



LITOFACIE A FOSILNÍ STOPY JEMNOZRNNÉHO TURBIDITNÍHO SYSTÉMU V JIŽNÍ ČÁSTI MORAVICKÉHO SOUVRSTVÍ JESENICKÉHO KULMU, ČESKÝ MASIV

Lithofacies and trace fossils of a fine-grained turbidite system in the southern part of the Moravice Formation of the Nížký Jeseník Culm, Bohemian Massif

Ondřej Bábek¹, Radek Mikuláš², Jan Zapletal¹, Tomáš Lehotský¹ a Jitka Pluskalová¹

¹Katedra geologie, PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, e-mail: babek@prfnw.upol.cz

²Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6, e-mail: mikulas@gli.cas.cz

(15-33 Moravský Beroun, 25-12 Hranice)

Key-words: Lower Carboniferous, siliciclastic turbidites, submarine fan, ichnofacies, foreland basin

Abstract:

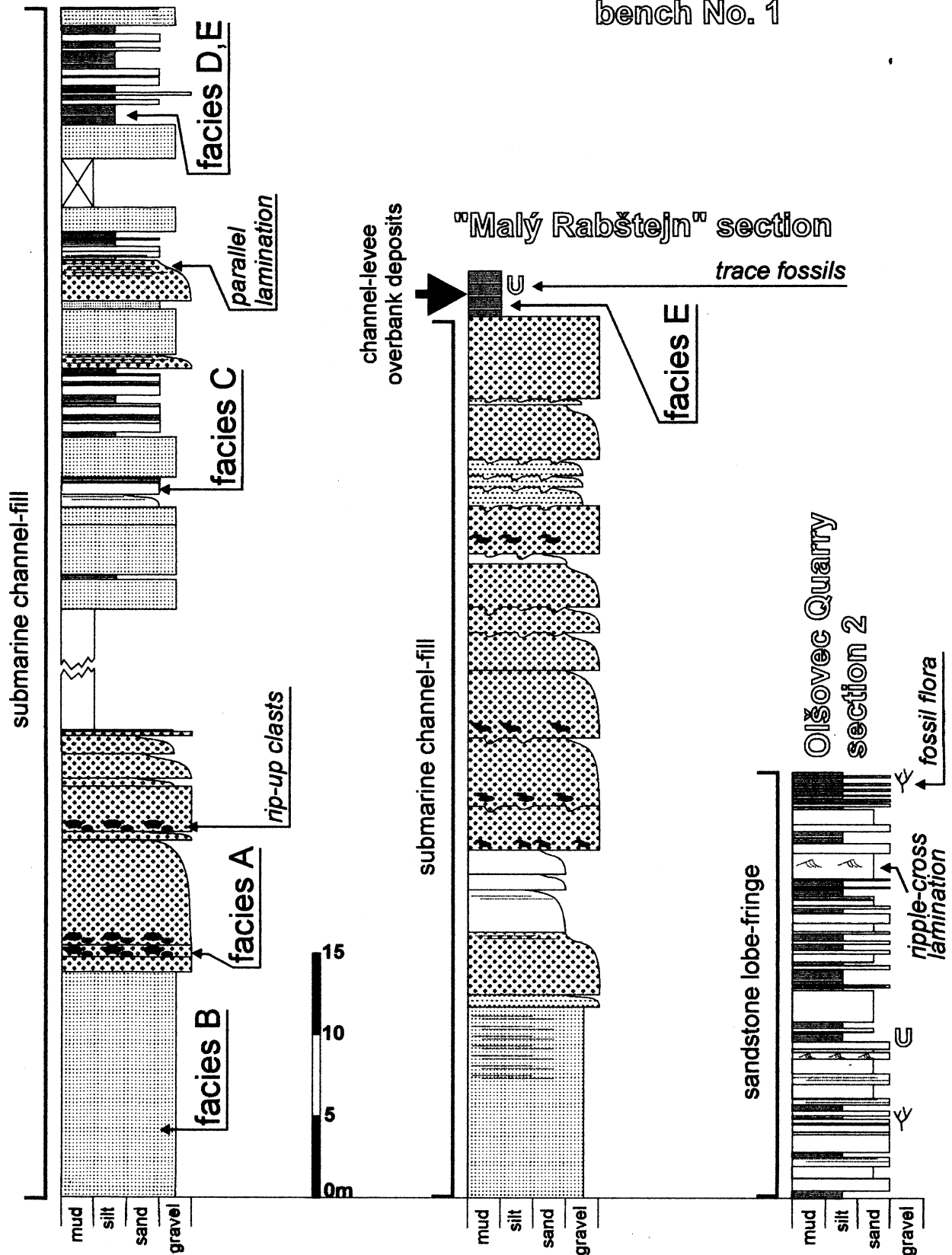
A detailed field facies- and ichnofacies analysis undertaken in the southern part of the Nížký Jeseník Mts. revealed the Moravice Formation of upper Viséan age being composed a relatively uniform, fine-grained siliciclastic turbidite system. At its base proximal, coarse-grained channel deposits with some olistoliths alternate with shales and fine-grained turbidites to form distinct, asymmetric, fining- and thinning upward cycles deposited in the inner- to middle submarine fan environment. Upper, fine-grained parts of the cycles are rich in trace fossils of the Zoophycos (+/- Nereites) ichnofacies. Younger, volumetrically dominant parts of the Moravice Formation include thick successions of shales interbedded with laminae and thin beds of distal turbidites and/or (?) contourites, which accommodate numerous graywacke bodies $n \times 10$ to $n \times 100$ m thick, interpreted as depositional lobes deposited in the outer fan environment. Peripheral parts of the depositional lobes contain abundant trace fossils of Cruziana and Nereites ichnofacies. Anomalous, along-strike persistent occurrence of the proximal, coarse grained clastics and olistoliths at the base of the Moravice Formation indicate a quick change in basin topography to take place approximately at the base of upper Viséan, governed presumably by a compressional tectonic pulse.

Jižní a střední část moravického souvrství je poměrně dobře odkryta ve velkolomech a na několika přirozených výchozech v hluboce zaříznutém údolí Bystřice mezi Hrubou Vodou a Domašovem nad Bystřicí a také na jv. svazích Oderských vrchů u Lipníka a Hranic na Moravě. Tento areál je předmětem podrobného faciálního mapování a ichnologického výzkumu, jehož předběžné výsledky zde předkládáme.

Bazální polohy moravického souvrství (střední visé) jsou odkryty v údolí Bystřice a v olomoucké kře uprostřed neogénu Hornomoravského úvalu. Zdejší sled sedimentů je faciálně neobyčejně pestrý. Objevují se zde několik metrů mocné polohy masivních nebo normálně gradovaných slepenců, valounových pískovců a valounových jílovců faciální třídy A (Mutti et al. 1975, Pickering et al. 1989), dále $n \times dm$ až $n \times m$ mocné vrstvy masivních drob faciální třídy B (opus cit.), normálně gradované středně zrnité nebo hrubozrné droby s bazálními divizemi Boumovy sekvence T_a , $T_{a,b}$ a $T_{a,b,c}$ (faciální třída C), masivní nebo slabě normálně gradované prachovce (faciální třída D) a laminované jíly faciální třídy E (obr. 1, profil a, b). Extrémním faciálním typem

jsou chaotické polohy drob faciální třídy F s až $n \times m$ velkými intraklasty jílovců a drob (olistolity), které jsou odkryté v bývalém železničním lomu j. od Domašova nad Bystřicí. Litofaciální charakteristika a sedimentární textury (erozní nerovnosti na bázi vrstev, proudové stopy, normální gradace, Boumovy sekvence) i vertikální asociace facií svědčí o predominující sedimentaci z úlomkotoků (facie třídy A), vysokohustotních turbiditních proudů (facie tříd A, B a C) a „normálních“, t.j. nízkohustotních turbiditních proudů (facie tříd C a D). Sedimenty faciální třídy E se ukládaly částečně z hemipelagické suspenze, částečně z rozředěných distálních turbiditních proudů a mohly být přepracovávány dnovými proudy („konturita“). Sedimenty faciální třídy F jsou rovněž typickými představiteli gravitačních sedimentů vznikajících činností podmořských sesuvů. Na celkem šesti velkých odkryvech bylo pozorováno cyklické střídání facií do podoby čtyř zhruba 100 až 200 m mocných asymetrických cyklů se zjemňováním velikosti zrna a snižováním mocností vrstev směrem do nadloží (fining- and thinning-upward cycles). Při bázi cyklu se objevují hrubozrná klastika faciálních tříd A, B a místy i F

Domašov nad Bystřicí - "železniční lom" Quarry
bench No. 1



Obr. 1 - Grafické kolonky vybraných profilů spodní části moravického souvrství v okolí Domašova nad Bystřicí (profily a, b) a jeho svrchní části u Olšovec (profil c).

Fig. 1 - Graphic logs of selected sections measured in the basal parts of the Moravice Formation near Domašov nad Bystřicí (sections a, b) and in its top parts near Olšovec (section c).

(bazální megacyklus moravického souvrství v železničním lomu u Domašova nad Bystřicí), výše pak droby a prachovce a jílovce tříd C, D a E. Pro nejvyšší partie cyklu je charakteristický náhlý přechod od relativně hrubozrnných klastik do jílovců a prachovců faciální třídy D a E (tzv. „černý“ flyš). Tyto svrchní části asymetrických cyklů jsou poměrně bohaté na ichnofaunu. V ichnospolečenstvech dominuje *Dictyodora liebeana*, která je doprovázena nálezy ichnotaxonů *Chondrites* isp., *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp. a vzácnými výskyty *Cosmorhapha timida*, *Chondrites* cf. *intricatus*, *Falcichnites lophoctenoides*, *Pilichnus* isp., *Protopaleodictyon* isp., *Spinorhapha rubra* a *Zoophycos* isp. Podle klasického „seilacherovského“ schématu spadají zdejší společenstva do zoofykové ichnofacie, místy obohacené o prvky facie nereitové (Zapletal - Pek 1998). Vyjmenované ichnotaxy jsou z největší části stopami reflektujícími složitější strategie získávání potravy z málo úživných, „nehostinných“ substrátů (zejména *Dictyodora*, *Chondrites*, *Phycosiphon*, *Falcichnites*, *Pilichnus*, *Zoophycos*), což hovoří pro ekologický stres a potvrzuje rámcovou shodu parametrů prostředí s těmi, které jsou „klasické“ zoofykové ichnofacii obvykle přisuzovány (např. Frey - Pemberton 1984).

Hrubozrnné facie odpovídající faciálním třídám B, C a D a výrazné asymetrické FU a TU cykly řádu $n \times 100$ m byly při bázi moravického souvrství pozorovány rovněž ve vrtu Olomouc 1 (Maštera 1998).

Lito- a ichnofaciální charakteristika spodní části moravického souvrství poukazuje celkem jednoznačně na sedimentaci v proximální části turbiditního systému (vnitřní až střední vějíř ve smyslu Mutti - Ricci-Lucchi 1972, Walker 1978, Pickering et al. 1989). Základní charakteristikou je zde střídání asymetrických FU a TU cyklu s hrubozrnnými klastiky na bázi (depozita kanálů) s jemnozrnnými, laminovanými přelivovými („overbank“) sedimenty s hojnou ichnofaunou zoofykové (+/- nereitové) ichnofacie. Pro proximální část ve „vějířovém“ modelu hovoří také vysoký podíl psefitické frakce a přítomnost olistolitů.

Střední a vyšší část moravického souvrství byla studována na profilech v Hrabůvce, Olšovci, Boňkově a také v Jakubčovicích, kde se jedná patrně již o bazální polohy souvrství hradecko-kyjovického. Na odkryvech i pod povrchem dominují několik desítek až stovek m mocné polohy tzv. „laminitů“, t.j. monotónní sledy tmavých jílovců s ostře oddělenými laminami a tenkými deskami (cca do 10 cm) masivních, popř. normálně gradovaných prachovců a jemnozrnných až středně zrnitých drob, místy s vyvinutým šikmým nebo čeřinovým zvrstvením a vlnitým („wavy“) povrchem. Tyto sedimenty můžeme řadit k faciálnímu typu D2.2 až D2.3 - organizované jílovce a jílovité prachovce (Pickering et al 1989, str. 58), vznikající typicky depozicí z nízkohustotních turbiditních proudů nebo slabých dnových proudů. Objemově dominantní polohy laminovaných jílovců a prachovců se střídají s drobovými tělesy čočkovitého tvaru o maximální mocnosti několik desítek m až první stovky m. V těchto tělesech byly zastíženy několik dm až několik m mocné, masivní nebo normálně gradované vrstvy drob (obr. 1, profil c), při bázi až jemnozrnných valounových pískovců („gravelity“ ve smyslu Zapletal

1989) faciální třídy B, a několik dm mocné vrstvy normálně gradovaných středně zrnitých až hrubozrnných drob faciální třídy C s téměř dokonale vyvinutými Boumovými sekvencemi $T_{a,b,c,d}$ a s hojností textur typických pro turbidity (gradační, čeřinové a konvolutní zvrstvení, proudové stopy, vlečné rýhy a vtisky). Drobová tělesa jsou tedy tvořena sedimenty vysokohustotních (třída B) i nízkohustotních (třída C) turbiditních proudů. Častý je výskyt trakčních koberců při bázi hrubozrnných vrstev (Lowe 1982) a ostrých zrnitostních přechodů v důsledku „hydraulických skoků“ během depozice z turbiditního proudu. Hojně jsou také amalgamace jednotlivých drobových vrstev. V ichnospolečenstvech vázaných na periferie drobových čoček se objevují ichnorody *Diplocraterion* isp. a *Rhizocorralium* isp., v rámci „klasických“ ichnofaciálních schémat příznačné pro relativně mělkovodní kruzianovou ichnofacii, společně s taxony jako jsou *Dictyodora liebeana*, *Cosmorhapha* isp. a *Paleodictyon* isp., které náleží relativně hlubokovodní ichnofacii nereitové. Funkčně se v prvním případě (*Diplocraterion*, *Rhizocorralium*) jedná o stopy filtrátoru suspenze, ve druhém případě (*Dictyodora*, *Cosmorhapha*, *Paleodictyon*) o reprezentanty složitějších potravních strategií zaměřených na organický obsah v povrchové nebo hlubší podpovrchové tenké vrstvě sedimentu. Zdánlivý antagonismus ve společném výskytu kruzianové a nereitové ichnofacie je zapříčiněn zjednodušenou, výhradně batymetricky zaměřenou interpretací ichnofaciálních modelů, která byla podrobena kritice zejména na počátku 90. let 20. století (např. Bromley - Asgaard 1991). Z dosavadních nálezů ichnofosilií a jejich vzájemných vztahů zatím nelze určit, zda distribuce fosilních stop a jejich původců byla řízena např. periodickou oxygenací dna a přísunem živin s přívalem klastického materiálu během turbiditního proudu (Zapletal - Pek 1998), změnami v energii prostředí, které jsou pro turbiditní systémy typické (Llompart - Wieczorek 1989), nebo zda byly parametry prostředí takové, že umožňovaly současné strategie zaměřené na „filtrátorství“, tak na projíždání sedimentu.

Cyklicita nebyla prozatím v sedimentech vyšší části moravického souvrství pozorována. Značný význam však bezesporu mají všudypřítomné plynulé faciální přechody mezi polohami „laminitů“ a čočkovitými drobovými tělesy, jejichž vznik můžeme vysvětlit v důsledku „zapínání“ a „vypínání“ individuálních přívodných kanálů pro sediment písčité frakce. Přítomnost těchto přívodných kanálů se nám prozatím nepodařilo zjistit. Drobová tělesa můžeme interpretovat jako depoziční laloky na pozadí jemnozrnné sedimentace v prostředí, které z faciálního hlediska nejlépe odpovídá vnějšímu vějíři v klasickém modelu podmořského vějíře (Mutti - Ricci-Lucchi, opus cit.).

Závěr

Ve faciálním obraze se moravické souvrství projevuje jako rozsáhlý a faciálně poměrně stabilní turbiditní systém, ve kterém dominuje ukládání distálních jemnozrnných turbiditů, (?) přepracovávaných dnovými proudy. Na pozadí této distální sedimentace se ukládají čočkovitá tělesa písčité frakce, které, chceme-li použít tradiční modely

podmořských vějířů, můžeme označit jako depoziční laloky vnějšího vějíře. Odlišný charakter má však bazální část moravického souvrství s hojností hrubozrnných proximálních siliciklastik a dokonce i olistolitů, která sedimentovala evidentně v okrajové proximální části turbiditního systému.

Tato bazální část moravického souvrství indikuje přiblížení distribučního zdroje hrubých klastik, které bezesporu odráží výrazný kompresní tektonický puls v rámci moravskoslezské kulmské pánve v předpolí („foreland basin“) ve smyslu Kumpéry a Martince (1995).

Poděkování:

Tato práce vznikla za podpory Grantové agentury ČR, projekt č. 205/00/0118.

Literatura:

- Bromley, R. G. - Asgaard, U. (1991): Ichnofacies: a mixture of taphofacies and biofacies. - *Lethaia*, 24, 153-163. Oslo
- Frey, R.W. - Pemberton, S.G. (1984): Trace fossils facies models. In: Walker, R.G. (Ed.): *Facies models*. Geoscience Canada, 189-207.
- Kumpera, O. - Martinec, P. (1995): The development of the Carboniferous accretionary wedge in the Moravian-Silesian Paleozoic basin. - *J. Czech geol. Soc.*, 40, 47-64.
- Llompert, C. - Wicczorek, J. (1989): Trace fossils from Culm of Minorca Island. - *Proc. XIII International Congress on the Carboniferous and Permian*. Práce Państw. Inst. Geologicznego, CLVII, 99-103. Kraków
- Lowe, D. R. (1982): Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. - *J. Sed. Petrol.*, 52, 279-297.
- Maštera, L. (1998): Sedimentologicko-litologické zhodnocení vrtu Olomouc - 1. *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 47, 41-49.
- Mutti, E. - Ricci-Lucchi, F. (1972): Le torbiditi dell' Apennino settentrionale: introduzione all' analisi di facies. - *Mem. Soc. Geol. Italy*, 11, 161-199.
- Mutti, E. - Parea, G. C. - Ricci-Lucchi, F. - Sagri, M. - Zanzucchi, G. - Ghibaudo, G. - Iaccarino, S. (1975): Examples of Turbidite Facies and Facies Associations from Selected Formations of the Northern Apennines. - *IX International Congress of Sedimentology, Field Trip Guide - Field Trip A11*, 21-37. Nice
- Pickering, K. T. - Hiscott, R. N. - Hein, F. J. (1989): *Deep marine environments. Clastic sedimentation and tectonics*. Unwin Hyman, London. 416 str.
- Walker, R. G. (1978): Deep water sandstone facies and ancient submarine fans: models for exploration for stratigraphic traps. - *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 62, 932-966.
- Zapletal, J. - Pek, I. (1998): Ichnofacies of the Lower Carboniferous in the Jeseník Culm (Moravo-Silesian Region, Bohemian Massif, Czech Republic). - *Věst. Čes. geol. Úst.*, 74, 3, 343-346.
- Zapletal, J. (1989): Viséská gravelitová sedimentace v kulmu Nížkého Jeseníku. - *Acta Univ. Palack. Fac. Rer. Natur., Geographica-Geologica*, 28, 15-29.