GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE ZÁŘEZU ŽELEZNIČNÍHO KORIDORU ZÁPADNĚ BĚLOTÍNA (MORAVSKÁ BRÁNA)

Geological documentation of the railway cut west of Bělotín (Moravian gate)

Josef Havíř[1], Jiří Otava[1], Pavla Petrová[1], Lilian Švábenická[2]

[1] Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail: havir@cgu.cz, petrova@cgu.cz, otava@cgu.cz

[2] Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha; e-mail: svab@cgu.cz

(25-123 Hranice)

Key words: Carpathian fordeep, Quaternary, Lower Badenian, tectonics, provenance

Abstract

Several kilometers long section was excavated in sandy-clayey rhythmites of Lower Badenian age and in Quaternary gravel, sand and loess. The eastern part of Miocene sediments is folded by asymetric folds of Xm order and generally of northern vergency. Some exceptional folds with eastern vergency are explained by downslides on the paleoslope. The western part of the section is unfolded and with small normal slip faults. The Lower Badenian age of sediments was determined by analysis of foraminifers and calcareous nannofossils. Miocene rhythmites are eroded at the top and overlain by gravels deposited most probably in braided rivers. The pebbles are of local provenance (Lower Carboniferous greywacke and Paleogene sandstones, quartz).

Úvod

Zářez železničního koridoru je situován západně obce Bělotín v geograficky zajímavém úseku. Východní část zářezu náleží úmoří Baltu, povodí Odry, střední část protíná hlavní evropskou rozvodnici a západní část je součástí úmoří Černého moře, povodí Dunaje. Z pohledu geomorfologie je železniční zářez veden Moravskou bránou, na východě její částí zvanou Oderská brána, na západě bránou Bečevskou. Ve starších geologických mapách je východní část zářezu vyznačena v téglech spodního badenu (moravu) karpatské miocénní předhlubně, západní část ve sprašových hlínách. Na tomto pohledu není potřeba zásadních změn. Dokumentace obou stran 2 km dlouhého a až 10 metrů hlubokého zářezu však přinesla nečekaně zajímavé výsledky z pohledu strukturní geologie, byla upřesněna litologická a faciální charakteristika a na základě foraminifer a vápnitých nanofosilií bylo upřesněno stáří sedimentů. Výsledky strukturního studia jsou popsány pouze rámcově a budou publikovány samostatně v širším příspěvku.

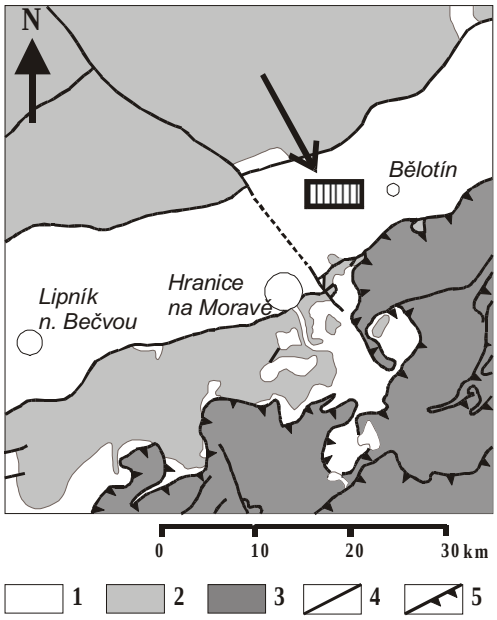
Spodní baden

Litologická charakteristika

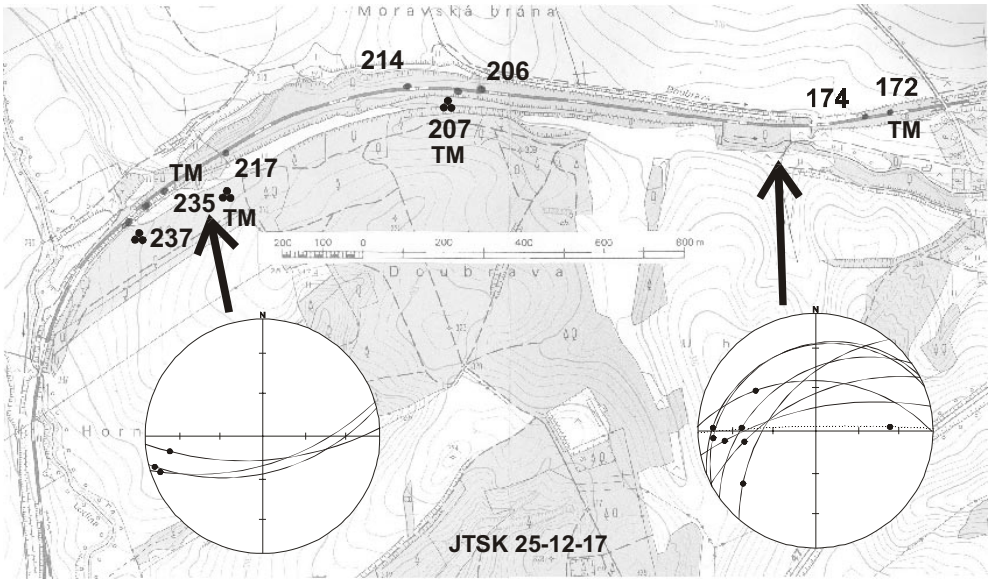
Sedimenty spodního badenu v zářezu jsou v naprosté většině defilé tvořeny rytmickým střídáním desek zelenošedých, místy slabě vápnitých jílů až jílovců a rezavě hnědých až okrových prachovitých písků až pískovců. Nejběžnější mocnosti dvoučlenných rytmů jsou od 3 do 10 cm. Poměrně vzácné jsou až decimetrové desky hrubozrnných písků až pískovců. Kompaktní desku poblíž sloupu č. 207 (viz schéma) můžeme litologicky popsat jako zelenošedý středně zrnitý slídnatý pískovec s běžnými glaukonity a ojedinělými schránkami foraminifer.

Studium průsvitné těžké frakce, úvahy o provenienci

Průsvitná těžká frakce je silně granátická s výrazným zastoupením staurolitů. Další zastoupené minerály jsou v sestupném pořadí turmalín, zirkon, apatit, zbývající minerály jsou zastoupeny akcesoricky, jejich obsahy většinou nepřekračují 1%. Víceméně analogická asociace (viz diagramy) byly zjištěny rovněž u zbývajících písků a pískovců spodního badenu: obsahy granátů se pohybují kolem tříčtvrtinové většiny, desetiprocentní zastoupení většinou překračuje staurolit, někdy se mu blíží turmalín,



Obr. 1 – Pozice studovaného zářezu: 1 – karpatská předhlubeň, 2 – paleozoikum, 3 – karpatské příkrovy, 4 – hlavní zlomy, 5 – čela příkrovů.
Fig.1 – Position of the studied cut: 1 – Carpathian foredeep, 2 – Palaeozoic, 3 – Carpathian nappes, 4 – Main faults, 5 – Fronts of nappes.



Obr. 2 – Lokalizace měření a odběrů vzorků – čísla sloupů elektrické trakce a diagramy os a osních rovin tektonických vrás (Lambertova projekce, spodní polokoule). Levý diagram (měření v západní části zářezu) – severovergentní asymetrické vrásy metrových rozměrů; pravý diagram (měření ve východní části zářezu) – řádově desetimetrová vrása (tečkovaný oblouk) a rotované (převrásněné) řádově metrové vrásy (plné oblouky). Blíže viz text.
Fig. 2 – Localisation of samples – numbers of columns of the electric traction and diagrams of the axes and axial planes of tectonic folds (Lambert projection, lower hemisphere). Left diagram (measurements in western part of the cut) – N-vergent asymetric folds order of meters; right diagram (measurements in eastern part of the cut) – X0 meter order fold (dotted arc) and rotated (refolded) X meter order folds (full arcs). See text for more details.

nižší, avšak stabilní obsahy kolem pěti procent má zirkon a apatit, ostatní minerály jsou zastoupeny nepravidelně, anebo akcesoricky – rutil, kyanit, sillimanit, andalusit, amfibol, pyroxen, titanit, alterit, epidot, chromit, brookit, monazit. Popsané asociace jsou naprosto běžné a typické pro spodnobadenské sedimenty širšího okolí (Otava et al. 2001). Složení průsvitné těžké frakce napovídá, že detritický materiál sedimentů pochází především z pískovců karpatského a variského (spodnokarbonského) flyše.

Biostratigrafie, sedimentační prostředí

Foraminifery

Vzorky obsahovaly druhově diverzifikovaná a početně bohatá společenstva spodního badenu s redepozicemi ze starších sedimentů karpatu a z flyšového pásma Západních Karpat. Z paleoekologického hlediska dokládají sedimentaci v mělkém šelfovém prostředí spíše na okraji pánve, druhové spektrum mělkovodních taxonů se však v jednotlivých společenstvech odlišuje.

Sloup č. 207

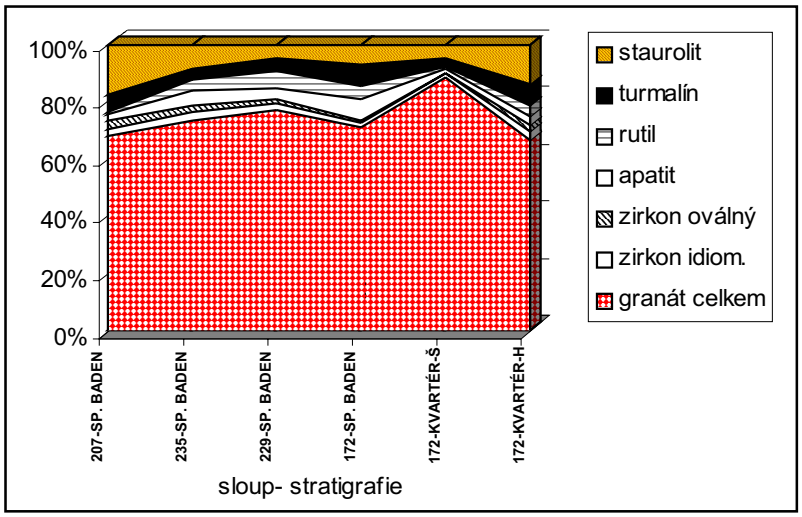
Spolu s dírkovci se vyskytují úlomky kostí teleosteí, jehlic hub, ostnů ježovek, schránek měkkýšů, zoárií mechovek a vzácně radiolárie. Mezi foraminiferami dominuje *Ammonia beccarii* (L.) společně s *Hanzawaia boueana* (d'Orb.), *Elphidium crispum* (L.), *E. fichtelianum* (d'Orb.), *Asterigerinata planorbis* (d'Orb.), *Bolivina dilatata* (Rss.), z planktonních forem se objevují globigeriny a globorotálie. Poměr plankton/bentos dosahuje asi 50 %. Společenstvo představuje mělkovodní šelfové prostředí (ze tří studovaných je toto nejmělčí).

Sloup č. 235

Společenstvo je charakterizováno jako mělkovodní, mezi dírkovci lze uvést zejména jedince *Heterolepa dutemplei* (d'Orb.), *Elphidium crispum* (L.), *Nonion communis* (d'Orb.), *Asterigerinata planorbis* (d'Orb.), *Hansenisca soldanii* (d'Orb.), *Valvulineria complanata* (d'Orb.), *Pullenia bulloides* (d'Orb.), vyskytují se také aglutinovaní jedinci indikující možnost chladnějších vod – *Textularia gramen* d'Orb., *Spirorutilus carinatus* (d'Orb.), *Sigmoilinita tenuis* (Czjzk.). Spolu s běžnými globigerinami a globorotáliemi byl také pozorován pro hranici karpat/baden stratigraficky významný *Globigerinoides bisphericus* Todd, dále *Turborotalia quinqueloba* (Nat.), *Paragloborotalia* ?*inaequiconica* (Sub.) a další. Poměr p/b dosahuje 50 %. Dírkovci se vyskytují spolu s úlomky ostnů ježovek, jehlic hub, zubů kostnatých ryb a mechovek.

Sloup č. 237

Oproti ostatním společenstvům je toto početně ochuzené, schránky jsou často oválené a poškozené, nejvýrazněji lze tento jev pozorovat u žebrovaných uvigerin, což může dokládat následný transport schránek. Ve shodě s ostatními společenstvy i v tomto dosahuje p/b asi 50 %. Spektrum dírkovců je podobné jako u sloupu č. 235, vyskytují se *Elphidium crispum* (L.), *Asterigerinata planorbis* (d'Orb.), *Hansenisca soldanii* (d'Orb.), *Valvulineria complanata* (d'Orb.), *Sigmoilinita tenuis* (Czjzk.), *Amphimorphina mucronata* (Karr.), *Bulimina buchiana* d'Orb., *B. elongata* d'Orb., *B. schischinskayae* (Sam.), *Uvigerina semiornata* d'Orb., *U. acuminata* (Hos.), *U. uniseriata* Jedl., z planktonních dírkovců *Globige-*



Obr. 3 – Srovnání asociací průsvitných těžkých minerálů sedimentů badenu a kvartéru v železničním zářezu Bělotín v Moravské bráně.
Fig. 3 – Comparison of translucent heavy mineral assemblages of Quaternary sediments in the rail road cut Bělotín, Moravian gate.

rinoides bisphericus Todd, *Gl. trilobus* (Rss.), *Globigerina* div. sp., *Globorotalia* div. sp. Foraminifery jsou doprovázeny úlomky teleosteí, ostnů ježovek, jehlic křemitých hub (včetně sfér typických pro karpat) a vzácnými radiolériemi.

Vápnitý nanoplankton

Sedimenty obsahují většinou početně bohaté a dobře zachované vápnité nanofosilie. Ve společenstvech kvantitativně převažují redeponované druhy ze starších sedimentů svrchní křídy a paleogénu.

Miocenní složka, tj. nanofosilie, které jsou v literatuře uváděny jako součást miocenních společenstev, tvoří ca 20–40 % oryktocenózy (viz tab. 1).

Autochtonní společenstvo reprezentují stratigraficky důležité druhy *Sphenolithus heteromorphus*, *Helicosphaera carterii*, vzácně *H. walbersdorfensis* a *H. vedderi*, *Discoaster* ex gr. *exilis-variabilis*, vzácně se objevuje *Discoaster* (5 ramen), dále *Calcidiscus leptoporus*, *Rhabdosphaera* cf. *poculii*. *Umbilicosphaera rotula, Coronocyclus nitescens* (včetně jeho oválné formy), *Pontosphaera multipora* a doplňuje jej bohatý plexus drobných reticulofenester.

Druhová skladba vápnitých nanofosilií ve vzorcích Bělotín 207 a 235 je obdobná té, která byla popsaná z badenských sedimentů na listu Olomouc (Čtyroká a Švábenická 2000). Společenstva nanofosilií stratigraficky odpovídají horizontu Sphenolithus heteromorphus který je korelován se spodním badenem a který byl ukládán v nadloží horizontu s *Helicosphaera waltrans* (Švábenická 2002). Sporadický výskyt druhů *Helicosphaera ampliaperta* a *H. mediterranea* je zde interpretován jako redepozice z podložních sedimentů spodního miocénu – karpatu.

Problematičtější je stratigrafické zhodnocení vzorků Bělotín 237a,b. Především ve vzorku 237b byla zaznamenána hojnější přítomnost druhů *Helicosphaera ampliaperta* a *H. mediterranea*, jejichž poslední výskyt definuje horní hranici zóny NN4 (Martini 1971), a naopak sporadický výskyt *Sphenolithus heteromorphus*. Ve společenstvu navíc nebyly zjištěny nanofosilie, které se ve spodnobadenských sedimentech karpatské předhlubně na území Moravy jinak vyskytují (tj. absence druhů *Reticulofenestra pseudoumbilicus* >7 μm, pětiramenní symetričtí diskoasteridi, *Rhabdosphaera* cf. *poculii*, *Helicosphaera walbersdorfensis*, hojný plexus drobných reticulofenester atp.). Z výše uvedených důvodů lze proto tyto sedimenty korelovat s rozsahem zón NN4-?NN5, karpat-spodní baden.

Charakter společenstev vápnitých nanofosilií, zejména vyšší počet helikolitů (rody *Pontosphaera* a *Helicosphaera*) a naopak vzácnější výskyt diskoasteridů indikují mělčí moře o normální salinitě.

Kvartér

V zářezu západně Bělotína spočívají štěrky kvartérního, zatím blíže neurčeného stáří na nerovném, morfologicky velmi členitém povrchu zvrásněných spodnobadenských rytmitů. Mocnosti štěrků dosahují více metrů, místy snad přesáhly i deset metrů. Ze tvarů štěrkových a písčitých těles viditelných v létě 2003 v severní straně zářezu mezi sloupy 214 a 206 (videozáznam) vyplynula (konzultace S. Nehyba) jako nejpravděpodobnější interpretace prostředí, v němž se sedimenty ukládaly, divočící řeky (braided river). Uvážíme-li, že se nacházíme v místech hlavního evropského rozvodí, kde ani v minulosti toky neoplývaly velkou vodnatostí, není pravděpodobné, že by obrovské štěrkové akumulace vytvořily předchůdci dnešních drobných potůčků Doubravy (povodí Odry) a Ludiny (povodí Bečvy). Toky s největší vodnatostí v dané oblasti můžeme předpokládat v době tání pevninského ledovce, kdy mohlo docházet k mísení a krátkému transportu karpatského a nízkojesenického materiálu. Tomu odpovídá složení valounové asociace štěrků, které vyplynulo z orientační analýzy: Nejhojněji jsou zastoupeny subangulární valouny drob a prachovců spodního karbonu Oderských vrchů, dále glaukonitické pískovce, žlutohnědé jílovce a prachovce patrně karpatské provenience, různě opracované křemeny a vzácně dokonale opracované valouny kvarcitických rul (pravděpodobně ze spodnokarbonských slepenců). Nordický materiál nebyl zastižen.

Zajímavě vychází srovnání asociací průsvitných těžkých minerálů z několika vzorků písčité matrix

Bělotín	Miocene			
regional stage of Central Paratethys	Lower Badenian		Karpatian-Badenian	
standard nannoplankton zone (Martini 1971)	NN5		NN4-?NN5	
sample No.	207	235	237a	237b
nannofossil abundance	H	H	L	H
estimated % of Miocene species in oryctocoenosis	30%	40%	5%	20%
nannofossil preservation	W	W	P	M
Braarudosphaera bigelowii (Gran & Braarud) Deflandre	VR			
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan	R			R
Calcidiscus premacintyrei Theodoridis	VR			
Coccolithus miopelagicus Bukry	R	F	F	
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller	C	C		
Coronocyclus nitescens (Kamptner) Bramlette & Wilcoxon	F		R	R
Coronocyclus nitescens (elliptical variety)			VR	
Cyclicargolithus sp.	F	F	F	F
Dictyococcites bisectus (Hay et al.) Bukry & Percival	F	F	F	
Discoaster adamanteus Bramlette & Wilcoxon				R
Discoaster deflandrei Bramlette & Riedel		R		R
Discoaster exilis Martini & Bramlette	R	R		
Discoaster variabilis Martini & Bramlette	R		VR	R
Discoaster ex gr. *exilis-variabilis*	F	F		R
Discoaster sp. (5 rayed symmetrical form)	VR	R		
Helicosphaera ampliaperta Bramlette & Wilcoxon	r	r	?R	?F
Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptner	F	C	R	F
Helicosphaera mediterranea Müller	r	r		?R
Helicosphaera euphratis Haq	r	r	r	r
Helicosphaera recta (Haq) Jafar & Martini			r	r
Helicosphaera scissura Müller	VR			R
Helicosphaera vedderi Bukry	R	R		R
Helicosphaera walbersdorfensis Müller	R			
Pontosphaera discopora Schiller			R	
Pontosphaera multipora (Kamptner) Roth	F	F	F	F
Reticulofenestra haqii Backman	C	C	F	C
Reticulofenestra minuta Roth	C	C	F	C
Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner) Gartner	C	C	F	F
Reticulofenestra pseudoumbilicus (>7 um)		F		
Rhabdosphaera cf. *poculii* (Bona & Kernene) Müller	R	F		
Rhabdosphaera sp. (fragments)	F	F		
Scyphosphaera cf. *cylindrica* Kamptner		R		
Sphenolithus heteromorphus Deflandre	F	R		R
Sphenolithus moriformis (Brönnimann & Stradner) Bramlette & Wilcoxon	R	R		F
Syracosphaera sp.	R	R		R
Umbilicosphaera rotula (Kamptner) Varol	F	C		R

Tab. 1 – Distribuční tabulka vápnitých nanofosilií na lokalitě Bělotín. Kvantita nanofosilií v sedimentu: H = high (10–20 jedinců/1 zorné pole mikroskopu), L = low (<10 jedinců/1 zorné pole mikroskopu). Zachování nanofosilií: W = well (nanofosilie dobře zachované), M = medium well (nanofosilie středně dobře zachované, distální paprsky diskoasteridů většinou ulámané), P = poor (nanofosilie špatně zachované, většinou ve fragmentech a na plakolitech patrné rozpouštění). Výskyt jednotlivých druhů nanofosilií: C = common (>1 jedinec/1 zorné pole mikroskopu), F = few (9–1 jedinec/10 zorných polí mikroskopu), R = rare (9–1 jedinec/20 zorných polí mikroskopu), VR = very rare (pouze ojedinělý výskyt taxonu), r = reworked (nanofosilie přeplaveny ze starších oligomiocenních sedimentů), ? = quationable (druh může být součástí autochtonního společenstva).

Tab. 1 – Distribution of calcareous nannofossils at the locality of Bělotín. Estimates of the abundance of nannofossils in samples: H = high (10–20 specimens/1 field of view of the microscope), L = low (<10specimens/1 field of view of the microscope). Preservation of calcareous nannofossils: W = well (specimens well preserved), M = medium well (specimens medium well preserved, distal rays of discoasterids are mostly mechanically damaged), P = poor (nannofossils poorly preserved, specimens mostly in fragments, etching is evident especially on placoliths). Abundance of nannofossil species: C = common (>1 specimen/1 field of view of the microscope), F = few (9–1 specimens/10 fields of view of the microscope), R = rare (9–1 specimens/20 fields of view of the microscope), VR = very rare (scarce presence), r = reworked (nannofossils reworked from the older Oligomiocene strata), ? = questionable (species could be a component of the autochthonous assemblage).

kvartérních štěrků s bádenskými psamity. Obsahy hlavních a vedlejších minerálů a dokonce i jejich vzájemné poměry jsou s některými vzorky badenu téměř analogické (např. s výše zmiňovaným vzorkem od sloupu 207). Ani u minerálů vyskytujících se v těžké frakci akcesoricky nejsou významné rozdíly. Stručně shrnuto můžeme konstatovat, že kvartérní a badenské písky od sebe nejsou asociacemi těžkých minerálů rozpoznatelné, z čehož lze vyvodit, že kvartérní písky zřejmě v oblasti Moravské brány vznikaly především přeplavením badenských psamitů.

Na bázi štěrků při kontaktu se spodnobadenskými rytmity byly pozorovány četné pramínky vod bohatých na Fe oxidy a hydroxidy.

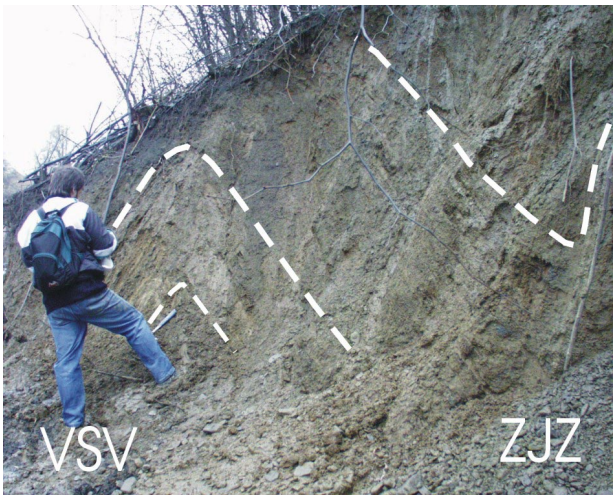
Strukturní poměry

Od linie vymezující na povrchu současné čelo vnějších západokarpatských příkrovů nasunutých částečně také přes sedimenty spodního badenu (Jurková 1976; Stráník et al. 1993) je zářez vzdálen méně než jeden kilometr (obr. 1).

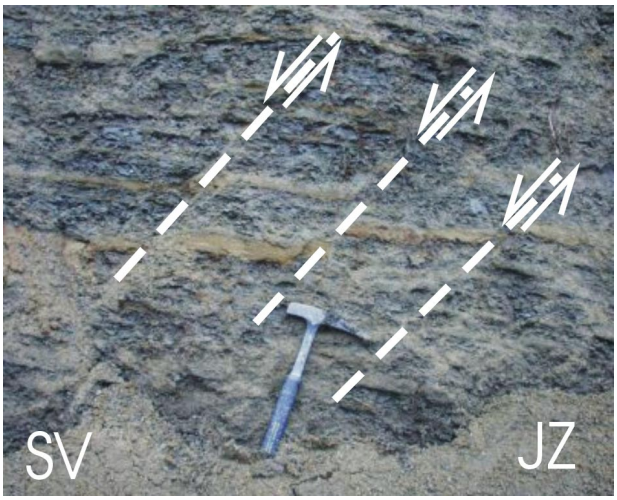
Badenské sedimenty v zářezu byly postiženy deformací, která se projevila jejich zvrásněním. V několika případech byly pozorovány „netektonické" vrásové ohyby (s osami ve směru S–J až SV–JZ), které lze interpretovat jako ohýbání vrstev vlivem sesouvání málo zpevněného sedimentu na paleosvahu nebo případně jako hákování vrstev při sesouvání na současných svazích. Kromě těchto struktur byly zjištěny asymetrické špičaté vrásy s osami převážně ve směru V-Z a s osními rovinami orientovanými ve směru ZJZ–VSV až V–Z (obr. 2). V případě těchto vrás předpokládáme jejich tektonický původ.

Velikost výsledné deformace projevující se vznikem v-z. vrás je v zářezu železniční trati u Bělotína velmi nerovnoměrná a prudce klesá od Z či ZJZ k V či VSV. V nejzápadnější části zářezu jsou sedimenty nezvrásněné a ploše uložené. Dále k východu je neogenní sediment zvrásněn špičatými vrásami řádově metrových rozměrů (obr. 4), jejichž osní rovina se uklání strmě k JJV. Osy vrás se jen mírně uklání k ZJZ. Vypočítané hodnoty meziramenních úhlů se pohybovaly v rozmezí 60° až 86°. To znamená, že v daném místě byl prostor ve směru SSZ–JJV až S-J zkrácen na přibližně 30 až 50% své původní délky.

Ve východní části zářezu (nejblíže k Bělotínu) pak byla zjištěna komplikovaná vrásová stavba, kdy asymetrické špičaté vrásy metrových rozměrů byly znovu převrásněny vrásami řádově desetimetrových rozměrů. Deformace byla v těchto místech pravděpodobně příliš velká, než aby mohla být kompenzována pouze metrovými vrásami, a další zkrácení prostoru pak nutně vedlo ke vzniku nových vrás řádově větších rozměrů. Detailněji bylo možné proměřit pouze jeden ohyb (antiklinálu) řádově desetimetrové vrásy. V proměřeném místě byla osní rovina téměř vertikální a byla orientována ve směru V–Z. Osa vrásy upadala pod středním úhlem k východu. Vypočtená velikost meziramenního úhlu dosahovala hodnoty 31°. Otázka je, nakolik je možné uvedené údaje vztahovat také na další vrásové ohyby systému řádově desetimetrových vrás. Distribuce pólů vrstevnatostí ukazuje, že osní rovina je i v jiných místech strmá, že osa vrásy má mírné až střední úklony a že jak osní rovina tak osa vrásy jsou orientovány přibližně ve směru V–Z. Velikost (a možná i smysl) úklonu vrásové osy a velikost meziramenního úhlu se však mohou v případě jiných vrásových ohybů lišit. Asymetrické metrové vrásy mají osy převážně ukloněné k západu, osní roviny upadají pod středním až strmým úhlem k SZ až S. Tyto vrásy byly ovšem pozorovány ve strmě ukloněných ramenech řádově desetimetrové vrásy. Po rozvinutí řádově desetimetrových vrás lze odhadovat, že osní rovina metrových vrás upadala k J či JZ. Osy vrás byly i před zvrásněním vrásami vyššího řádu nepohybně přibližně východozápadní. Zjištěné hodnoty meziramenních úhlů se v případě metrových vrás pohybují mezi 30° a 86°. Velikost celkového zkrácení prostoru ve východní (nejvíce deformované) části zářezu lze pouze odhadovat. Prostor byl v daném místě zkrácen ve směru SSZ–JJV až S–J ne méně než na zhruba 45% a ne více než na zhruba 10% své původní délky.



Obr. 4 – Morfologie severovergentních vrás v rytmitech spodního badenu.
Fig. 4 – Morphology of the N-vergent folds in rhythmites of Lower Badenian.



Obr. 5 – Drobné poklesové dislokace v západní části zářezu (sloup 237).
Fig. 5 – Small normal slip faults in the western part of the railway cut (column 237).

Shrnutí

Geologická dokumentace asi 2 km dlouhého úseku zářezu železničního koridoru západně Bělotína v Moravské bráně přinesla nové poznatky o tektonice, litologii, biostratigrafii a genezi spodnobadenských a kvartérních sedimentů této části karpatské předhlubně.

V západní části profilu jsou sedimenty nezvrásněné, místy s drobnými poklesovými dislokacemi. Ve střední a východní části profilu jsou spodnobadenské rytmity postiženy kompresní deformací narůstající k východu. Sedimenty jsou převrásněny metrovými a znovu pak řádově desetimetrovými vrásami. Vrásové osy jsou orientovány ve směru VSV-ZJZ až V-Z. Řádově metrové vrásy jsou zřetelně asymetrické. Asymetrie vrás a úklony osních rovin odpovídají sunutí materiálu v relativním nadloží od J až JJV směrem k S až SSZ.

Zvrásnění (kompresní deformace) miocenních sedimentů v zářezu z. Bělotína je odrazem komprese působící před čely západokarpatských příkrovů při jejich dosouvání v tomto regionu. Rozdíly v intenzitě a stylu deformací v západní a východní části defilé patrně souvisí s pozicí na východní hraně kry (elevace) Maleníku. Na tomto rozhraní dochází k esovitému prohnutí čela příkrovů. Západní část je ještě v deformačním stínu elevace kry Maleníku, zatímco východní část zářezu se již nacházela v blízkosti čela k severu vysunutých západokarpatských příkrovů a tedy v prostoru výrazně ovlivněném kompresí spojenou s dosunutím těchto příkrovů. Ve střední části profilu byly zastiženy ojedinělé vrásy s východní vergencí a osami upadajícími k SSV, jejichž genezi lze nejlépe vysvětlit skluzy na paleosvahu.

Z mikropaleontologického studia dírkovců a vápnitých nanofosílií vyplynulo, že spodnobadenské sedimety se usazovaly v mělkém šelfovém prostředí, spíše na okraji pánve. Identifikována byla druhově a početně bohatá společenstva spodního badenu doplněná redepozicemi ze starších sedimentů karpatu a karpatského flyše.

Z petrografického a mineralogického zpracování sedimentů vyvozujeme, že rytmity spodního badenu měly svůj zdroj v sedimentech karpatského a variského (nízkojesenického) flyše.

Vznik písčito-štěrkových akumulací kvartéru odkrytých ve svrchních částech profilu je připisován prostředí divočících řek (braided river) živených pravděpodobně tavnými vodami z ledovců. Nordický materiál nebyl zastižen, zdrojem písků byly z větší části psamity badenu, rovněž valouny jsou víceméně lokálního karpatského a kulmského původu.

Literatura:

Biot, M.A. (1961): Theory of folding of stratified viscoelastic media and its implications in tectonics and orogenesis. – Geol. Soc. Amer. Bull., 72, 1595–1620.

Čtyroká, J. – Švábenická, L. (2000): Biostratigrafické hodnocení badenských sedimentů na listu Olomouc (foraminifery a vápnité nanofosilie). Biostratigraphic evaluation of Badenian deposits on the Olomouc map sheet (Foraminifers and Calcareous Nannofossils). – Zprávy o geologických výzkumech v roce 1999, 17–20. Praha.

Jurková, A. (1976): Stavba karpatské předhlubně a flyšových příkrovů na sv. Moravě. – Čas. Mineral. geol., 21, 4, 349–360.

Martini E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farinacci A. (ed.): Proceedings of the Second Planktoni Conference Roma 1970. - Edizioni Tecnoscienza, pp. 739–785. Roma.

Otava, J. et al. (2001): Vysvětlivky a základní geologická mapa České republiky 1:25 000 list 25-121 Odry. Český geologický ústav Praha

Ramsay, J.G. – Huber, M.I. (1987): The techniques of modern structural geology. Volume 2: Folds and Fractures. – Academic Press Inc. (London) Ltd.

Stráník, Z. – Dvořák, J. – Krejčí, O. – Müller, P. – Přichystal, A. – Suk, M. – Tomek, Č. (1993): The Contact of the North European Epivariscan Platform with the West Carpathians. – J. Czech Geol. Soc., 38, 1–2, 21–29.

Švábenická, L. (2002): Calcareous nannofossils of the Upper Karpatian and Lower Badenian deposits in the Carpathian Foredeep, Moravia (Czech republic). – Geologica Carpathica 53, 3, 197–210. Bratislava.