

FACIÁLNÍ ANALÝZA HRANIČNÍHO INTERVALU MEZI MACOŠSKÝM A LÍŠEŇSKÝM SOUVRSTVÍM NA VYBRANÝCH PROFILECH V MORAVSKÉM KRASU

Facies analysis of boundary beds between Macocha and Líšeň Formations in selected sections of the Moravian Karst

Tomáš Příkryl, Ondřej Bábek

Katedra geologie, PřF Univerzity Palackého, Tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc; e-mail: t.prikryl@seznam.cz, babek@prfnw.upol.cz

(24-23 Protivanov, 24-41 Vyškov)

Key words: *Devonian, Moravia, carbonates, standard microfacies, carbonate platform drowning*

Abstract

Devonian carbonates of the Moravian Karst area, Bohemian Massif, are preserved in two principal lithostratigraphic units, Macocha Formation (MF) and Líšeň Formation (LF), which are separated by abrupt facies boundaries. Outcrop-scale facies analysis and quantitative microfacies analysis of selected boundary sections between the MF and LF reveals the former to be represented by shallow-water carbonate platform facies (loferites and peri-reefal deposits), whereas the latter to consist of hemipelagic, upper-slope to base-of-slope facies (periplatform ooze, carbonate debris flows deposits and calciturbidites). The boundary between the two formations is believed by us to represent a carbonate platform-drowning surface. There are significant time-shifts in the platform drowning surfaces (onset of the LF sedimentation) within the interval from the Upper Frasnian (Pa. rhenana Zone) to lowermost Famennian (Pa. crepida Zone). Diachronous nature of the boundary points to alternative (most probably tectonic) controls on the drowning of the carbonate platform than to a simple ecological-stress induced drowning associated with the Frasnian/Famennian boundary.

Prováděný výzkum se zaměřuje na podrobnou terénní dokumentaci vybraných profilů hraničního intervalu mezi relativně mělkovodními sedimenty karbonátové platformy (macošské souvrství, MS) a relativně hlubokovodními karbonátovými faciemi líšeňského souvrství (LS). Výzkum doplňuje publikované práce z těchto lokalit o detailní petrografický popis a mikrofaciální analýzu. Popsané lokality se nacházejí ve severní a jižní části Moravského krasu na následujících lokalitách: opuštěný lom cca 0,5 km sz. od Jedovnice, výchozy při sv. okraji obce Ostrov u Macochy a aktivní, tzv. západní lom Cemo v Mokré u Brna. Biostratigrafické údaje se opírají o práce Krejčí (1991) a Hladila a Kalvody (1993). Analýza mikrofacií a jejich zařazení do standardních mikrofacií podle Wilsona (1975) byly prováděny na základě planimetrických analýz nezakrytých výbrusů s 200 body na výbrus.

V macošském souvrství byly stanoveny následující facie a mikrofaciální typy:

Facie F1, světle šedý masivní kalciarenit až kalcirudit s nezřetelnou vrstevnatostí. Tato facie byla zastižena v celkové mocnosti zhruba 6m na profilu Ostrov u Macochy. Tektonické postižení hornin na této lokalitě (např. Dvořák - Pták 1963) brání podrobnějšímu popisu a interpretaci této facie. Facie F1 se skládá z mikrofacie MF1 - peloidový wackestone až floatstone s peloidy, bentickou platformní biotou (krinoidi, jednodomůrkové foraminifery?, řasy?), útesovou faunu (amfipory, nespecifikovaní koráli), ooidy a intraklasty. Pelagická biota chybí. Mikrofacie

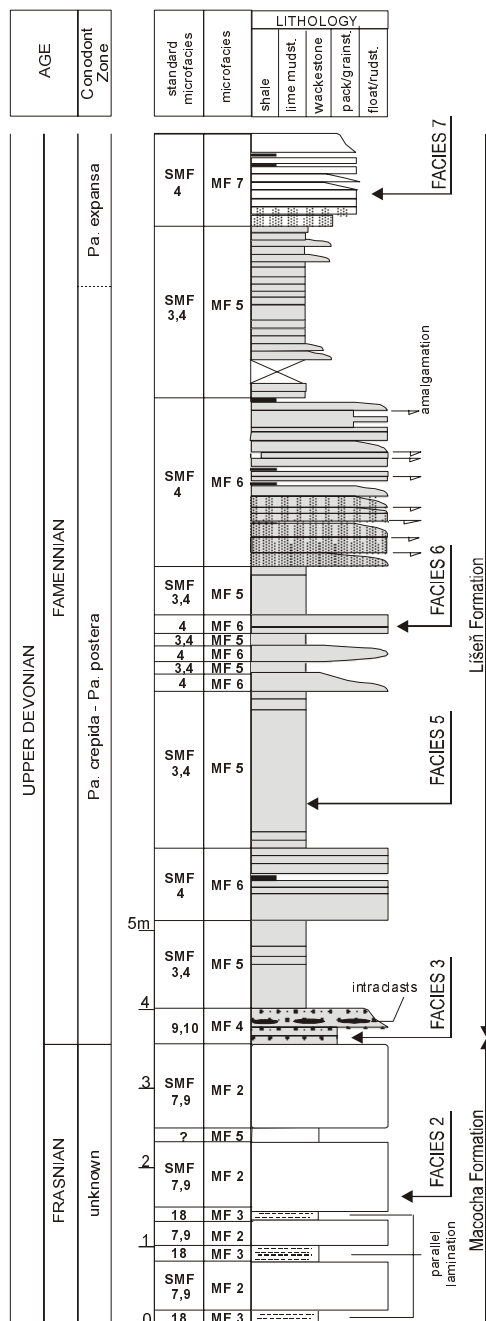
MF1 lze zařadit do SMF5 (Wilson 1975). Geneze Facie F1 je v důsledku špatného odkrytí a tektonického postižení obtížně interpretovatelná. Podle mikrofaciální charakteristiky se nejspíše jedná o blížeji nespecifikovanou sedimentaci na okrajích karbonátové platformy v blízkosti skeletálních nárůstů (útesů). Stáří facie F1 odpovídá svrchnímu frasnú, konodontové zóně *Palmatolepis rhenana*.

Facie F2, světle šedý, masivní kalciarenit až kalcirudit s mocností vrstev 47 až 105 cm. Ve svrchních částech vrstev o mocnosti 5 až 15 cm se objevuje paralelní laminace (algální laminity). Makroskopicky jsou patrné úlomky větvenatých stromatopor. Ojedinele se vyskytují fenestrální textury. Facie F2 zahrnuje mikrofacie MF2 a MF3. Mikrofacie MF2 odpovídá spodním, masivním polohám facie F2, litologicky jedná se floatstone s bentickou biotou (jednodomůrkové foraminifery, úlomky mlžů), peloidy a útesovou faunu (*Amphipora* sp.). Pelagická biota chybí. Mikrofacie MF2 odpovídá SMF5. Mikrofacie MF3 odpovídá algálním laminitům ve svrchní částech vrstev, litologicky se jedná o wackestone s hojnými peloidy (pravděpodobně bakteriální peloidy nebo fekální pelety), bentickou biotou (jednodomůrkové foraminifery), a útesovou faunou (*Amphipora* sp.). Pelagická biota chybí. Mikrofacie MF3 odpovídá SMF SMF18. Pravidelné střídání mikrofacie MF2 a MF3 odpovídá cyklické sedimentaci subtidálních skeletálních wacke/floatstonů a tidálních algálních laminitů, která je typická

pro vnitřní části karbonátových platform (loferity sensu Fischer 1964). Facie F2 byla zastížena ve spodních částech profilů Mokrá I a Mokrá II (obr. 1) a její stáří je nejsvrchnější frasn (Hladil - Kalvoda 1993).

Vlíšeňském souvrství byly stanoveny následující facie a mikrofaciální typy:

Facie F3, šedý deskovitý až lavcovitý kalcilitit až kalciaerenit s mocností vrstev 4 až 23 cm. Místy se objevují



Obr. 1 – Litologický profil a distribuce facií a mikrofacií v hraničním intervalu mezi macoškým a líšeňským souvrstvím na příkladu profilu Mokrá I. Biostratigrafická data podle Hladila a Kalvody (1993) a Krejčí (1991).

Fig. 1 – Lithology log and distribution of facies and microfacies at the boundary interval between Macocha and Líšeň Formations in the section Mokrá I. Biostratigraphy adopted from Hladil and Kalvoda (1993) and Krejčí (1991).

mikritové intraklasty do velikosti 2 cm a ojediněle bioturbace. Facie F3 se skládá z mikrofaciálního typu MF4 - skeletální wackestone až packstone s převahou mělkovodnější bentické bioty (krinoidi, jednodomůrkové a víceomůrkové foraminifery) nad relativně hlubokovodní bentickou a pelagickou biotou (ostrakodi, tenkostěnní mlži, ortokonní nautiloidi, amoniti, radiolárie, kalcisféry). Ojediněle se vyskytují ooidy a onkoidy. Mikrofacie MF4 odpovídá SMF10. Jedná se patrně o událostní sedimentaci na karbonátovém svahu nebo chráněné karbonátové rampě (viz Hladil - Kalvoda 1993). Facie F3 byla zastížena na profilu Mokrá I a Mokrá II (obr. 1) a její stáří odpovídá spodnímu famenu, patrně konodontové zóně Pa. crepida.

Facie F4, světle šedé až načervenalé, masivní brekie s podpůrnou strukturou klastů, s mocností vrstev od 30 do 105 cm. Tato facie obsahuje tmavěji šedé, zaoblené mikritové intraklasty plovoucí v mikritové matrix nebo tmelené kalcitovým cementem. Ojediněle lze nalézt zrnka fosforitů s průměrem do 5 mm. Mikrofaciální charakteristika mikritové matrix i intraklastů je v podstatě identická a zahrnuje mikrofacie MF5 - lime mudstone až wackestone s nehojnou bentickou biotou (krinoidi, gastropodi, brachiopodi) a relativně hojnou hlubokovodní biotou (ostrakodi, radiolárie, tenkostěnní mlži, kalcisféry). Vzácněji se objevují zrnka křemene. Mikrofacie MF5 odpovídá SMF3. Mikrofaciální charakteristika odpovídá klidné sedimentaci svrchního svahu karbonátové platformy. Brekciace a shodné složení matrix a intraklastů poukazuje na gravitační přemístění na velmi krátkou vzdálenost v prostředí svrchního svahu platformy. Facie F4 byla zastížena na profilu Jedovnice a Ostrov u Macochy a její stáří odpovídá spodnímu až svrchnímu famenu, zóně Pa. crepida až Pa. marginifera.

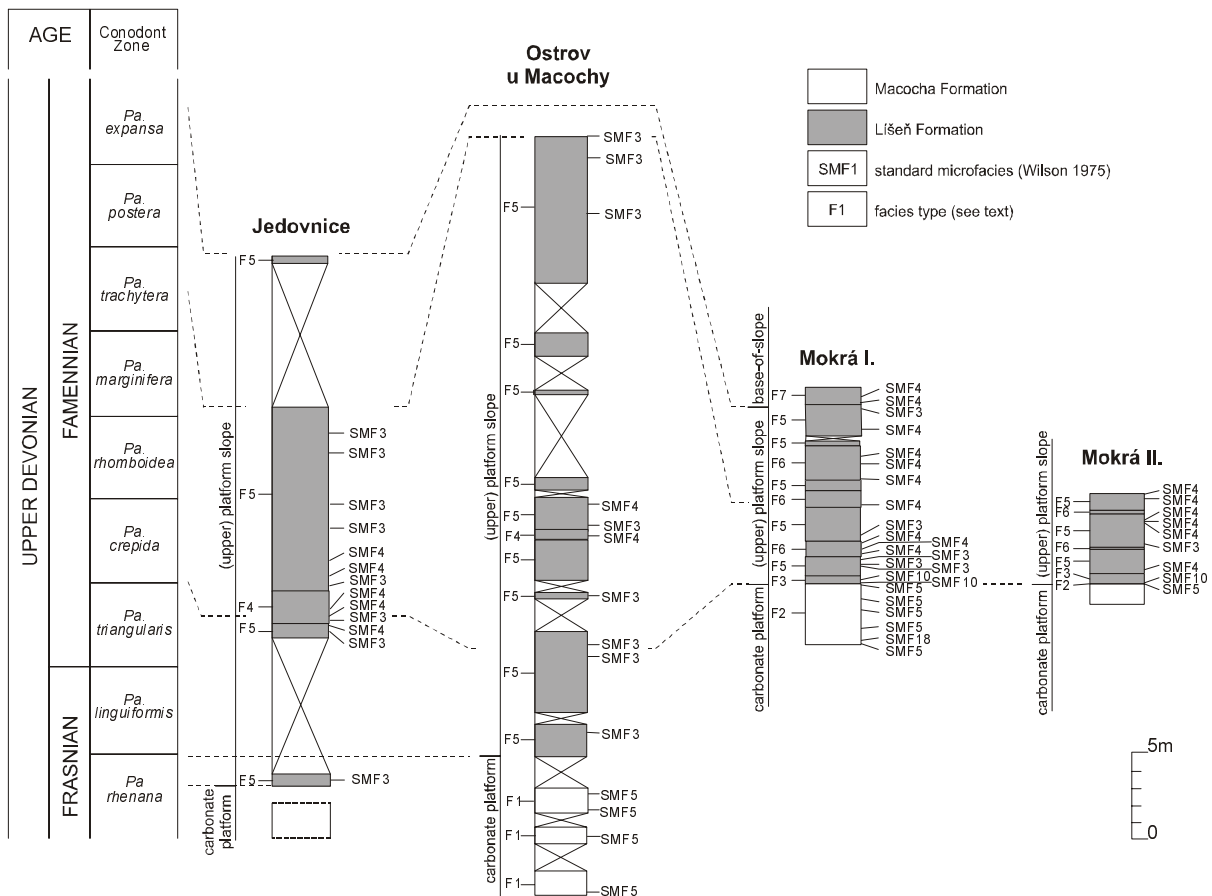
Facie F5, tmavě šedý nebo načervenalý vrstevnatý kalcilitit s mocností vrstev od 4 do 200 cm, s výraznou hlíznatou texturou. Vrstvy se vyznačují neostrými vrstevními hranicemi, často zdůrazněnými pelitickými blankami. Ojediněle se vyskytují bioturbace a zrna fosforitů do 5 mm. Facie 5 je tvořena mikrofacií MF5 (viz. výše) - lime mudstone až wackestone s nehojnou bentickou biotou (krinoidi, tlustostěnní mlži, gastropodi, brachiopodi) a relativně hojnou hlubokovodní bentickou a pelagickou biotou (ortokonní nautiloidi, amoniti, trilobiti, ostrakodi, radiolárie, tenkostěnní mlži, kalcisféry). Mikrofacie MF5 odpovídá SMF3. Jedná se o hemipelagickou sedimentaci na svazích karbonátové platformy (periplatformní kal sensu Boardmann - Neumann 1984). Facie F5 byla zastížena ve všech studovaných profilech v časovém intervalu od nejsvrchnějšího frasn do svrchního famenu, zóny Pa. rhenana až Pa. expansa.

Facie F6, šedý až načervenalý deskovitý kalciaerenit až jemnozrný kalcirud s podpůrnou strukturou klastů nebo mikritické matrix, s mocností vrstev od 3 do

35 cm. Časté jsou pozitivní nebo negativní gradace a ostré avšak neerozivní báze vrstev; některé vrstvy jsou amalgamovány. Facie F6 se skládá z mikrofacie MF6 - špatně vyříděný hrubozrnný wackestone až floatstone s převahou relativně mělkvodní bentické bioty (krinoidi, tlustostěnní mlži, foraminifery, fragmenty stélek řas), nehojným zastoupením hlubokovodnější bentické a pelagické bioty (ortokonní nautiloidi, amoniti, ostrakodi, kalcisféry, radiolárie) a vzácně i útesovou faunou (koráli). Mikrofacie MF6 odpovídá SMF4. Gradace, absence erozních bází a mikrofaciální charakteristika naznačuje, že tyto sedimenty se mohly ukládat ze soudržných karbonátových úlomkotoků (cohesive debris-flows) ve svahovém prostředí. Podobně byly interpretovány analogické sv. triasové až spodnojurské facie z adnetského souvrství Severních vápencových Alp (Böhm et al. 1995). Facie F6 byla zastížena na profilech Mokrá I a Mokrá II (obr. 1) a její stáří odpovídá intervalu od spodního do svrchního famenu, zóny Pa. crepida až Pa. postera.

Facie F7, tmavě šedý vrstevnatý kalcarenit až kalcilit, s mocností vrstev 4 až 24 cm. Jednotlivé vrstvy jsou odděleny ostrými bazálními zrnitostními skoky, jsou paralelně laminované a mohou být normálně gradované. Facie F7 se skládá z mikrofacie MF7 - velmi dobře vyříděný jemnozrnný wackestone až packstone s bentickou biotou (krinoidi, mlži, foraminifery, řasy) a hojnými peloidy. Pelagická biota chybí. Mikrofacie MF7 odpovídá SMF4. Sedimentární textury a mikrofaciální charakteristika naznačují, že se jedná o distální karbonátové turbidity (Eberli 1991), přinášející mělkvodní materiál z okraje platformy do prostředí báze svahu. Facie F7 byla zastížena ve svrchní části profilu Mokrá I (obr. 1) a její stáří odpovídá nejsvrchnějšímu famenu v rozsahu konodontových zón Pa. expansa až Si. praesulcata.

Na všech studovaných profilech byl na hranici mezi MS a LS zastížena náhlý skok od podložních mělkvodních facií do nadložních, relativně hlubokvodních facií. MS sedimentovalo ve svrchním frasnú na typické karbonátové



Obr. 2 – Diachronní charakter intervalu potopení karbonátové platformy mezi macoškým a líšeňským souvrstvím na profilech v Moravském krasu. Povrch potopení (nástup sedimentace líšeňského souvrství) se v čase posouvá od zóny Pa. rhenana (Jedovnice), přes hraniční interval Pa. rhenana - Pa. linguiformis (Ostrov u Macochy) až do zóny Pa. crepida (Mokrá I a II). Biostratigrafická data podle Krejčí (1991).

Fig. 2 – Diachronous nature of platform-drowning intervals at the boundary between the Macocha and Líšeň Formations in measured sections of the Moravian Karst. Note shifting of the the platform-drowning surface (onset of sedimentation of the Líšeň Formation) from Pa. rhenana Zone (Jedovnice section) through Pa. rhenana-Pa. linguiformis boundary interval (Ostrov u Macochy section) to Pa. crepida Zone (Mokrá I a II sections). Biostratigraphy adopted from Krejčí (1991).

platformě nebo na jejích okrajích (loferity facie F2, sedimentace v okolí útesů facie F1). LS sedimentovalo v nejsvrchnějším frasnú až svrchním famenu ve výrazně hlubším prostředí pod bází bouřkového vlnění. Texturní charakteristika a mikrofacie indikují prostředí svahu karbonátové platformy, na kterém sedimentuje periplatformní kal (F5) a různé typy událostních sedimentů (F3,F4), kam můžeme zařadit i úlomkotoky facie F6. V nejsvrchnějším famenu dochází k dalšímu prohloubení prostředí, které se projevuje nástupem sedimentace distálních turbiditů báze svahu (F7).

Nástup hlubokovodní sedimentace LS je typickým příkladem tzv. „potopení karbonátové platformy“ - jevu, při kterém povrch platformy klesne do subfotických hloubek (zhruba 100 m), kde produkce karbonátového materiálu v podstatě zaniká (Schlager 1981). Za normálních podmínek rychlost agradace „zdravých“ platform stačí vyrovnávat i

ty nejrychlejší eustatické vzrůsty mořské hladiny a sedimentace ve fotické zóně je tak zachována. Selhání v rychlosti agradace tak většinou souvisí s mimořádnými příčinami, jako jsou např. rychlá tektonická subsidence (Eberli 1987, James - Mountjoy 1983) nebo ekologický stres spojený s globálními biotickými krizemi (Graziano 1999).

Interval potopení platformy a nástup hlubokovodních sedimentů LS je na měřených profilech výrazně diachronní a postupuje od zóny Pa. rhenana na profilu Jedovnice až do zóny Pa. crepida na profilech v Mokré (obr. 2). Příčiny zániku karbonátové platformy MS tak patrně nesouvisí jen s ekologickým stresem v důsledku tzv. kellwasserského eventu na hranici F/F, ale může odrážet i urychlenou tvorbu akomodačního prostoru, nejpravděpodobněji v důsledku tektonické kontroly.

Literatura:

- Boardman, M.R. – Neumann, A.C. (1984): Sources of periplatform carbonates: Northwest Providence Channel, Bahamas. – *J. Sedim. Petrol.*, 54, 1110-1123.
- Böhm, F. – Dommergues, J. L. – Meister, C. (1995): Breccias of the Adnet Formation: indicators of a Mid-Liassic tectonic event in the Northern Calcareous Alps (Salzburg, Austria). – *Geol. Rundschau*, 84, 272-286.
- Dvořák, J. – Pták, J. (1963): Geologický vývoj a tektonika devonu a spodního karbonu Moravského krasu. – Sborník geologických věd, řada G, sv. 3, 49 - 84.
- Eberli, G.P. (1987): Carbonate turbidite sequences deposited in rift-basins of the Jurassic Tethys Ocean (eastern Alps, Switzerland). – *Sedimentology*, 34, 363-388.
- Eberli, G.P. (1991): Calcareous turbidites and their relationship to sea-level fluctuation and tectonism. – In: Einsele, G. - Ricken, W. - Seilacher, A. (eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. - 340-359.
- Fischer, A.G. (1964): The Lofer cyclothems of the Alpine Triassic. In: Merriman, D.F. (ed.), *Symposium on Cyclic Sedimentation*. Bull. geol. Surv. Kansas, 169, 107-149.
- Graziano, R. (1999): The Early Cretaceous drowning unconformities of the Apulia carbonate platform (Gargano Promontory, southern Italy): local fingerprints of global palaeoceanographic events. – *Terra Nova*, 11, 245-250.
- Hladil, J. – Kalvoda, J. (1993): Devonian boundary intervals of Bohemia and Moravia. – In: Narkiewicz, M. (ed.), *Global boundary events, An Interdisciplinary Conference, Excursion guidebook*. Kielce-Poland September 27-29, Warszawa, 29-50.
- James, N.P. – Mountjoy, E.W. (1983): Shelf-slope breaks in fossil carbonate platforms: an overview. – In: Stanley, D.J. - Moore, G.T. (eds.), *The Shelf-break: Critical interface on continental margins*. Soc. Econ. Paleont. Miner. Spec. Publ. 33, 189-206.
- Krejčí, Z. (1991): Konodontová společenstva svrchního devonu na Moravě. (MS) kandidátská disertační práce, ČGÚ, 94 s., Brno.
- Schlager, W. (1981): The paradox of drowned reefs and carbonate platforms. – *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 92, 197-211.
- Wilson, J.L. (1975): *Carbonate Facies in Geologic History*. Springer-Verlag, Berlin, 471 pp.