vznikl při ní sice kudowsko-olešnický granitoidový masiv, ale regionální metamorfóza se projevila v Orlických horách jen slabou retrográdní metamorfózou. Naproti tomu v blízkosti ramzovské tektonické zóny, kde byl příkrov lugika přesunut na silezikum, došlo k „rejuvenizaci“ ortorul. To bylo dokázáno v polské části Rychlebských hor (Góry Złote – Bakun-Czubarow 1992), kde byly do komplexu ortorul vsunuty ultrabazika - jejich stáří je kolem 330 Ma.

Závěr

Funkci takonské orogeneze v ČM dokazují: **1.** Intruze protolitů ortorul (505 Ma), **2.** Následné fáze: kontaktní, pneumatolytická a hydrotermální, **3.** Alpinotyní stavba s metamorfózou, při níž dochází k vsunování ultrabazik. Všechny tyto fenomény jsou **typické pro takonskou orogenezi.**

Literatura:

- Albrechtová E. (1972): Výskyt cínovce, scheelitu, wolframitu a zlata v Orlických horách. – Sbor. GPO, 1, s. 141–143. Ostrava
- Aleksandowski P., Kryza R., Mazur S., Pin C., Żelaźniewicz A. (2000): The Polish Sudetes: Caledonian or Variscan? – Trans. R. Soc. Edinburgh Earth Sci, 90, s. 127–146.
- Bakun - Czubarow N. (1992): Quartz pseudomorphs after coesite and quartz evolution in eclogitic omphacites of the Złote Mountains in the Sudetes (SW Poland). – Arch. Miner., 48, 1-2, s. 3-25. Warszawa.
- Bederke E. (1924): Das Devon in Schlesien und das Alter der Sudetenfaltung. – Fortschr. Geol. Paläont. 7, s. 1–50. Stuttgart.
- Bederke E. (1925): Bau und Alter des ostsudetischen Gebirges. – Neu. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Abt. B., Beil.-Bd., 53, s. 98–116. Stuttgart.
- Bederke E. (1935): Die Regionalmetamorphose im Altvatergebirge. – Geol. Rdsch., 26, 1/2, s. 108-124. Stuttgart.
- Bederke E. (1939): Die kaledonische Gebirgsbildung in Mittel-europa. – Z Dtsch. Geol. Ges., 91, s. 770–771. Berlin.
- Bendl, J., Patočka, F. (1995): The 87Rb-86Sr isotope geochemistry of the metamorphosed bimodal volcanic association of the Rychory Mts. Crystalline complex, West Sudetes, Bohemian Massif. – Geologica Sudetica, 29, 3–18. Warszawa.
- Bobiński W. (1991a): Porównanie petrografii i mineralogii łupków wschodniej części pasma kamienickiego. – Abstr. 131. Sesji Nauk. Państw. Inst. geol., 9-10. Wrocław.
- Bobiński W. (1991b): Sukcesja mineralna w łupkach łyszczykowych na tle rozwoju tektonicznego pasma Starej Kamienicy. – Abstr. 131. Sesji Nauk. Państw. Inst. geol., 17-20. Wrocław.
- Borkowska M., Choukroune P., Harneurt, J., Martineau F. (1990): A geochemical investigation of the age, significance and structural evolution of the Caledonian Variscan granite-gneisses of the Śnieżnik metamorphic area (Central Sudetes, Poland). – Geol. Sudet., 25, 1-27. Warszawa.
- Brueckner H. K., Blusztajn J., Bakun-Czubarow N. (1996): Trace element and Sm-Nd age zoning in garnets from peridotites of the Caledonian and Variscan mountains and tectonic implications. Journal of metamorphic. Geology., 14, 1, 61–73. London.
- Breemen van O., Aftalion M., Bowes D. R., Dudek A., Misař Z., Povondra P., Vrána S. (1982): Geochronological studies of the Bohemian Massif, Czechoslovakia, and their significance in the evolution of Central Europe. – Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Earth Sci., 73, 89-108. Edinburgh.
- Budkiewicz M. (1949): Skała kwarcowo-topazowa z Kamienia na Dolnym Śląsku. – Biul. Państw. Inst. Geol., 58. Warszawa.
- Danou J. D. (1895): Manual of Geology, Green Mountain Revolution, 386, 532. Washington.
- Domečka K. (1970): Předvariské granitoidy Západních Sudet. – Sborník geologických věd, Geol., 18, 161–191. Praha.
- Don J. (1984): Kaledonidy i Waryscydy Sudetów Zachodnich. – Przegląd geologiczny, 8-9, 459–468. Warszawa.
- Don J. (1990): The differences in Paleozoic facies-structural evolution in the West Sudeten. – N. Jb. Geol. Paläont. Abb., 179, 307–328. Stuttgart.
- Don J., Opletal, M. (1996): Budowa i ewolucja geologiczna Masywu Śnieżnika. 13–26.
- In:** Jahn, A. – Kozłowski, S. – Pulina, M. (eds.): Masyw Śnieżnika - zmiany w środowisku przyrodniczym. Polska Agencja Ekologiczna. Warszawa.

- Dörr W., Fiala J., Vejnar Z., Zulauf G. (1998): U-Pb ages and structural development of metagranitoids of the Teplá crystalline complex: evidence for pervasive Cambrian plutonism within the Bohemian massif /Czech Republic. – *Geol. Rundsch.*, 87, 135–149. Stuttgart.
- Dostal J., Patočka F., Pin C. (2000): Early Paleozoic intracontinental rifting and early sea-floor spreading in the Central West Sudetes (Bohemian Massif): Geochemical and Nd-Sr isotope study on metavolcanic rocks of the East Krkonoše complex. – *Geolines*, 10, 19–20. Praha.
- Gunia T. (1986): Riphäikum und Wendium in den Sudeten und im Sudetenforland. – *Wiss. z. Univ. Halle*, 35, 86, 1, 57–67. Halle.
- Gunia T., Wierchołowski B. (1979): Mikroproblematiki z paragnejsów Gór Bystrzyckich (Sudety) . – *Geol. sudetica*, 14, 2, 7–25. Warszawa
- Harazim S., Pacltová B., Pouba, Z. (1981): Organické zbytky v krystaliniku silezika a východního lugu (Problém stárí metamorfovaných sedimentů). – In: Pouba, Z. (ed.): Korelace proterozoických a paleozoických stratifonních ložisek, 6, 224–247, Úst. geol. Věd Přírodověd. fak. Univ. Karl. Praha.
- Harazim S., Pošmourný K. (1969): Předběžná zpráva o výzkumu Pb-Zn zrudnění u Zdobnice v Orlických horách. – *Zpr. geol. Výzk. v R. 1967*, 1, 57–58. Praha.
- Hladil J., Patočka F., Kachlík V., Melichar R., Hubačík M. (2003): Metamorphosed carbonates of Krkonoše Mountains and Paleozoic evolution of sudetic terranes (NE Bohemia, Czech Republic). – *Geol. Carpat.*, 54, 5, 281–297. Kraków.
- Chaloupský J. (1965): Kaledonská a variská orogeneze v ještědském krystaliniku. – *Sborník geol. věd, řada geol.*, 10, Praha.
- Chaloupský J., Červenka J., Jetel J., Králík F., Líbalová J., Píchová E., Pokorný J., Pošmourný K., Sekyra J., Shrbený O., Šalanský K., Šrámek J., Václ J. (1989): Geologie Krkonoš a Jizerských hor. 288 str., Ústř. úst. geol. Academia, Praha.
- Johnston J. D., Tait J. A., Oliver G. J. H., Murphy F. C. (1994): Evidence for a Caledonian orogeny in Poland . – *Trans. R. Soc. Edinburgh Earth. Sci.*, 85, 131–142.
- Kachlík V. (1999): Geology of the southwestern part of the Krkonoše Crystalline Unit.– **In:** Brause, H. – Hoth, K. (eds): Exkursionsführer und Veröffentlichungen GGW, 206, 124–127. Berlin.
- Kodym O., Svoboda J. (1948): Kaledonská příkrovová stavba Krkonoš a Jizerských hor. *Sb. Stát. geol. úst., Odd. geol.* 15, 109–160.
- Koverdynský B., Konzalová M. (1986): Problematika stratigrafického zařazení zábřežské skupiny.- *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 61, 3, 159–167. Praha.
- Krmiček L., Romer R. L., Kroner U., Novák M., Škoda R. (2014): The Kojetice coticules: An important geological and age marker within the Moldanubian Zone?. – 73–74. Proceedings of the international symposium CEMC 2014. 4th Central European Mineralogical Conference. Skalský Dvůr, Czech Republic, 23–26 April, 2014. Masarykova Univerzita Brno.
- Kröner A., Jaeckel P., Opletal, M. (1994): Pb - Pb and U - Pb zircon ages for ortogneisses from Eastern Bohemia: further evidence for a major Cambro-Ordovician magmatic event. – *Journ. Czech. Geol. Soc., Abstract Vol.*, 39, 1, 61. Praha.
- Kröner A., Hegner E., Jaeckel, P. (1997): Cambrian to Ordovician granitoid orthogneisses in the Polish and Czech Sudetes Mts. and their geodynamic significance. – *Terra Nostra* 97, 11, 67–68.
- Kröner A., Jaeckel P., Hegner E., Opletal M. (2001): Single zircon ages and whole-rock Nd isotopic systematics of early Paleozoic granitoid gneisses from the Czech and Polish Sudetes (Jizerské hory, Krkonoše Mts. and Orlice-Sněžník Complex). – *Journal Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 90, 304–324. Stuttgart.
- Legierski J., Pošmourný K. (1966): Izotopické složení olova některých rudních výskyťů v české části Západních Sudet. – *Čas. Mineral. Geol.*, 2, 169–176. Praha.
- Legierski J., Vaněček, M. (1965): The use of isotopic composition of common lead for the solution of metatogenetic problems of the Czech Massif. – *Krystalinikum*, 3, 87–98. Praha.
- Maluski H., Rajlich P., Souček J. (1995): Pre-Variscan and early Alpine thermo-tectonohistory of the northeastern Bohemian Massif. – *An Ar⁴⁰/Ar³⁹ study. Geologische Rundschau.*, 84, 345–358. Stuttgart.
- Michniewicz, M. (1991): Mineralizacja Sn w makrostrukturze pasma kamienickiego. – *Abstr. 131. Sesji Nauk. Państ. Inst. geol.*, 7–8. Wrocław.
- Oliver G. J. H., Corfu F., Krogh T. E. (1993): U-Pb ages from SW Poland: evidence for a Caledonian suture zone between Baltica and Gondwana . – *J. Geol. Soc. London*, 150, 355–369.
- Opletal M. (1997): Geneze ortorul orlicko-sněžnické jednotky. *Kand. dis. práce*, Masaryk univ. Brno.

- Opletal M. (1999): Exkursion to the Frýdlant and Šluknov promontories – Genesis of the Jizera orthogneisses; localities of their protholiths. – *In*: Brause, H. – Hoth, K. (eds): Exkursionsführer und Veröffentlichungen GGW, 206, 124–127. Berlin.
- Opletal M. (2003): Příkrovová stavba staroměstské skupiny. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2002*, 32–34. Praha.
- Opletal M. (2004): Tectonics of the area Staré Město pod Sněžníkem - Branná - Hanušovice, Northern Moravia. – Abstract of 6th Czech-Polish Workshop „On recent geodynamics of the Sudety Mts. and adjacent areas“. Lezyce, Poland. 25–27. Dep. Geod. and Photogr. Agricult. Univ. Wrocław.
- Opletal M. (2015a): Scénář geologických dějů kolem hranice kambrium – ordovik. – *Abstrakta Moravskoslezské paleozoikum*, 17-19, Přírodověd. Fak. Masaryk. Univ. Brno.
- Opletal M. (2015b): Porfyroidy jsou kritické horniny pro paralelizaci jednotek logika. *Zprávy. Vlastivědného muzea v Olomouci*, 303, 45–54.
- Opletal M., Domečka, K. (2013): Poznámky k problému stáří hornin východní části krkonoško-jizerského krystalinika. *Zprávy Vlasteneckého muzea v Olomouci*, 309, 73–82.
- Opletal M., Krmiček, L. (2014): Doklady pro násunovou tektoniku v Orlických horách. – *Abstrakta Moravskoslezské paleozoikum*, 7-9. Olomouc.
- Opletal M., Otava, J. (1993): Chemismus granátů hornin Orlických hor. – *MS Čes. geol. služba Praha*.
- Opletal M., Otava, J. (2014): Dvě generace granátů v metamorfitech Orlických hor. – *Abstrakta Moravskoslezské paleozoikum*, 13-14. Olomouc.
- Opletal M., Pecina V. (2000): Nové geologické mapování jednotek na styku lugika a silezika na listech 14-234 Hanušovice a 14-412 Šumperk. – *Abstr. k semin. "Moravskoslezské paleozoikum 2000"*. Brno.
- Opletal M., Pecina V. (2004): The Ramzová tectonic zone: the contact between Lucicum and Silesicum. – *Acta Geodyn. Geomater.*, 1, 3 (135), 41–47. Praha.
- Opletal M., Sokol A. (1994): Topaze-bearing quartzites along the contact of orthogneisses in the Orlické hory Mts. – *Journ. Czech. Geol. Soc., Abstract Vol.*, 39, 1, 81. Praha.
- Opletal M., Tomek, Č. (2014): Olešnicko-uhřetovský zlom – synsubdukční středně-viséské deskové rozhraní mezi rychle exhumovanou (U)HP orlicko-kladskou jednotkou a novoměstskou jednotkou zastupující horní desku ČM. *Abstrakta Moravskoslezské paleozoikum Olomouc*, 6–7.
- Opletal M. et al. (1980): Geologie Orlických hor. Oblastní regionální geologie ČSR. 202 str. Ústř. úst. geol. Praha.
- Pauk F. (1953): Poznámky ke geologii Orlických hor a Kralického Sněžníku. – *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 28, 193-212. Praha.
- Smulikowski K. (1967): Eklogity Gór Śnieżnickich w Sudetach. – *Geol. sudetica*, 3, 180. Warszawa.
- Stille H. (1948): Die kaledonische Faltung Mitteleuropas im Bilde des gesamteuropäische. – *Ztschr. d. Deutsch. geol. Ges.*, 100, 223–266. Stuttgart.
- Suess F. E. (1912): Die moravischen Fenster und ihre Beziehung zum Grundgebirge des Hohen Gesenkes. – *Denkschr. Österreich. Akad. Wiss. Math.-Naturwiss. Kl.*, 88, 541–631. Wien.
- Svoboda J., Chaloupský J. et al. (1961): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1: 200 000 M-33-XVII Náchod. Ústřední ústav geologický Praha.
- Teisseyre H. (1956): Kaledonidy sudeckie i ich waryscyjska przebudowa. *Przegl. geol.*, 3, 215–221.
- Teisseyre H. (1960): The principal structural features of the Sudetic Caledonides. Report XXI. Sess. Norden 1960, IGG, 19, 108–119. Copenhagen.
- Żaba J. (1984): Geneza oraz metamorficzna ewolucja gnejsów i granitoidów masywu Izerskiego Stogu (Sudety Zachodnie). – *Geol. Sudet.*, 19/2, 89–190. Warszawa.
- Żelaźniewicz A. (1997): The Sudetes as Paleozoic orogen in central Europe. *Geol. Mag.*, 134, 691–702.
- Żelaźniewicz A., Franke, W. (1994): Discussions on U-Pb ages from SW Poland: evidence for a Caledonian suture zone between Baltica and Gondwana. *J. Geol. Soc. London.*, 151, 1049–1055.

ČASOVÉ ZAŘAZENÍ ÚSVITU KULMSKÉ FACIE NA JIŽNÍ MORAVĚ, U/PB DATOVÁNÍ**Jiří Otava¹, Jakub Jirásek², Mark D. Schmitz³**¹Česká geologická služba, pracoviště Brno, Leitnerova 22, 658 69 Brno, e-mail: jiri.otava@geology.cz²VŠB- Technická univerzita Ostrava, Fakulta hornictví a geologie, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava – Poruba, e-mail: jakub.jirasek@vsb.cz³Mark D. Schmitz, Department of Geosciences, Boise State University, 1910 University Drive, Boise, ID, U.S.A., markschmitz@boisestate.edu

V současnosti je poměrně dobrá představa o geologickém vývoji v době vytváření útesových komplexů středního a svrchního devonu na Moravě (Hladil et al. 2009). Rovněž následující potopení karbonátové platformy (the drowning of carbonate platform) po vyhynutí korálových útesů bylo mnohokrát popsáno (e.g., Bábek et al. 2007). Rovněž dynamický vývoj kulmské facie ve svrchním visé byl podrobně zhodnocen (e.g. Hartley a Otava 2001). Nyní nastal čas lépe porozumět procesům, které následovaly po potopení karbonátové platformy a před hlavním přívalem siliciklastických turbiditů svrchního visé do vznikající variské předhlubně.

Během tohoto časového úseku (tournai - svrchní visé) se v pánvi ukládaly sedimenty několika různých facií, často docházelo k lokálním regresím, přerušení sedimentace a krasování (Otava a Černý 2012). Pro sedimenty, či přesněji pro faciální vývoj těchto jednotek se vžil termín “přechodová souvrství” (Buriánek et al. 2013). Konkrétnější časové zařazení tohoto intervalu ve vývoji pánve bylo dosud stavěno pouze na biostratigrafických důkazech, jmenovitě foraminiferové a trilobitové fauně (Kalvoda 2002, Chlupáč 1966, Rak et al. 2014).

Během základního geologického mapování v osmdesátých letech 20. století se podařilo L. Mašterovi a J. Otavovi objevit a podrobněji zdokumentovat do té doby neznámé tufy (in Hladil ed. 1987) v rámci březinského souvrství. Kyselá vulkanoklastika vystupují v bezprostředním sousedství Chlupáčovy trilobitové lokality (Chlupáč 1966). Mají průsvitnou těžkou frakci tvořenou přibližně ze dvou třetin apatity a z jedné třetiny idiomorfními zirkony (Otava in Gilíková a Hladil eds. 2010). Přes tyto optimální okolnosti a hojně vzorkování německými geology na konci 20. století se datování tehdy nepodařilo dotáhnout do zdárného konce. Výsledek se dostavil až po novém vzorkování (rok 2015, J. Otava a J. Jirásek), kdy druhý jmenovaný zorganizoval U-Pb geochronologii v Boise State University (Idaho, USA) u Marka D. Schmitze.

Koncentrát těžkých minerálů studovaného vzorku tufu poskytl hojnou homogenní populaci protažených prismatických zirkonů evidentně vulkanického původu. Zrna jsou bohatá uranem, což je zřejmé z tmavěji oranžového zbarvení a nepatrné průsvitnosti. Standardními postupy chemické abraze v koncentrované HF a standardním statistickým vyhodnocením vyšlo stáří tufu těsně pod **338 Ma**. Toto stáří je interpretováno jako doba erupce a depozice studovaného tufu.

Diskuze:

Radiometrické datování dalo výsledek velmi dobře korelující se zařazením březinského souvrství na základě trilobitové fauny, tedy spodní až střední visé. Rozsah visé je dle nejnovější časové škály 347 - 331 Ma (Gradstein et al. 2012), datovaný tuf tedy leží blízko středu. Jako nepravděpodobnější vulkanický zdroj březinského tufu se jeví spodnokarbonský vulkanický komplex vnitrosudetské pánve v Polsku. Zde jsou ryodacitické lávy a tufy spjaté s otíráním pánve během nejsvrchnějšího tournai a spodního visé (Awdankiewicz 1999). Takový vulkanismus je geochemicky příbuzný současnému vulkanismu aktivního kontinentálního okraje nebo kontinentálního ostrovního oblouku (Cháb et al. 2008). Jiným možným zdrojem může být nějaké vulkanické centrum nad dnešními hluboce denudovanými variskými plutony, jako např. Žulovský batolit (Mierzejewski 2001).

Z obecně paleogeografického pohledu nutno mít na zřeteli, že rozšíření vulkanoklastik bývá regionálně rozlehlejší. Proto je pravděpodobné, že vulkanoklastika budou nacházena na více místech, nejčastěji poblíž linie styku jednotky Moravského krasu a drahanského kulmu. Není vyloučeno, že nálezy vulkanoklastik u Sloupu (Krepčíková 1985), byť jsou pravděpodobně většího stáří a mají jiný faciální a litologický doprovod,

jsou analogické geneze jako vulkanoklastika od Březiny. Detailní zpracování tématu bude v připravovaném článku Jirásek, J., Otava, J., Matýsek, D., Sivek, M. Schmitz, M.D.: Timing of transition from drowned carbonate platform to the Viséan turbidites of the European Variscides: U/Pb dating and biostratigraphy.

Poděkování:

Studie vznikla díky finanční podpoře grantového projektu „Geologické otázky přechodu paralicke sedimentace do terigenní v hornoslezské pánvi a jeho korelaci s jinými evropskými svrchnokarbonskými pánvemi“ (2012) financovaným MŠMT (projekt SGS SP2012/24) a rovněž výzkumným projektem MSM 0021620855 MŠMT.

Z pohledu regionální geologie vznikla studie díky podpoře projektu Základního geologického mapování ČR, oblasti Brněnsko, č. 390003 financovaného Českou geologickou službou.

Literatura:

- Awdankiewicz M. (1999): Volcanism in a late Variscan intramontane trough: Carboniferous and Permian volcanic centres of the Intra-Sudetic Basin, SW Poland. – *Geologica Sudetica* 32, 1, 13-47
- Bábek O., Přikryl T., Hladil J. (2007): Progressive drowning of carbonate platform in the Moravo-Silesian Basin (Czech Republic) before the Frasnian/Famennian event: facies, compositional variations and gamma-ray spectrometry. – *Facies* 53, 293-316.
- Buriánek D., Gilíková H., Otava J. (2013): Chemické složení hornin březinského a podolského souvrství – přechodové facie dinant–kulm ve visé Dražanské vrchoviny. – *Acta Mus. Morav., Sci. Geol.*, 98, 1, 79-90.
- Gradstein et al (2012): A Geologic Time Scale. – Elsevier B.V.
- Gilíková H., Hladil J. eds. (2010): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25 000, list 24– 413 Mokrý – Horákov. – MS Čes. geol. služba. Brno.
- Hartley A. J., Otava J. (2001): Sediment provenance and dispersal in a deep marine foreland basin: the Lower Carboniferous Culm Basin, Czech Republic. – *Journal of the Geological Society* 158, 137-150.
- Chlupáč I. (1966): The Upper Devonian and Lower Carboniferous Trilobites of the Moravian Karst. – Sborník geologických věd, řada paleontologie 7, 1–144.
- Hladil J. ed. (1987): Základní geologická mapa ČSFR 1 : 25000, list Horákov–Mokrý 24-413 s textovými vysvětlivkami. – MS Ústř. Úst. Geol. Brno.
- Hladil J. et al. (2009): Early Middle Frasnian platform reef strata in the Moravian Karst interpreted as recording the atmospheric dust changes: the key to understanding perturbations in the *punctata* conodont zone. – *Bulletin of Geosciences* 84 (1), 75–106 (9 figures). Czech Geological Survey, Prague.
- Cháb et al. (2008): Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu. – 283 s. ČGS Praha.
- Chlupáč I. (1966): The Upper Devonian and Lower Carboniferous trilobites of the Moravian Karst. – Sborník geologických věd, Paleontologie, 7, 5–143.
- Kalvoda J. (2002): Late Devonian – early Carboniferous foraminiferal fauna: zonation, evolutionary events, paleobioogeography and tectonic implications. – *Folia, Geologia* 39, Masaryk University Brno, 213.
- Krepčiková H. (1985): Geologie okolí Sloupu. – MS, dipl. práce, Ústav geologických věd PřF MU Brno
- Mierzejewski M. P. (2001): Understanding the Karkonosze Mts granite. In: *Tectonics & Magma 2001, Meeting in honour of Hans Cloos*. – Abstr Vol and Excurs Guidebook, Exkursionführer und Veröffentlichungen der GGW 212, Berlin, 70-74.
- Otava J., Černý J. (2012): Paleokras nebo tektonika? Březina-Vysoká, Moravský kras. – *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci*, 303, 114–117.
- Rak Š., Viktorýn T., Otava J. (2014): Revision of an atheloptic Viséan Trilobite association in the Moravian Karst (Czech Republic). – *Geologica Carpathica*, 65, 6, 411-417.

**KVANTITATIVNÍ MIKROFACIÁLNÍ ANALÝZA VÁPENCŮ PŘI HRANICI STUPŇŮ
LOCHKOV/PRAG NA VYBRANÝCH PROFILECH V BARRANDIENU**

**Hedvika Poukarová^{1,2}, Karel Hron³, Ondřej Bábek⁴, Jindřich Hladil¹, Martin Faměra⁴, Daniel Šimíček⁴,
Tomáš Weiner²**

¹Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6 – Lysolaje, e-mail: h.poukarova@seznam.cz

²Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno

³Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 17. Listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc

⁴Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 17. Listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc

V devonských sedimentech Barrandienu bylo rozeznáno několik eventů globálního rozsahu, mezi které patří i lochkovsko-pražský hraniční event spojený se změnami fauny a karbonátových facií v souvislosti s poklesem mořské hladiny (Chlupáč – Kukal 1988). Dosavadní mikrofaciální popisy tohoto eventu se opíraly o klasický koncept standardních mikrofaciálních typů (např. Velebilová – Šarf 1996, Čáp et al. 2003).

Nový výbrusový materiál pochází z profilů v lomech Čertovy schody, Na Chlumu a Na Branžovech. Kvantitativní kompoziční data byla získána bodovou sčítací metodou (300 bodů/výbrus) v obrazovém software JMicroVision (Nicolas Roduit, Švýcarsko). Pro následné vícerozměrné statistické metody zahrnující korespondenční analýzu, analýzu hlavních komponent (PCA) a shlukovou analýzu byly využity pouze hodnoty určitelných alochemů (al.). Obsah určitelných alochemů dosahoval 5,3-70,7 %, neurčitelné alochemy tvořily 0,3-11 % vzorku. Obsahy jednotlivých určitelných alochemů byly v každém vzorku přepočítány tak, aby celkový součet dával opět hodnotu 100 %. Analýza hlavních komponent a shluková analýza byly provedeny ve dvou verzích. První verze se opírala o hrubá data. Druhá verze byla založena na datech upravených metodou logaritmických poměrů (centrovaná logratio transformace; Pawlowsky-Glahn et al. 2015), která redukuje nežádoucí vlivy uzavřených dat.

Svrchní část lochkovského souvrství je tvořena šedými deskovitými místy slabě hlíznatými středně dobře až dobře vytrřiděnými hrubými kalcisiltity až jemnozrnnými kalciaarenity. Zejména v profilu Na Chlumu tyto desky obsahují rohovce a jsou místy prokládány tenkými polohami břidlic. Jedná se o grainstony/packstony/wackestony s dominantním zastoupením krinoidů (až 93 % al.). Další bioklasty vykazující různou míru fragmentace náleží trilobitům, ostrakodům, brachiopodům, vzácně také mechovkám, konodontům, dakryokonaridům a sinicím. Významná je přítomnost peloidů (až 16 % al.). Nejvyšší obsahy mikritu vykazovaly vzorky z profilu Na Branžovech.

Na profilech Na Chlumu a Na Branžovech je spodní část pražského souvrství vyvinuta v podobě světle šedých až růžových deskovitých až masivních krinoidových středně dobře vytrřiděných hrubo- až jemnozrnných kalciaarenitů se stromataktu. Ve spodní části na lokalitě Na Chlumu lze sledovat výmolové šikmé zvrstvení. Také v těchto grainstonech/packstonech převažují krinoidi (až 96 % al.). Významný je zvýšený obsah mechovek (až 13 % al.). Zbylé bioklasty jsou zastoupeny brachiopody, trilobity a ostrakody. Mikritové obálky a peloidy jsou vzácnější. Ve vyšších částech se postupně začínají objevovat dakryokonaridi, měkkýši a globochaety. Bioeroze je hojnější a narůstá množství mikritu/mikrosparity/kalcisiltitu. Ve vyšších částech pražského souvrství lze sledovat vývoj od slabě hlíznatých světle šedých vápenců s růžovými a zelenými skvrnami (na Branžovech se stromataktu) přes červené hlíznaté vápence až po šedé hlíznaté deskovité vápence (prokládané v profilu Na Branžovech tenkými vložkami břidlic), ve kterých je vyvinut tzv. český graptolitový horizont. Tyto špatně až středně vytrřiděné hrubo- až jemnozrnné kalcisiltity až jemnozrnné kalciaarenity jsou tvořeny wackestony/packstony s dominancí dakryokonaridů (až 83 % al.), kteří vykazují tzv. teleskopování. Hojně jsou globochaety, měkkýši a bioeroze. Zbylé alochemy jsou zastoupeny hlavně trilobity, ostrakody, vzácněji brachiopody a mechovkami. V profilu na Čertových schodech je pražské souvrství tvořeno světle šedými až růžovými masivními krinoidovými špatně až středně vytrřiděnými jemno- až hrubo- až jemnozrnnými kalciaarenity se stromataktu. Ve spodní a svrchní části lze sledovat výmolové šikmé zvrstvení. Tyto grainstony/packstony, vzácně až wackestony jsou typické

vysokým obsahem krinoidů (až 75 % al.) i mechovek (až 75 % al.). Místy jsou hojnější tabulární koráli (až 26 % al.) a ve vyšších částech sledu se výrazněji uplatňují bentické kalcifikující zelené řasy (až 42 % al.), doprovázené sinicemi, mikritovými obálkami a peloidy. Přítomni jsou rovněž brachiopodi, ostrakodi a trilobiti.

Zlíchovské souvrství zastížené v profilu Na Branžovech je tvořeno šedými deskovitými vrstvami středně vytríděného hrubozrnného a často bioturbovaného kalcisiltitu. Místy lze sledovat proplástky břidlic, ostré erozní báze a gradace. Typická je přítomnost rohovců. Jedná se o mudstony/wackestony s dakryokonaridy a měkkýši, doprovázenými krinoidy, trilobity, ostrakody, brachiopody a bioerozí. Důležitý je výskyt radiolárií a fekálních pelet. Globochaety jsou vzácné. Alochemické složení hrubozrnnější části kalciturbiditu připomíná mikrofácie z vyšší části lochkovského souvrství.

Profil v lomu Čertovy schody zachytil nejnižší polohy suchomastských vápenců. V těchto šedých a červených deskovitých středně vytríděných velmi jemnozrnných až střednězrnných kalciarenitech jsou zastoupeny mikrofácie (grainstony/packstony) s převahou krinoidů a výše dakryokonaridů.

Korespondenční analýza uspořádala alochemy podle environmentálního gradientu v místě jejich původu od relativně mělkovodního prostředí s dostatečným množstvím světla po hlubokovodnější podmínky: fototrofní organismy (bentické kalcifikující zelené řasy, sinice), neskeletální alochemy vznikající mikritizací (mikritové obálky, peloidy), heterotrofní hojnější v mělkém prostředí (mechovky, krinoidi, brachiopodi), heterotrofní hojnější v hlubším prostředí (ostrakodi, trilobiti, bioeroze), organismy hojné v hemipelagickém/pelagickém prostředí (globochaety, měkkýši, dakryokonaridi), alochemy typické pro mudstony/wackestony zlíchovského souvrství (radiolárie, fekální pelety).

Tyto výsledky jsou podpořeny i PCA na hrubých datech, kde hlavní osa na jedné straně vymezila fototrofy, neskeletální alochemy vznikající mikritizací a heterotrofy hojnější v mělkém prostředí, zatímco po druhé straně hlavní osy leží heterotrofní hojnější v hlubším prostředí, organismy hojné v hemipelagickém/pelagickém prostředí, radiolárie a fekální pelety. Podle PCA logratio transformovaných dat patří mezi nejdůležitější alochemy, které určují mikrofaciální typy: dakryokonaridi, měkkýši a globochaety. Tyto bioklasty jsou hojné především ve vzorcích z mikritických/kalcisiltitových poloh vyšší části pražského souvrství a ze zlíchovského souvrství. Mechovky (popř. i bentické kalcifikující zelené řasy) představují prvek charakteristický pro krinoidové vápence z lokality Čertovy schody. Krinoidi a peloidy charakterizují lochkovské souvrství z profilů Na Chlumu a Na Branžovech. Vzorky krinoidových vápenců pražského souvrství z profilů Na Chlumu a Na Branžovech a vzorky představující přechod od mikrofacií s převahou krinoidů do mikrofacií s převahou dakryokonaridů leží v celkovém trendu blíže středu grafu, kde jsou koncentrovány zbylé alochemy.

Jednotlivé skupiny získané shlukovými analýzami byly interpretovány z hlediska pozice v environmentálním gradientu podle zastoupení komponent v souladu s výsledky korespondenční analýzy a analýzy hlavních komponent.

Kompoziční analýza dokládá trend prohlubování prostředí v rámci pražského souvrství. Zastoupení fototrofů a neskeletálních zrn v nejmělkších zastížených mikrofaciích je relativně nízké a pohybuje se mezi 8 až 48 % alochemů. V těchto mikrofaciích převažují heterotrofní filtrátoři zastoupení mechovkami (25–72 % al.) a krinoidy (9–45 % al.). Za určitých podmínek, zejména při zvýšeném přínosu živin, mohou karbonátové produkci v tropických oblastech dominovat heterotrofní společenstva a budovat tzv. karbonátové továrny typu C (Schlager 2003, Westphal et al. 2010). Dominance heterotrofních asociací jsou v souladu s představami předchozích autorů (Koptíková et al. 2010), kteří karbonátová souvrství spodního devonu Barrandienu interpretovali jako karbonátové rampy. Křivky pohybu faciálních pásů sestavené na základě výsledků vícerozměrných analýz dávají velmi podobné výsledky pro hrubá data i data upravená metodou logaritmických poměrů. Křivka takto transformovaných dat ale citlivěji reaguje na nástup zlíchovského souvrství.

Tento výzkum byl podpořen Grantovou agenturou ČR (GAČR), projekt GA14-18183S.

Literatura:

Čáp P., Vacek F., Vorel T. (2003): Microfacies analysis of Silurian and Devonian type sections (Barrandian, Czech Republic). – Czech Geological Survey Special Papers, 15, 1-40.

- Chlupáč I., Kukul Z. (1988): Possible global events and the stratigraphy of the Palaeozoic of the Barrandian (Cambrian–Middle Devonian, Czechoslovakia). – *Sborník geologických věd*, 43, 83-146.
- Koptíková L., Bábek O., Hladil J., Kalvoda J., Slavík L. (2010). Stratigraphic significance and resolution of spectral reflectance logs in Lower Devonian carbonates of the Barrandian area, Czech Republic; a correlation with magnetic susceptibility and gamma-ray logs. – *Sedimentary Geology*, 205, 83-98.
- Pawlowsky-Glahn V., Egozcue J. J., Tolosana-Delgado R. (2015): Modeling and analysis of compositional data. – Wiley, Chichester.
- Schlager W. (2003). Benthic carbonate factories of the Phanerozoic. – *International Journal of Earth Sciences*, 92, 445-464.
- Velebilová L., Šarf, P. (1996): Application of microfacies analysis in the Lower Devonian of the Barrandian, central Bohemia. – *Journal of the Czech Geological Society*, 41, 1-2, 105-115.
- Westphal H., Halfar J., Freiwald A. (2010): Heterozoan carbonates in subtropical to tropical settings in the present and past. – *International Journal of Earth Sciences*, 99, supplement 1, 153-169.

FLUIDNÍ SYSTÉMY V KONTAKTNĚ-METAMORFNÍCH SKARNECH ŽULOVSKÉHO PLUTONU A ŠUMPEŘSKÉHO MASIVU

Martin Schreier¹, Zdeněk Dolníček²

¹Katedra geologie PřF UP, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: martin.schreier@seznam.cz

²Katedra geologie PřF UP, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: dolnicek@prfnw.upol.cz

V plášti žulovského plutonu a šumperského masivu vystupují tělesa kontaktně-metamorfních vápenato-silikátových skarnů označovaných také jako taktity. Tyto horniny obsahují charakteristické společenstvo minerálů, zejména grosulár, vesuvian, epidot, diopsid a wollastonit. Tento příspěvek porovnává fluidní systémy na lokalitách Žulová - Boží hora, Žulová - Borový vrch, Vápenná - Vycpálkův lom a Bludov - Nový lom.

Fluidní inkluze byly studovány pod optickým mikroskopem, následně byly podrobeny mikrotermometrii a některé i Ramanovské analýze. Mikrotermometrické údaje byly měřeny na aparatuře Linkam THMSG 600 instalované na polarizačním mikroskopu Olympus BX-51 na Katedře geologie PřF UP v Olomouci. V inkluzích byly měřeny následující parametry: homogenizační teplota (T_h), teplota zamrznutí (T_f), eutektická teplota (T_e), teploty tání ledu ($T_{m\ ice}$) a klatrátu ($T_{m\ cla}$). Vybrané vzorky epidotu byly podrobeny analýze izotopového složení vodíku na hmotnostním spektrometru Finnigan MAT 252 na pracovišti Eberhard Karls Universität Tübingen.

Ve Vycpálkově lomu byly studovány fluidní inkluze v tzv. „plovoucích hesonitech“, ve vesuvianu a v krystalických vápencích. V kontaktních minerálech byla zachycena fluida o salinitě 0,2–4,7 hmot. % NaCl ekv. V některých inkluzích byl v plynné fázi analyzován Ramanovou spektroskopií metan, etan a sirovodík. Vývoj kontaktních minerálů probíhal nejméně ve dvou etapách lišících se teplotou/tlakem. V první se zachytily fluida s teplotou homogenizace 310–399 °C v L+V inkluzích. Ve druhé etapě (T_h 190–360 °C) lze rozeznat míchání magmatogenních fluid s téměř čistou meteorickou vodou a postupné ochlazování fluid. Hojně je v těchto inkluzích přítomna pevná fáze, která byla Ramanovou spektrometrií určena jako vaterit.

Mikrotermometrické údaje z grosulárů odebraných v oblasti Boží hory ukazují salinitu vodného roztoku 0,5 až 7,8 hmot. % NaCl ekv. Údaje v inkluzích zachycených v krystalických vápencích ukazují salinitu 3,9–12,6 hmot. % NaCl ekv. Pro vývoj fluid je typické postupné ochlazování (od T_h 390 °C) a snižování salinity v prvním kroku. Ve druhém, při nižších teplotách homogenizace (do 350 °C), dochází k zachycení pevné fáze do inkluzí (tvořena karbonátem), poslední krok indikuje zachycení nízkoteplotních fluid s postupně narůstající salinitou (7,8 hmot. % NaCl ekv.).

Teploty homogenizací a tání ledu v grosuláru, epidotu a křemenu poukazují na jednu hlavní fázi zachycení fluid na Borovém vrchu. Tato fáze, při které vznikaly kontaktní minerály je typická nízkou salinitou (0,2–3,8 hmot. % NaCl ekv.) a postupně klesající teplotou/tlakem. V epidotu byla také zjištěna fluida s vysokou salinitou (15,7–20,4 hmot. % NaCl ekv.), které patrně představují zbytkové, poměrně

nízkoteplotní roztoky zachycené v závěru hydrotermální aktivity. Ramanovou spektroskopií nebyl v plynné fázi zjištěn žádný plyn, diferenční Ramanovská spektra pevné fáze zachycené v některých inkluzích odpovídají Mg-kalcitu. Hodnoty δD fluid, z nichž vznikl epidot, jsou -74,4 až -45,5 ‰ SMOW. Tyto hodnoty rámcově odpovídají magmatogenní, metamorfní či meteorické vodě.

Vodné inkluze v epidotu a granátu zachycené při kontaktní metamorfóze na lokalitě Bludov mají teploty homogenizace 115–360 °C a salinitu 0,5–7,6 hmot. % NaCl ekv. Pro tato fluida je typické postupné chladnutí. Vodná fluida v pseudosekundárních inkluzích zachycených v epidotu (Th 150–230 °C a salinita 16,8–18,4 hmot. % NaCl ekv.) náleží patrně pozdější hydrotermální cirkulaci. V některé z pozdějších fází hydrotermální aktivity vznikly také karbonáty (Th 110–130 °C, salinita 14,0 až 19,8 hmot. % NaCl ekv.). Hodnoty δD fluid, z nichž vznikl epidot, jsou -20 až +8 ‰ SMOW, což odpovídá mořské, meteorické nebo metamorfní vodě.

Z uvedených výsledků lze usuzovat, že na formování kontaktních minerálů se v hlavních fázích krystalizace podílela nízkosalinní fluida, která postupně ztrácela na teplotě/a nebo tlaku. Pro pozdní fluida jsou typické vyšší salinity a nižší teploty homogenizace. Pozice izochor primárních inkluzí v P-T prostoru se na jednotlivých lokalitách diametrálně neliší. Složení, hustoty fluida a průběh izochor jsou rámcově v souladu s dříve publikovanými odhady P-T podmínek pro periplutonickou metamorfózu žulovského masivu.

STRATIGRAFIE A FACIÁLNÍ VÝVOJ FAMENSKÝCH PROFILŮ LÍŠEŇSKÉHO SOUVRSTVÍ S POLOHAMI *ANNULATA* EVENTŮ V JIŽNÍ ČÁSTI MORAVSKÉHO KRASU

Tomáš Weiner, Jiří Kalvoda

Ústav geologických Věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Střednofamenské globální *annulata* eventy obvykle bývají zařazovány do svrchní části konodontové zóny *Palmatolepis rugosa trachytera* (např. Hartenfels 2011, Walliser 1996), ačkoliv v dřívějších pracích byly zařazovány i stratigraficky mírně výše na bázi zóny *Palmatolepis perlobata postera* (např. Clausen a Korn 2008). *Annulata* eventy se v sedimentárním záznamu typicky projeví jako vložky černých, hypoxických až anoxických černých břidlic nebo vápenců s hojnou faunou ammonoidů (např. *Platychymenia annulata*), ortokonních nautiloidů, mlžů, ostrakodů nebo dalších skupin. *Annulata* eventy se v kompletně vyvinutém sledu projevují dvěma tmavými až černými horizonty (spodní a svrchní *annulata* eventy) odrážejícími transgresivní pulsy, které jsou odděleny lépe oxidovaným intervalem (Hartenfels 2011). V nadloží svrchního *annulata* eventu může být v rámci nejvyšší části zóny *trachytera* vyvinut ekvivalent fosiliferního slínovce „Wagnerbank“, který bývá spojován s regresí. Detailní práce Hartenfelse (2011) umožnila biostratigrafické rozlišení spodního a svrchního *annulata* eventu, jelikož v této stratigrafické úrovni vymírá několik taxonů konodontů.

Stratigrafie i facialní vývoj famenských profilů líšeňského souvrství s polohami *annulata* eventů byly studovány na čtyřech profilech v jižní části Moravského krasu z okolí Ochozi, Hostěnic a Mokré. Studované profily náleží převážně křtinským vápencům horákovského vývoje (viz Rez et al. 2011). Celkový studovaný stratigrafický rozsah profilů odpovídá konodontovým zónám nejvyšší *Palmatolepis crepida* až svrchní *Palmatolepis gracilis expansa*. Konodontové asociace ze studovaných profilů potvrzují zařazení *annulata* eventů do svrchní části zóny *trachytera*. Ve všech studovaných profilech byl zaznamenán pouze jeden horizont *annulata* eventu, což pravděpodobně reflektuje kondenzovanou sedimentaci či případně erozi vlivem kalciturbiditů (prostředí „bypass slope“). Stejným způsobem lze interpretovat i absenci ekvivalentu slínovce „Wagnerbank“, který je vyvinut na různých evropských nebo marockých profilech v nejvyšší části zóny svrchní *trachytera*. Konodontová data z profilů označených jako Ochoz, Hostěnice 2 a Mokrá umožňují rozlišení spodního *annulata* eventu vzhledem k přítomnosti alespoň jednoho z taxonů *Palmatolepis glabra lepta*, *Palmatolepis minuta minuta* a *Palmatolepis rugosa trachytera*. Eventová poloha v profilu Hostěnice 1 poskytla poměrně malé množství konodontů, které zmíněné taxony nezahrnují, což umožňuje její nejistou korelaci se svrchním *annulata* eventem.

Zaznamenané mikrofacie ze studovaných profilů byly ukládány převážně kolem báze bouřkového vlnění. Na základě studovaných výbrusů bylo možné rozdělit zastoupené mikrofacie do několika typů. Samotné polohy *annulata* eventů tvoří mudstone/wackestone až floatstone/rudstone s cephalopody a další faunou, jejíž značná fragmentace zřejmě odráží vliv bouřkového vlnění. Další mikrofacie z různých stratigrafických úrovní jsou zastoupeny vápenci odpovídajícími typu wackestone/packstone, místy až floatstone/rudstone. Z bioklastů převažují obvykle krinoidi a blíže nedeterminovatelní fragmentární měkkýši, různou měrou jsou rovněž zastoupeny další skupiny (např. ostrakodi, trilobiti, plži, cephalopodi).

Konodontové biofacie jsou ve studovaných profilech reprezentovány převážně palmatolepisovými biofaciemi, méně často byly zaznamenány biofacie palmatolepis-polygnathové nebo polygnathus-palmatolepisové. Bylo zjištěno vyšší zastoupení epipelagických taxonů v polohách *annulata* eventů a „granulovaných“ polygnathidů („beknotete taxa“ sensu Hartenfels 2011) nad polohami *annulata* eventů, což je ve shodě s řadou zahraničních profilů. Zároveň bylo zjištěno vyšší zastoupení rodu *Alternognathus* v polohách *annulata* eventů. Zastoupené biofacie vykazují v zásadě podobné trendy jako biofacie obdobných stratigrafických úrovní z různých profilů v Evropě a Maroku.

Gamaspektrometrická měření vykazují vyšší hodnoty uranu v eventových polohách, které pravděpodobně reflektují anoxické nebo hypoxické prostředí, což je v souladu s daty ze Svato-křížských hor (Bond & Zatoň 2003).

Tento výzkum byl podpořen Grantovou agenturou ČR (GAČR), projekt GA14-18183S.

Literatura:

- Bond D., Zatoň M. (2003): Gamma-ray spectrometry across the Upper Devonian basin succession at Kowala in the Holy Cross Mountains (Poland). – *Acta Geologica Polonica* 53, 2, 93-99.
- Clausen C.-D., Korn D. (2008): Höheres Mitteldevon und Oberdevon des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges (mit Velberter Sattel und Kellerwald). – In: Deutsche Stratigraphische Kommission, Stratigraphie von Deutschland VIII, Devon. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 52, 439-481.
- Hartenfels S. (2011): Die globalen *Annulata*-Events und die Dasberg-Krise (Famennium, Oberdevon) in Europa und Nord Afrika hochauflösende Conodonten Stratigraphie, Karbonat Mikrofazies, Paläoökologie und Paläodiversität. – *Münstersche Forschungen für Geologie und Paläontologie*, 105, 17-527.
- Rez J., Melichar R., Kalvoda, J. (2011): Polyphase deformation of the Variscan accretionary wedge: an example from the southern part of the Moravian Karst (Bohemian Massif, Czech Republic). – In: Poblet J., Lisle R.J. (eds): Kinematic evolution and structural styles of fold-and-thrust belts, 349. Geological Society, London, Special Publications, 223-235.
- Walliser O. H. (1996): Global events in the Devonian and Carboniferous. – In: Walliser, O.H. (ed) Global events and event stratigraphy in the Phanerozoic. Springer, Berlin, 225-250.

Index autorů

Bábek O. – 25

Buriánek D. – 6

Dolníček Z. – 7, 11, 15, 17, 27

Faměra M. – 25

Fojt B. – 7

Hladil J. – 25

Hron K. – 25

Hýlová L. – 9

Jirásek J. – 9, 23

Kalvoda J. – 28

Kapusta J. – 17

Kotlánová M. – 11

Kováček M. – 13

Kropáč K. – 15, 17

Kumpan T. – 16

Lehotský T. – 13, 15, 17

Opletal M. – 18

Otava J. – 5, 23

Poukarová H. – 25

Schmitz Mark D. – 23

Schreier M. – 27

Sivek M. – 9

Šimíček D. – 25

Weiner T. – 25, 28