

# Průvodce k exkurzím z historické geologie



**Tomáš Kumpan**  
**Martin Hanáček**

[Ústav geologických věd,  
Přírodovědecká fakulta,  
Masarykova univerzita,  
Brno 2010]

## **Obsah:**

### **PALEOZOIKUM**

#### **MORAVSKÉHO KRASU ..... 3**

Červený kopec (Brno) ..... 4

Josefov u Adamova..... 6

Lesní lom (Brno)..... 7

### **SPODNÍ KARBON**

#### **DRAHANSKÉ VRCHOVINY**

#### **V KULMSKÉM VÝVOJI ..... 10**

Luleč ..... 10

Opatovice u Vyškova..... 12

#### **PERM BOSKOVICKÉ BRÁZDY ..... 14**

Skalice nad Svitavou Sedimenty  
východního okraje pánve..... 15

Hodiška ..... 16

Bačov u Boskovic..... 16

### **MESOZOICKÝ POKRYV**

#### **ČESKÉHO MASIVU ..... 19**

Olomučany – lom Hrubých ..... 19

Rudka u Kunštátu ..... 20

### **MIOCÉN KARPATSKÉ**

#### **PŘEDHLUBNĚ ..... 23**

Nemojany – pískovna ..... 23

Hřebenatkový útes u Rousínova ..... 25

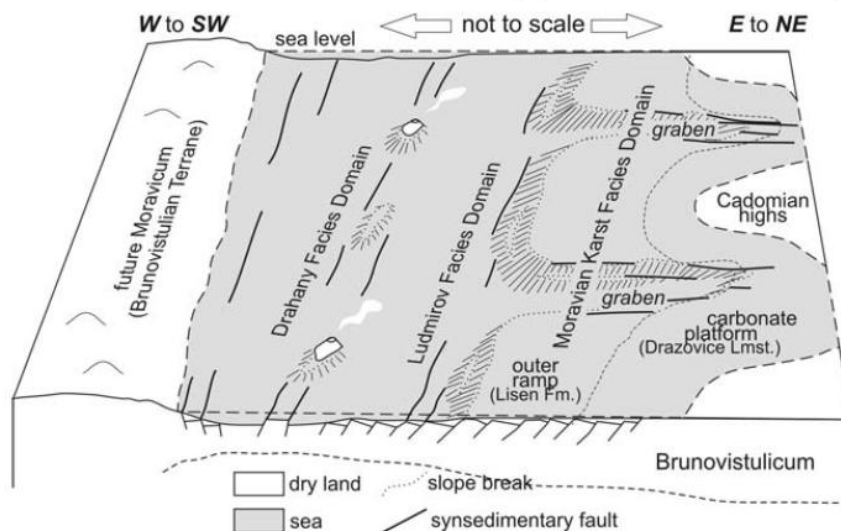
### **PŘÍLOHY**

## Paleozoikum Moravského krasu

Několik km mocná sekvence paleozoických sedimentů moravsko-slezské zóny leží s výraznou diskordancí a značnými hiáty na kadomsky konsolidovaném brunovistuliku. To je tvořeno magmatity a metamorfity akretovaných proterozoických teránů s relikty proterozoického a kambriického sedimentárního pokryvu, který byl zjištěn v několika vrtech. Doklady pro ordovik na území Moravy a Slezska chybí, doložen je však z Polska. Silur je znám z jediného výskytu u Stínavy na Dražanské vrchovině. Paleogeografická a tektonická pozice tohoto výskytu je však nejistá. Souvislá sedimentace nastupuje s největší pravděpodobností až ve spodním devonu v **moravsko-slezské** (rhenohercynské) **pánvi** (obr.1). Od středního devonu je patrná výrazná diferenciacie pánve v extenzním geotektonickém režimu při pasivním kontinentálním okraji. Byly vymezeny tři hlavní litofaciální vývoje této pánve. Hlubokomořský vývoj **dražanský** s pelagickými sedimenty a vulkanity oceánského typu, mělkomořský vývoj karbonátové rampy Moravského **krasu** a vývoj přechodný **lumírovský**, z prostředí svahu mezi karbonátovou rampou a oceánskou pánví, ve kterém se prolínají litologické jednotky hlubokomořského a mělkomořského vývoje.

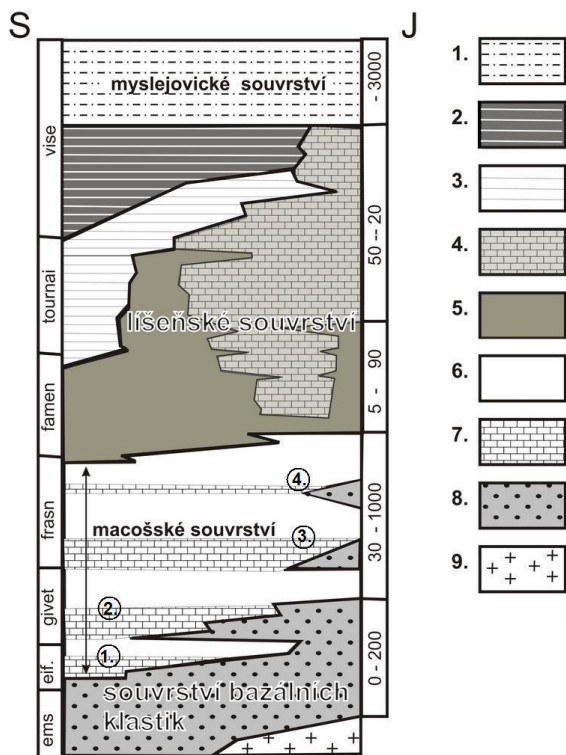
Sedimentární sled paleozoika ve vývoji **Moravského krasu** (obr. 2) počíná tzv. **souvrvstím bazálních paleozoických klastik**. Na povrch vystupují v několika maloplošných

výskytech, daleko větší část je však překryta mladšími útvary, především jednotkami vnějších Západních Karpat. Pro jejich rudou až fialovou barvu bývají také označovány jako „brněnský old red“. Toto označení vychází z termínu „old red sandstones“, kterým se klasicky označuje evropská kaledonská molasa. Souborům „old red“ se bazální paleozoická klastika podobají faciálně i stratigraficky, avšak v Českém masivu nemáme jediný důkaz projevu kaledonské orogeneze. Přímé biostratigrafické datování bazálních paleozoických klastik indikuje v několika případech svrchnoproterozoické a spodnokambriické stáří na základě akritarch, doložených z vrtných jader. Nalezená akritarcha a ichnofosilie svědčí pro mořské prostředí. Tyto sedimenty jsou řazeny k brunovistuliku samotnému, díky jejich časovému sepjetí s kadomským tektonickým cyklem. Větší podíl bazálních paleozoických klastik je ale mladšího stáří, a to devonského. Bazální klastika terestrického původu jsou datována nepřímo na základě superpozice, marinní soubory pak obsahují akritarcha a místy i mikrofaunu. Doloženo bylo stáří od spodního devonu (ems) až do svrchního devonu (frasn), kdy se jedná o vložky v karbonátovém sledu **macošského souvrství**. Tyto mělkomořské karbonáty začaly sedimentovat během středního devonu (eifel). Kolísáním úrovně mořské hladiny došlo k opakování sedimentace čtyř tzv. **megacyklů** (od nejstaršího po nejmladší - **čelechovický, Býčí skály, ochozský a mokerský**). Každý z megacyklů začíná v generelu transgresivními bazálními klastiky a pokračuje vápenci s charakteristickými společenstvy brachiopodů (**Josefovské vápence**), výše se



Obr. 1. Paleogeografická rekonstrukce jižní části moravsko-slezské pánve ve svrchním devonu (Kalvoda et al. 2007).

stromatoporoidy (**lažánecké vápence**). Megacykly jsou ukončovány korál-stromatoporoidovými biohermami (**vilémovické vápence**). Nad vilémovickými vápenci jednoho megacyklu začíná opět sled megacyklu následujícího až do hranice mezi svrchnodevonskými stupni frasn/famen. V tomto období dochází k významným paleogeografickým změnám a začíná sedimentace karbonátů **líšeňského souvrství**, což jsou převážně svahové kalciturbidity (**hádsko-říčské vápence**) či pelagické hlíznaté karbonáty (**křtinské vápence**). Sedimentace líšeňského souvrství pokračuje do spodního karbonu a při hranici tournai/visé přechází do kulmských flyšových facií. Je to odraz změny pánevního geotektonického režimu z extenzního na kompresní v rámci variské orogeneze. Z brunovistulika a jeho výše popsaného paleozoického pokryvu (dohromady označováno jako **brunie**) se stává předpolí fronty variských příkrovů.



Obr. 2. Stratigrafické schéma devonu a spodního karbonu v platformním vývoji Moravského krasu a kulmu Dražanské vrchoviny (upraveno podle Hladil in Chlupáč 1986). 1. – břidlice, droby a slepence; 2. – prachovité rozstánské břidlice; 3 - březinské a ostrovské břidlice; 4. – hádsko-říčské vápence; 5. – křtinské vápence; 6. – vilémovické vápence; 7. – lažánecké a josefovské vápence; 8. – bazální klastické souvrství; 9. – brněnský masiv. Číslo v kroužku : 1. – čelechovický cyklus; 2. - cyklus Býčí skály; 3. – ochozský cyklus; 4. – mokerský cyklus.

## Červený kopec – Kamenná kolonie (Brno)

*Terestrická bazální klastika Moravského krasu*

Výskyty **terestrických bazálních klastik** na území Brna a v jeho bezprostředním okolí jsou vázány jak na samotné území Moravského krasu tak na úzký pruh těchto hornin v tzv. **zóně Babího lomu**. Jedná se o tektonické šupiny vklíněné mezi horniny brněnského masivu během variské orogeneze. Pruh se táhne od Babího lomu u Kuřimi až do centrální části Brna. Právě zde je můžeme studovat přímo na odkryvech při pravém břehu Svatky u Kamenné kolonie na Červeném kopci (obr. 3).



Obr. 3. Červený kopec

Horniny zde zastížené jsou především střídající se monomiktní (křemenné) slepence a pískovce. Méně časté jsou polohy arkózovitých pískovců a vzácně se vyskytují prachovité jílovce. Typické je červené, hnědé až fialové zbarvení. Špatně vyříděné jemnozrné až středně zrnité slepence mají převážně podpůrnou strukturu klastů, méně často se vyskytují slepence s podpůrnou strukturou základní hmoty. Klasty jsou poloostrohranné až polozaoblené, s průměrnou velikostí 3-4 cm a maximální velikostí 12 cm. Špatně vyříděné pískovce jsou zastoupeny celou zrnitostní škálou od jemnozrných po velmi hrubozrné. Kromě dominujících křemenných klastů jsou v materiálu slepenců a pískovců minoritně zastoupeny živce, silicity, ruly a úlomky siliciklastik. Sedimentární struktury pískovců zahrnují různé typy zvrstvení, jako planární šikmé, výmolové šikmé a horizontální zvrstvení.

Na základě litofaciálních znaků bylo zjištěno, že se jedná o terestrické sedimenty aluviálních kuželů, které vybíhaly z vyvýšených částí do transtenzní pánve při pasivním okraji kadomsky konsolidovaného brunovistulika. Odtud byl gravitačními proudy do pánve epizodicky snášen materiál tvořený granity, rulami, nízkometamorfovanými horninami a staršími siliciklastiky. Červené zbarvení sedimentů, stejně jako charakter sedimentace, poukazuje na teplé aridní klima, kde byla sedimentace vázána jen na krátké, ale intenzivní, z dnešního pohledu katastrofické srážkové události. V terénu bez vegetačního krytu vznikaly během těchto intenzivních splachových událostí mocné akumulace, které pak byly ještě jemně modifikovány drobnými občasnými toky.

Z toho mimo jiné vyplývá obecně platný fakt, že vrstevní spáry mezi jednotlivými sedimentárními tělesy (vrstvami) představují hiáty, které zahrnují mnohonásobně delší časový interval, než časové intervaly

zaznamenané v samotných vrstvách, usazených především během náhlých a krátkodobých událostí.

Bazální paleozoická klastika neposkytla na lokalitě žádné fosilie a tudíž je jejich stáří určeno pouze na základě superpozice k jiným tělesům, která jsou fosiliferní. V rámci zóny Babího lomu se v nadloží terestrických bazálních klastik nachází u Lelekovic šupina deformovaných vápenců macošského souvrství, ve kterých byla nalezena korálová fauna svrchního givetu (střední devon). Proto je uvažováno **spodně- až střednědevonské stáří** terestrických bazálních klastik v zóně Babího lomu.



Obr. 4. Brno – Červený kopec. Střídající se polohy křemenných slepenců a pískovců.

## Josefov u Adamova

### Útesové vápence macošského souvrství

Výchozy vápenců ve svazích severovýchodně nad soutokem Josefovského a Křtinského potoka u křižovatky v osadě Josefov u Adamova jsou typickou ukázkou devonských vápenců ve vývoji Moravského krasu. Úzkou cestičkou za zahradou domu čp. 68 u zmíněné křižovatky se dáme do zalesněného svahu.



Obr. 5. Výchozy nad Josefovem

Všude kolem ve svahu můžeme spatřit suťové osypy vápenců **macošského souvrství**, které náleží jeho druhému sedimentačnímu **megacyklu Býčí skály**, který je nejlépe vyvinutý a vytváří hlavní povrchové výskyty v Moravském krasu. Ve spodní části svahu můžeme pozorovat především v suti **josefovské vápence**. Lavice, či spíše čocky tmavých mikritických vápenců s místy velice hojnými brachiopody druhu *Bornhardtina onychophora* se střídají s cyklickými polohami laminovaných vápenců a vápenců se stromatoporoidy. Právě pro masové nahromadění silnostěnných schránek brachiopodů v některých polohách se tyto vápence také označují jako brachiopodové. Z další fauny se zde vyskytují také tabulární korály, např. rod *Pachyfavosites*, mechovky a červy. Výše ve svahu a ve výchozech při vrcholu leží v nadloží josefovských vápenců **lažánecké vápence**. Jedná se o sled šedavých vápenců, ve kterých se cyklicky střídají lavice laminovaných vápenců, lavice s velice hojnými stromatoporoidy větevnatého druhu *Amphipora ramosa* a lavice s kulovitými coenostei stromatoporoidů („rolling stones“)

rodu *Actinostroma*. Fragmentární nálezy některých větevnatých korálů dokazují stáří **spodního givetu** (střední devon). Lavice tvořené větevnatými amphiporami daly starší název tomuto čtyřikrát se opakujícímu členu macošského souvrství – stromatoporové či amphiporové vápence.



Obr. 6. Lažánecké vápence nad Josefovem. Ve spodní části poloha se stromatoporoidy rodu *Amphipora*, výše lavice laminovaného vápence.

Jedná se o sedimenty karbonátové rampy, která patřila do systému svchnodevonských platform, ramp, lagun, kalových kup a dalších karbonátových struktur, které byly tvořeny nárůsty útesotvorných organismů. V devonu k nim patřily především vápenaté řasy, korály a stromatoporoidi. Právě ve svrchním devonu dosahovaly tyto nárůsty celosvětově maximálního rozšíření a útesový pás který vytvářely můžeme vystopovat takřka po celé planetě. Prostředí vzniku těchto útesů bylo situováno v nehlubokých a dobře prosvětlených tropických mořích při okrajích pevnin. Přínos siliciklastického materiálu z pevniny byl však minimální, což je pro vznik čistých karbonátů důležité kritérium. Pro tvorbu mocných nárůstů je důležitý také pozvolný růst mořské hladiny, či poklesávání depozičního prostoru. Pokud jsou všechny tyto (a nejen tyto) podmínky dodrženy,

„karbonátové továrny“ dokáží vyprodukovat za poměrně krátkou dobu velké množství vápenců. Pro platformní karbonátový vývoj útesových facií Moravského krasu je charakteristický sedimentární sled počínající transgresivními bazálními klastiky, jejichž povrch byl postupně osídlen málo specializovaným a monotónním pionýrským společenstvem brachiopodů, korálů a stromatoporoidů (josefovské vápence). Po tomto období osídlení a stabilizace nastalo období pro které je charakteristický místy masový výskyt větvenatých stromatoporoidů (lažánecké vápence). V závěrečném období specializace dominovaly především korály a samozřejmě další útesotvorné organismy (vilémovické vápence). Období specializace pak bylo náhle ukončeno regresí. Povrch karbonátové rampy byl obnažen, erodován a došlo k zániku tohoto vysoce specializovaného společenstva. Při následném růstu hladiny se tento sled opět opakoval, a to, jak bylo uvedeno v úvodu, celkem čtyřikrát až do úplné decimace útesových společenstev na hranici mezi stupni frasn/famen.

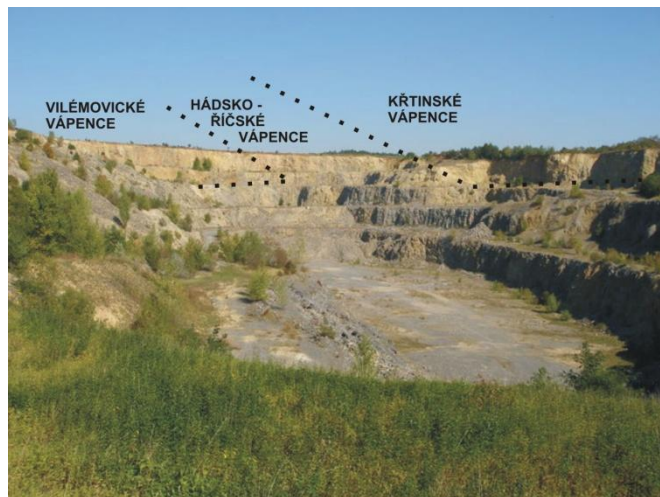
## Lesní lom (Brno - Líšeň)

*Vápence macošského a líšeňského souvrství*

Přechod z mělkomořské sedimentace útesových vápenců k pelagické a svahové sedimentaci hustotními proudy ve svrchním devonu Moravského krasu můžeme na povrchu nejlépe sledovat v jeho jižní části. Velmi instruktivní a dobře dostupnou lokalitou je Lesní lom na okraji brněnské městské části Líšeň. Vede k němu asfaltová lesní cesta, která se odpojuje vpravo od silnice mezi Líšní a Ochozem, těsně za restaurací Velká Klajdovka.



Obr. 7. Lesní lom v Brně – Líšni..



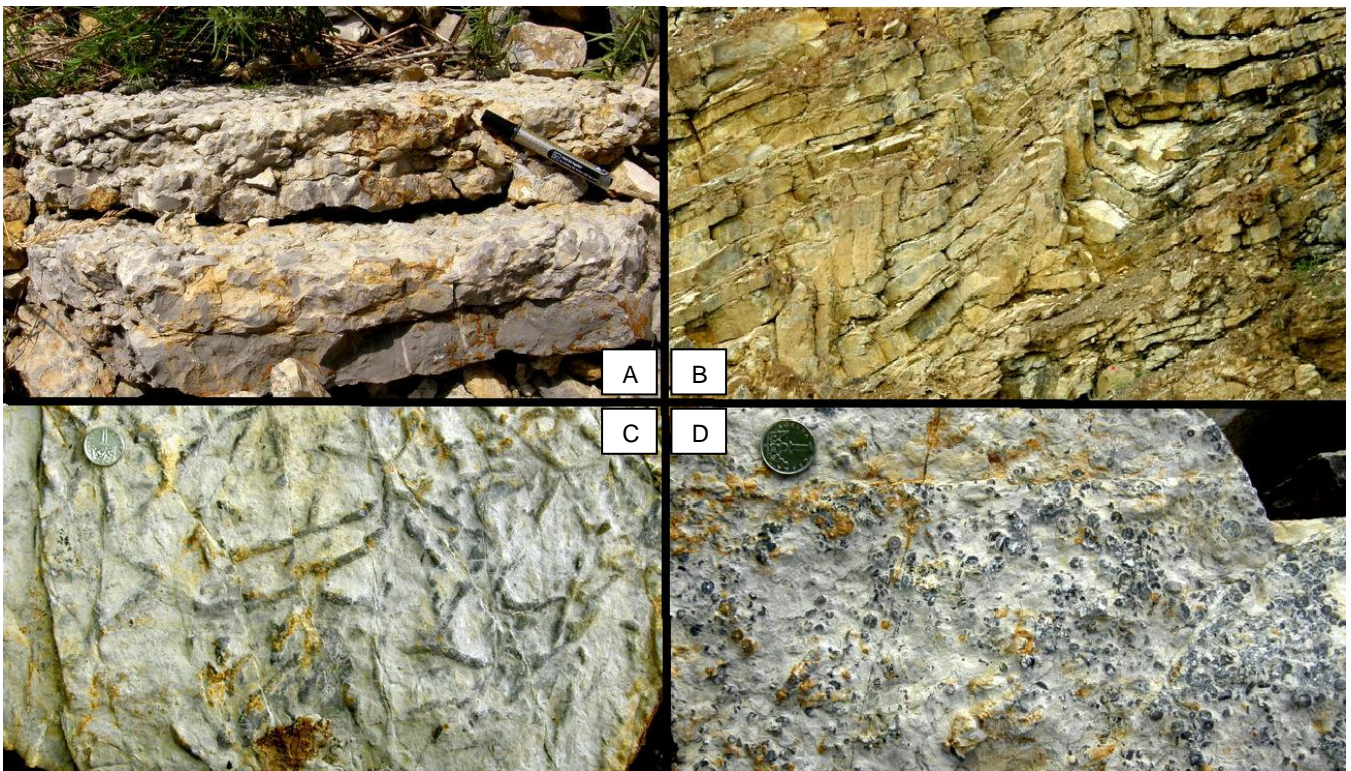
Obr. 8. Přibližný výskyt jednotlivých litologických jednotek v Lesním lomu..

Jedná se o rozsáhlý jámový lom na vápenec, který byl aktivní do počátku 90. let 20. stol. Těžba byla zastavena kvůli nárůstu podílu rohovců a dalších nečistot při postupu těžby tohoto ložiska. Nejstarší horniny na lokalitě náleží **macošskému souvrství** a to jeho nejsvrchnější části, **vilémovickým vápencům 4. mokerského megacyklu** (mokerské vápence). Jsou odkryty v severním cípu lomu. Jedná se o sled světle šedých vápenců zjemňujících se do nadloží, od bioklastických vápenců s hojným bentosem k jemnozrnnějším vápencům s neritickou–pelagickou faunou. V suti můžeme najít především průřezy korálů, kteří jsou nejlépe zřetelní na selektivně vyvětralých površích. Méně hojněji se vyskytují brachiopodi, cephalopodi a další fauna. Fauna zde však není obecně příliš bohatá, neboť se jednalo o hlubší části rampy. Hranice mezi stupni **frasn / famen** je spojena s globálním **kellwaserským eventem**. Při něm došlo celosvětově k environmentálním změnám a výrazným ztrátám biodiverzity, které byly spojeny s anoxickými podmínkami. Jedná se o 3. nejsilnější **masové vymírání** fanerozoika, během kterého zmizelo přibližně 20 % čeledí a 50 % rodů především mořských bezobratlých. V rámci tohoto vymírání dochází k decimaci devonských korál-stromatoporoidových útesů a „umírá“ tedy i útes macošského souvrství. V Lesním lomu jsou v jeho nadloží prostorově nepravidelné polohy spodnofamenských mikritových křtinských vápenců **líšeňského souvrství**, při bázi brekciovitých, které přechází na začátku svrchního famenu do **hádsko-říčských vápenců**. Jedná se o sedimenty destruované

karbonátové rampy a jejich svahů. Z genetického hlediska jde o skeletální kalciturbidity, tedy sedimenty vzniklé hustotními proudy. Dominantní část alochemů (označení pro „klasty“ karbonátů) tvoří části a úlomky vápenatých skeletů různých organismů. V Lesním lomu to jsou především krinoidi, dasykladátní řasy, ostrakodi, brachiopodi a méně často pak např. mlži, trilobiti a další. Stratigraficky významní jsou mikroskopičtí konodonti (obr. 11) a foraminifery. Ve vápencových lavicích můžeme pozorovat typické stavby pro kalciturbidity, odpovídající Boumovým sekvencím. Při bázi kalciturbiditů bývají často v hrubých, biotritických polohách intraklasty podložních, v době rozrušení částečně litifikovaných, mikritických vápenců. Biotritické vápence v ideálním případě gradují do jemnozrnnějších mikritických vápenců s častou laminací a strop vrstvy tvoří slínovité až břidličnaté polohy. Jejich materiál patří buď ještě nejjemnější frakci turbiditního proudu, nebo se jedná o pozadřovou pelagickou sedimentaci. Ve vápencích můžeme pozorovat

černé rohovce, které vytváří hlízky, čočky či vrstevnatá tělesa.

V jihovýchodní stěně lomu, kde je odkryt nejsvrchnější devonský úsek v horákovském vývoji, je více než metrová poloha mikritického laminitu, nad kterým probíhá hranice mezi devonem a karbonem (a stupni **famen/tournai**). Tato hranice je spojena s dalším masovým vymíráním a globálními environmentálními změnami, které se označují jako **hangenbergský event**. Těsně nad hranicí jsou vystřídány skeletální kalciturbidity hádsko-říčských vápenců hemipelagickými kalovci a distálními neskeletálními kalciturbidity **křtinských vápenců**. Ty již nejsou tvořeny dominantně úlomky vápnatých organismů, ale ooidy, peloidy, intraklasty starších vápenců a jinými neskeletárními alochemy. Jsou výrazně hlízkaté. Směrem do nadloží přibývá rohovců. Nejmladší vápence na lokalitě jsou střednětournaiského stáří. V jihozápadní části lomu leží přímo na líšeňském souvrství relikty drob a slepenců myslějovického souvrství. Droby můžeme pozorovat při asfaltové lesní cestě na lokalitu.



Obr. 9. Lesní lom A – lavice hlízkatých křtinských vápenců spodního famenu; B – detail zvrásněných deskovitých hádsko-říčských vápenců (famen); C – ichnofosilie na vrstevních plochách hádsko-říčských vápenců (famen); D – izolované kolumnálie krinoidů na vrstevní ploše hádsko-říčského vápence (famen)



Jižní cíp Moravského krasu má složitou šupinovitou příkrovovou stavbu. Zkrácením sedimentačního prostoru při variské orogenezi došlo ke sblížení různě vzdálených faciálních vývoju výplně pánve a to od prostředí přílivu-odlivového až po hlubokou pánev. Jsou rozlišovány 2 hlavní litofaciální vývoje - mělký hostěnický (autochtonní-paraautochtonní) a hlubší horákovský (alochtonní). Oba bloky jsou odkryty v Lesním lomu.

Nejsvrchnější etáž odkrývá post-paleozoickou sekvenci. Badenské mořské sedimenty nejsou aktuálně dobře přístupné. Lépe na tom jsou kvartérní spraše, sprašové hlíny a pudy.



Obr. 10. Detail gradujících poloh skeletálních kalciturbiditů hádsko-říčských vápenců (famen) z Lesního lomu.

#### Použitá literatura:

HLADIL, J. (1983) : Cyklická sedimentace v devonských karbonátech macošského souvrství. Zemní plyn a nafta, **28**, 1, 1-14. Hodonín.

CHÁB, J. – BREITR, K. – FATKA, O. – HLADIL, J. – KALVODA, J. – ŠIMŮNEK, Z. – ŠTORCH, P. – VAŠIČEK, Z. – ZAJÍC, J. – ZAPLETAL, J. (2008): Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu. ČGS.

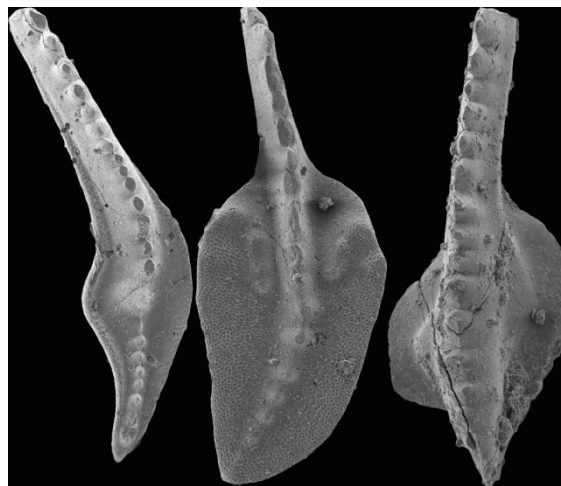
CHLUPÁČ, I. – HLADIL, J. – LUKEŠ, P. (1986) Barrandien – Moravian Karst. – Field-trip guidebook of the Subcommission on Devonian Stratigraphy field conference in Czechoslovakia. Ústř. úst. geol. 62 s. Praha.

KALVODA, J. – BÁBEK, O. – FATKA, O. – LEICHMANN, J. – MELICHAR, R. – NEHYBA, S. - SPACEK, P. (2007): Brunovistulian Terrane (Bohemian Massif, Central Europe) from late Proterozoic to late Paleozoic: a review. Int. J. Earth Sci. (Geol Rundsch),

KALVODA J. – BÁBEK O. – NEHYBA S. - ŠPAČEK P. (1996): Svrchnodevonské a spodnokarbonské kalciturbidity z Lesního lomu v Brně-Lišni (jižní část Moravského krasu). Geol. výzk. Morav. Slez. v r. 1995, 98-100.

MCGHEE, G.R. (1996): The Late Devonian Mass Extinction. Columbia University Press, New York.

NEHYBA S., LEICHMANN J., KALVODA J. (2001): Depositional environment of the „Old Red“ sediments in the Brnoarea (south-eastern part of the Rhenohercynian Zone, Bohemian Massif). – Geol. Carpathica, 4, 52, 195–203. Bratislava.



Obr. 11. Konodonti nejsvrchnějšího devonu – zleva rod *Palmatolepis*, *Polygnathus* a *Protognathodus*.

## SPODNÍ KARBON DRAHANSKÉ VRCHOVINY V KULMSKÉM VÝVOJI

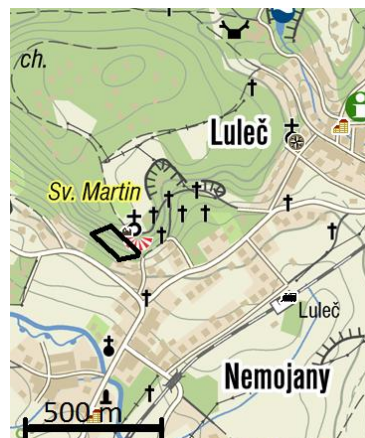
Kulmská facie představuje mocná souvrství především **drob** a prachovitých až jílovitých **břidlic**. V některých úrovních se objevují více nebo méně významné polohy **slepenců**. Kulmské horniny vznikaly v mořské moravsko-slezské pánvi mezi vyvrasňovanými variskými internidami (moldanubická, saxodurynská zóna) na straně jedné a laurusijskou platformou na straně druhé. Sedimentologicky představuje kulmská facie **siliciklastické turbidity** s typickými strukturami Boumovy sekvence (pozitivní gradace, rytmičnost). Vyzdvihované internidy dodávaly obrovské množství klastického materiálu, který pak byl z úzkých šelfů redeponován turbiditními proudy dále do pánve. Postupující kompresí mezi internidami a platformou byla kulmská pánev zkracována a v ní uložená souvrství vrásněna až v nich nakonec vznikla příkrovová stavba. V rámci variského orogénu představuje kulmská facie **flyšové pásmo (rhenohercynská zóna)**. Nástup kulmské facie spadá do rozhraní spodnokarbonských stupňů **tournai/visé**, většina kulmských souvrství je viséského stáří.

V oblasti Moravského krasu a Drahanské vrchoviny pokračoval vývoj v karbonátové facii líšeňského souvrství nebo ve facii ponikevských břidlic ze svrchního devonu do spodního karbonu plynule bez přerušení (obr. 2). Ve spodním visé dochází k faciálním změnám spojeným s nástupem klastických sedimentů (březinské a ostrovské břidlice). Následuje začátek kulmského vývoje. V drahanské oblasti se vyčleňují tři kulmská souvrství: **protivanovské, roztáňské a myslejovické**. Všechna spadají do stupně visé.

### Luleč

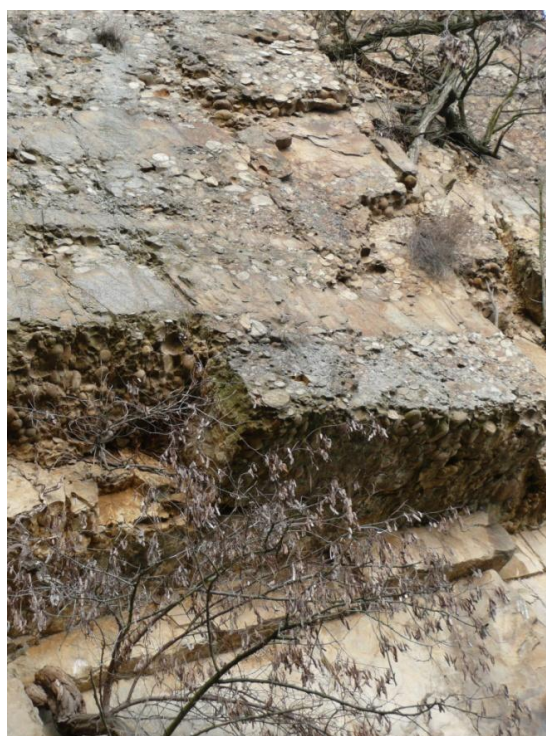
#### *Slepence myslejovického souvrství*

Lokalitu představují vysoké skalní stěny pod kostelem sv. Martina nad Nemojany, na katastrálním území Luleče. Jsou tvořeny slepenci a drobami myslejovického souvrství. Pod nejrozsáhlejší stěny na jz. straně návrší (obr. 13) se lze dostat jen obtížně, protože je



Obr. 12. Výchozy nad Nemojany u Luleče

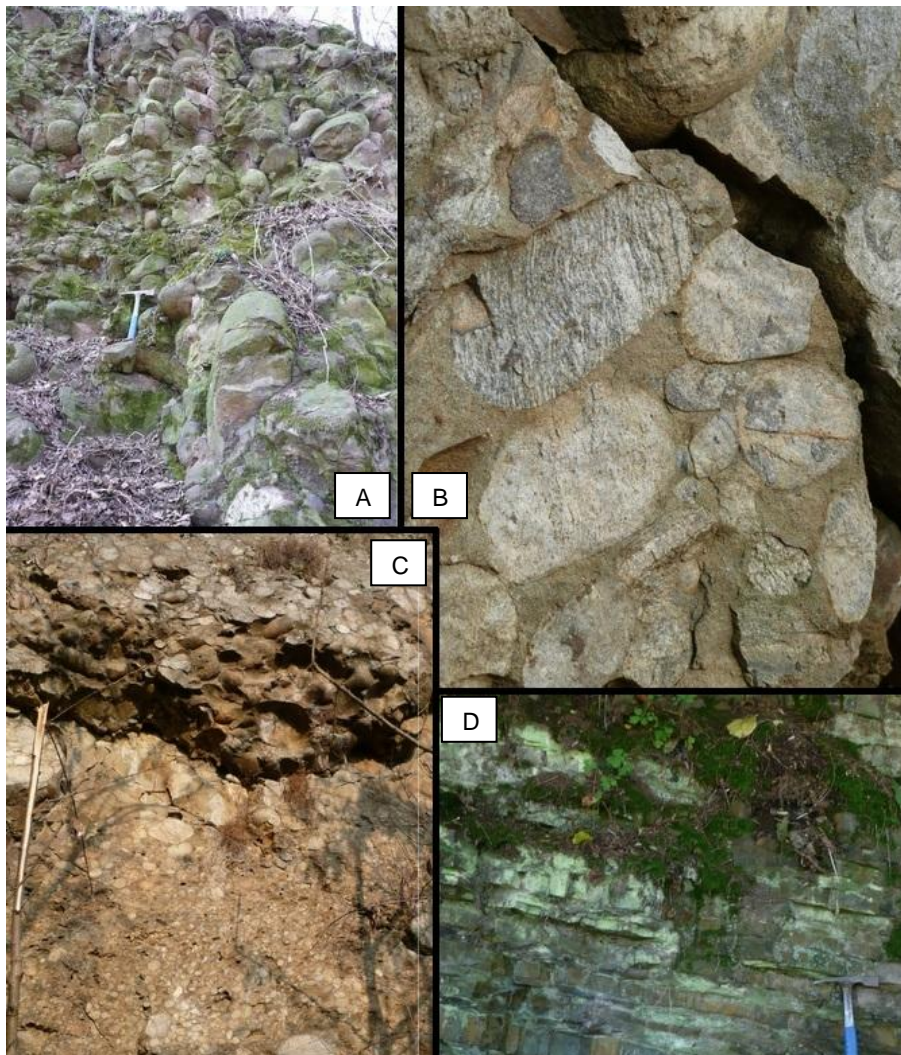
nezbytné projít přes soukromý pozemek, event. by mohly být přístupné z vrcholu směrem od zmiňovaného kostela. V jižním cípu skalního ostrohu se však nacházejí další instruktivní a přístupné profily. Dostaneme se k nim, půjdeme-li od autobusové zastávky „Luleč, rozcestí k železniční stanici“ směrem k Nemojanům. Po 250 metrech odbočuje ze silnice doprava přímá asfaltová obecní cesta, která nás dovede až pod návrší s kostelem, do míst, kde začíná lesní porost. Zde odbočíme z cesty vlevo a pokračujeme po již neasfaltované cestě mezi zahrádkami a zalesněným návrším. Ve svahu nad námi se objeví první výchozy hrubozrnných slepenců nasedajících na lavici drob (obr. 14A). Nakonec nás cesta po 200 metrech přivede k malé rekultivované skládce v jejímž obvodu se nachází nejlépe přístupné profily (14A).



Obr. 13. Stěny pod kostelem sv. Martina v Luleči. Střídání drob a slepenců.

**Myslejovické souvrství** je nejvýznamnější stratigrafickou jednotkou drahanského vývoje kulmu. Vyznačuje se přechodem od hrubozrnných polymiktních **račických** a **lulečských slepenců** v jižní části (v oblasti Brna až Lulče, do drobově-břidlicových rytmitů v severnější části (v oblasti Vyškova). Slepence leží bezprostředně nad sebou a vytvářejí akumulaci mocnou možná až 2000 m. Račické slepence jsou starší než slepence lulečské. Pro oba typy je charakteristický vysoký stupeň opracování valounů, které jsou dokonale oválné, oválné až suboválné (obr. 14A). Velké valouny obklopuje mezihmota, která je v račických slepencích drobová až drobnozrnně slepencovitá a v lulečských slepencích pouze drobová. Jedná se o petromiktní slepence s pouze cca 2,5–6 % křemene. Ostatní klasty tvoří pestrá škála metamorfitů (nejhojněji ruly, dále kvarcity, fylity, svory, porfyroidy, granulity, mramory, rohovce), sedimentů (droby, pískovce, lydity, slepence, vápence, jílovité břidlice) a

magmatitů (granity, durbachity, žilné a vulkanické horniny). Metamorfity a magmatity pocházejí hlavně z **moldanubika** a **moravika** (ruly odpovídají hlavně gřohlské a bítešské ortorule), pouze u kontaktních rohovců je jako zdrojová oblast uvažována **hlinská zóna**. Sedimenty pocházejí hlavně ze starších **kulmských souvrství** (droby a pískovce), vápence pocházejí z **Moravského krasu**. Oba typy slepenců se odlišují složením valounového materiálu. Nejdůležitější rozdíl spočívá v podílech klastů metamorfovaných a sedimentárních hornin. **V račických slepencích tvoří metamorfity cca 50 % valounů a sedimenty cca 35 %.** **V lulečských slepencích stoupá podíl metamorfitů na cca 80 % a podíl sedimentů naopak klesá na cca 15 %**. Fylity, svory, jílovité břidlice, slepence, lydity a kyselé žilné horniny jsou zastoupeny jen v račických slepencích. Stejně tak jsou v nich mnohem hojnější vápence. V lulečských slepencích jsou dominantními horninami ruly (cca 75 %),



Obr. 14. A - Valouny dosahují velikosti až několika dm a jsou převážně dokonale oválné, oválné až suboválné. Výchoz v zalesněném svahu nad cestou vedoucí k rekultivované skládce; B - Častými horninami valounů jsou biotitické ortoruly. Délka klastu cca 10 cm. Stěny pod kostelem sv. Martina. C - Střídání akumulací slepenců s různou velikostí klastů. Profil pod kostelem sv. Martina; D - Rytmičné střídání drob a břidlic myslejovického souvrství. Výchozy na jv. okraji Opatovic.

dále se vyskytují granulit a deformované granity (žuloruly). Na druhou stranu zde zásadně klesá podíl vulkanitů, kontaktně metamorfovaných hornin a samozřejmě všech typů sedimentů. V račických a lulečských slepencích jako jedné velké akumulaci lze tedy pozorovat následující trend. Ve spodních částech akumulace je valounový materiál petrograficky daleko různorodější a také mnohem bohatší na sedimenty z Moravského krasu a starších souvrství kulmu. Mezi metamorfity se hojně vyskytují metasedimenty. Směrem do nadloží se materiál stává jednodušším se zcela dominantní úlohou silněji regionálně metamorfovaných hornin (především ortorul).

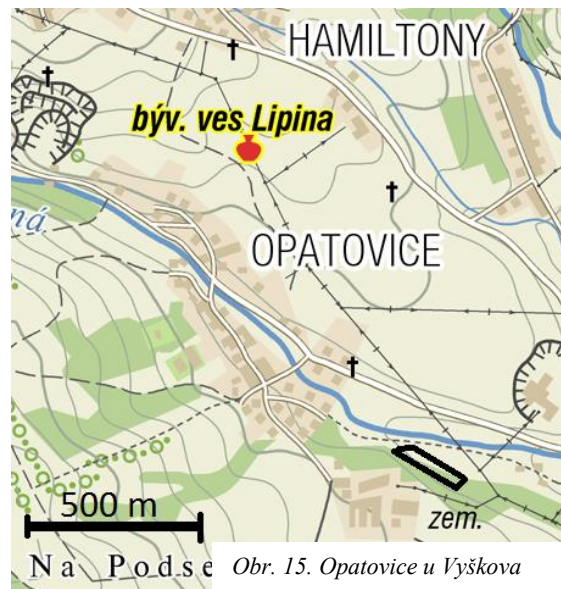
Slepence se ukládaly v prostředí tzv. **hrubozrnného deltového systému**, jehož vznik byl podmíněn zlomovými strukturami. Na západním okraji kulmské mořské pánve existovaly zlomově podmíněné deprese, orientované příčně k mořské pánvi. Těmito depresemi ústily do moře divočící toky, přinášející ze snosové oblasti moldanubika a moravika značné množství hrubého klastického materiálu. Pro divočící říční styl je transport hrubozrnného štěrkovitého a písčitého materiálu charakteristický. Dynamický transport způsobil výrazné opracování klastů až do oválných a dokonale oválných tvarů. Štěrkovitý a písčité materiál vytvořil na ukloněném mořském dně klínovité deltové těleso, ve kterém můžeme pozorovat postupný laterální přechod od slepenců do drob. Hrubé štěrky se totiž ukládaly už na okraji pánve v proximální části delty a dále do pánve byly transportovány hlavně písčité sedimenty. Profily pod kostelem sv. Martina odkrývají **lulečské slepence** střídající se s lavicemi drob. Jedná se o proximální část deltového tělesa. Na plochých stěnách lze velmi dobře sledovat vztahy sedimentárních těles, uspořádání, tvary a petrografii valounů.

## Opatovice u Vyškova

### *Paleontologie myslejovického souvrství*

Lokalitou jsou výchozy v úbočí svahu po pravé straně říčky Malá Haná na jihovýchodním okraji Opatovic u Vyškova. Nejsnadněji se k nim dostaneme, půjdeme-li po modré turistické značce z centra Opatovic směrem na Dědice.

Jakmile nás stezka vyvede z obce na úzké obdělávané pole, poteče po naší levé straně říčka Malá Haná a po pravé straně se bude zvedat prudký zalesněný svah. Po asi 200–300 metrech podél jeho úpatí spatříme řady výchozů, předstávujících exkurzní lokalitu.



V příkrém úbočí jsou odkryty rytmicky se střídající droby a prachovité až jílovité břidlice (obr. 14D). Sedimenty náleží **myslejovickému souvrství** a představují jeho jemnozrnnější facii. Vznikly v prostředí **turbiditních proudů**, kdy byl písčité materiál transportován po ukloněném mořském dně rychlými proudy, hustě nasycenými klastickým materiálem. Když energie proudu poklesla, písčité materiál se uložil a vytvořil souvislou vrstvu. V následné klidové etapě se ze suspenze pozvolna ukládal prachovitý a jílovitý materiál. Opakovaným mnohonásobným střídáním ukládání písku z turbiditních proudů a prachu a jílu z klidnější vody vznikla souvrství rytmicky uspořádaných vrstev drob a břidlic.

Lokalita je bohatým nalezištěm fosilií spodnokarbonského (viséského) moře kulmské facie. Pro toto prostředí je typická nízká diverzita organismů, ale některé taxony jsou na druhou stranu zastoupeny velkým počtem jedinců. Takovýto nepoměr mezi diverzitou forem a kvantitou jedinců nastává v nepříznivých životních prostředích. Kulmské moře mezi tato prostředí nejspíš patřilo. Dosahovalo větších hloubek a navíc bylo jeho dno dosti neklidné kvůli neustálé aktivitě turbiditních proudů vyvolávaných otřesy kůry během orogenetických procesů. Pro kulmská

faunistická společenstva je charakteristická zásadní rolí nektonních organizmů - **amonitů s goniatitovým švem** (ti jsou dokonce základem biostratigrafie kulmských jednotek) a **nautiloidů s přímou schránkou**. Další typickou fosilií je bentózní **mlž *Posidonia becheri*** (obr. 15) vybavený plochými miskami zdobenými koncentrickými žebry. *Posidonia* obývala bahnité dno kulmského moře a v některých obdobích byla rozšířena natolik, že její misky masově pokrývají vrstevní plochy břidlic. Lokality na Vyškovsku, včetně navštívených Opatovic, spadající do vyšší části myslějovického souvrství (svrchní visé), jsou však v porovnání např. s kulmem Nížkého Jeseníku faunisticky bohatší. Kromě amonitů s goniatitovým švem, nautiloidů a posidonii se zde vyskytují další zástupci mlžů, potom také ramenonožci, lilijice, trilobiti, ostrakodi, plži, koráli, mořské houby, mechovky, ryby a ichnofosílie. Nechybí ani zbytky suchozemské flóry, které byly splaveny do moře.

#### **Použitá literatura :**

CHLUPÁČ I, BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J., STRÁNÍK Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – 436 pp., Academia. Praha.

KODYM O., FUSÁN O., MATĚJKA A. (eds., 1967): Geological Map of Czechoslovakia 1 : 500 000. – Ústřední ústav geologický. Praha.

KUMPERA O. (1983): Geologie spodního karbonu jesenického bloku – Knihovnička Ústředního ústavu geologického 59. Praha.

NEHYBA S. & MASTALERZ K. (1995): Sedimentologický příspěvek ke studiu račických a lulečských slepenců. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1994: 66–68. Brno.

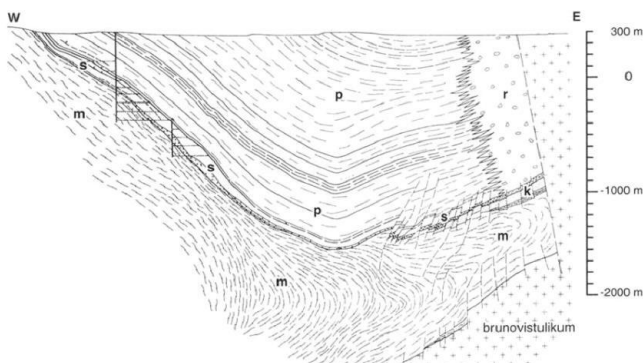
ŠTELCL J. (1960): Petrografie kulmských slepenců jižní části Dražanské vysočiny. – Folia přírodovědecké fakulty Univerzity J. E. Purkyně v Brně. Geologica 1 (1): 1–103. Praha.



Obr. 15. *Posidonia becheri*, typická fosílie kulmské facie, moravskoslezský kulm, ilustrační obrázek.

## Perm boskovické brázdy

**Boskovická brázda** představuje protáhlou a úzkou strukturu (délka cca 100 km, šířka 3-10 km) orientovanou ve směru SSV–JJZ. Společně s podobnými a shodně orientovanými pánvemi blanické a jihlavské brázdy (které jsou výrazně denudovány) a dalšími permokarbonskými depocentry (hornoslezská pánev, plzeňsko-trutnovská pánev atd.) představují molasové pánve, které se vyvíjely v rámci vyvrásněného variského orogénu. Brázdy byly založeny ve svrchním karbonu (**stephan C**). Boskovická brázda vznikla na starší variské struktuře - na tektonickém styku variských příkrovů lugodanubika, bohemika a moravika na západě s předpolím (brunií) na východě. Západní krystalinické jednotky poklesávaly podél **okrajového zlomu boskovické brázdy**, čímž vznikala pánev, která byla zároveň s poklesovými pohyby zaplňována sedimenty (jednalo se tudíž o synsedimentární poklesy). Boskovická brázda má výrazně asymetrický příčný průřez s kolmým zlomovým ohraničením na východní straně a pozvolným transgresním ohraničením na straně západní. Takto vyvinutou pánev nazýváme termínem **poloviční příkopová propadlina (halfgraben)**. Nesouměrnost pánve předurčila i charakter sedimentární výplně (obr. 16).



Obr. 16. Příčný řez rosicko-oslavanskou depresí boskovické brázdy. m – moravikum, k – kulm, s – balinské slepence a nadložní uhlonosné polohy, r – rokytské slepence, p – vnitropánvevní sedimenty. Pešek et al 2001.

Na východě se podél okrajového zlomu po celou dobu existence brázdy hromadily ve značných mocnostech velmi hrubozrnné nevytříděné konglomeráty (**rokytské slepence**), ukládané v podobě rozsáhlých

aluviálních kuželů (obr. 17). Při západním okraji to byly také konglomeráty (**balinské slepence**), i když méně mocné, protože svažitost okrajů pánve zde byla zřetelně nižší, takže zde nevznikaly tak mohutné aluviální kužely. Centrální části pánve jsou vyplněny mocnými souvrstvími pískovců, arkóz, prachovců a jílovců, včetně horizontů jílovitých vápenců (pelokarbonátů), které se ukládaly v meandrujících i divočících řekách, záplavových plošinách, rašeliništích a jezerech. Kromě tektonických faktorů ovlivňovalo sedimentaci v brázdě také klima. V **aridních obdobích** se v pánvi vyskytovaly jen občasné toky a vodní nádrže a vzniklé sedimenty získaly oxidací železa **červenohnědé zbarvení**. Pro **humidní periody** byly typické stálejší toky a jezera. V nich uložené sedimenty jsou **zbarveny šedě**. Ukládání sedimentů začíná v boskovické brázdě nejdříve v její jižní části, v tzv. **rosicko-oslavanské depresi**, kde na konci karbonu (ve svrchním stephanu) existovala i rašeliniště, z nichž vznikly sloje černého uhlí (rosicko-oslavanské souvrství). V nadloží nejmladší sloje nastává **přechod ze svrchního karbonu do spodního permu**. Báze permu je definována objevením se kaprad'osemenné rostliny *Autunia conferta* (dříve *Callipteris conferta*). Ve spodním permu (ve stupni autunu) byla založena severní část boskovické brázdy, tzv. **letovická deprese**. Jelikož v charakteru krajiny a podnebí a tím i v charakteru sedimentace nenastaly mezi svrchním karbonem a spodním permem žádné výrazné změny, nelze mnohdy při nedostatku fosílií stanovit stáří těchto sedimentů. Proto se variská molasová souvrství ve všech pánvích obecně označují jako **permokarbonská**.



Obr. 17. Aluviální kužely (vějíře) progradují z pohoří do sedimentární pánve. Podobné vějíře tvořené rokytskými slepenci vznikaly i na východním okraji boskovické brázdy.

## Skalice nad Svitavou

### Sedimenty východního okraje pánve

Jedná se o výchozy **rokytenských slepenců** asi 0,5 km východně od železničního nádraží ve Skalici n. Svitavou, v zalesněném svahu vlevo nad silnicí do Lhoty Rapotina. V prostoru a bezprostředním okolí Skalice vystupují rokytenské slepence na řadě míst. Sedimentologicky zajímavým je profil přímo naproti místní železniční stanici, kde se střídají polohy jemnozrnných horizontálně laminovaných pískovců s tenkými slepencovými vložkami. V zářezu železniční trati směrem na Blansko, asi 1–1,2 km jižně od skalického nádraží, tvoří rokytenské slepence cca 150 m dlouhé a cca 10 m vysoké skalní defilé. Budují rovněž navštívené návrší nad silnicí do Lhoty Rapotina, kde je lze pozorovat na několika větších výchozech.



Obr. 18. Výchozy rokytenských slepenců u Skalice nad Svitavou

**Rokytské slepence** jsou hrubozrnné, špatně vytríděné až nevytríděné, se slabě opracovanými klasty (převážně poloostrohrannými až polozaoblenými). Velmi hojné jsou klasty o velikosti 5–15 cm, ojediněle se vyskytují balvany a bloky dlouhé 20–50 cm (největší klast v defilé u železnice má rozměry 80 x 40 cm). Na výchozech u Skalice se jedná výhradně o klasty kulmských drob. V rokytenských slepencích obecně klasty kulmských hornin, a to hlavně drob, zcela převažují - představují 90–95 % valounového materiálu. Na některých místech, kde se podél okrajového zlomu objevují ojedinělé kry paleozoických vápenců Moravského krasu, se v rokytenských slepencích objevují i tyto horniny. Např. v okolí Veverské Bytýšky nebo v Řezovicích u Ivančic představují vápencové klasty nepatrnou příměs, ale na západním svahu vrchu Čebínky, západně od Kuřimi, leží

na bázi slepencové akumulace poloha složená pouze z vápenců Moravského krasu. Horniny brněnského masivu se mezi valouny vyskytují jen výjimečně.



Obr. 19. Asi 20–50 cm velké klasty drob v rokytenských slepencích. Skalice n. Svitavou, defilé u železniční trati

Rokytské slepence představují sedimenty **aluviálních kuželů**. Východně od **okrajového zlomu boskovické brázd** se zvedal hornatý terén, budovaný hlavně vyvrásněnými kulmskými příkrovy, překrývajícími společně s devonsko-karbonskými vápencovými příkrovy podložní brněnský batolit. V západním sousedství pohoří poklesávala plochá sedimentační pánev boskovické brázd. Existoval zde tedy náhlý přechod z hornatého terénu do plochého reliéfu podhorské pánve. Dílčími údolími mezi horami ústily do pánve aluviální kužely (ilustrační obr. 17). Transport probíhal hlavně ve formě hustých zvodněných proudů klastického materiálu, kdy se masa horninových klastů různé velikosti od drobných úlomků až po bloky gravitačně pohybovala směrem do pánve. V různé míře se uplatňoval i transport s významnější úlohou proudící vody, kdy docházelo k velikostnímu třídění klastů. Těmito procesy se akumulovaly vrstvy tvořené směsí různých velikých klastů v písčité a štěrkovité mezihmotě (obr. 19) a vrstvy tvořené velikostně lépe vytríděnými klasty bez mezihmoty. Jelikož dno pánve podél okrajového zlomu neustále poklesávalo, udržovaly se stále morfologické rozdíly mezi hornatou snosovou oblastí a dnem pánve. Tyto rozdíly byly vyrovnávány ukládáním nových a nových aluviálních kuželů, které překrývaly starší kužely.

## Hodiška

*Červené sedimenty centra pánve*

Exkurzní lokalitou je malý, dávno opuštěný lůmek v lese, v severozápadním svahu návrší Hodiška (410,1 m n. m.), 1 km jihovýchodně od středu obce Míchov. K lokalitě se nejlépe dostaneme po polní cestě, která odbočuje vpravo ze silnice Boskovice-Míchov a směřuje podél potoka Semiče k osadě Hodiška. Odbočka polní cesty je vzdálena cca 500 m severozápadně od křižovatky silnice Boskovice-Míchov se silnicí od Svitávky. Po cca 300–500 m nás polní (nyní už lesní) cesta dovede k lůmku, který je v lesním porostu po její pravé straně.



Obr. 20. Hodiška

Sedimenty náleží **letovickému souvrství** spodnopermského (autunského) stáří. Letovické souvrství vyplňuje stejnojmennou severní dílčí depresi boskovické brázdy a dosahuje mocnosti až **3000 m. Jedná se tak o nejmocnější litostratigrafickou jednotku celé pánve.** Sedimentární náplň tvoří převážně červeně až červenohnědě zbarvené pískovce, prachovce a jílovce. Šedě zbarvené sedimenty tvoří pouze podřízené polohy, tzv. obzory, které jsou odkryty na následující exkurzní lokalitě Bačov. Červeně, fialově nebo i zelenavě zbarvené sedimenty (někdy označované jako pestré vrstvy) vznikaly při střídání aridního a humidního klimatu s převahou aridních podmínek.

Na lokalitě jsou v malém profilu odkryty červené sedimenty. Jedná se o jemnozrné zřetelně zvrstvené pískovce, s šedými skvrnami a bioturbačními strukturami (obr.

21). Vrstevní plochy pokrývají lupínky muskovitu.



Obr. 21. Hodiška - červené jemnozrné pískovce ve stěně lůmku

## Bačov u Boskovic

*Šedé sedimenty centra pánve*

S šedými sedimenty Boskovické brázdy se můžeme seznámit v klasické oblasti Boskovicka ve třech starých lomech na šedé pískovce a prachovce, cca 0,5 km západně od Bačova. Lomy jsou situovány v prudké zalesněné stráni (obr. 23) a jsou známé také jako naleziště „Na Skalkách“. Nejlepší přístup je podél západního úpatí stráně. Další lokalitou je nevelký odkryv pelokarbonátů necelého 0,5 km jz. od Bačova, na severním úpatí návrší Hodiška (410 m n. m.), po pravé straně potoka Semiče. Odkryv je nenápadný a vystupuje skryt na okraji lesa, přímo naproti jižnímu cípu zalesněné stráně s lomy.



Obr. 22. Bačovské lokality



Na uvedených lokalitách a pak ještě na dalších místech v blízkém okolí Bačova (např. v zářezu silnice u starého dálničního tunelu) jsou odkryty **šedé sedimenty letovického souvrství**. Jedná se o šedě, hnědošedě až zelenošedě zbarvené laminované a tence



Obr. 23. Šedé vrstvy letovického s. ve starých lomech z. od Bačova

zvrstvené slídnaté prachovce a pískovce, ukládané převážně v jezerech nebo záplavových plošinách řek. Šedé sedimenty tvoří polohy (tzv. **obzory**) v převládajících červeně až červenohnědě zbarvených klastikách, se kterými jsme se seznámili na předchozí lokalitě Hodiška. V šedých obzorech se hojně vyskytují fosilie rostlin. Převládají větévky jehličnanů (*Walchia*), doprovázené listy kapradin a kmínky přesliček (obr. 25). Na popsané šedé sedimenty jsou vázány desítky cm mocné polohy jezerních jílovitých vápenců - **pelokarbonátů**. Jsou to hnědě až šedě zbarvené, zřetelně laminované, pevné a dobře štípatelné horniny. Pelokarbonátový horizont se nachází v profilu ve starých lomech západně od Bačova výše ve svahu, kde je ale z velké části vytěžený sběrateli zkamenělin. Na druhé navštívené lokalitě u Bačova a sice na severním úpatí návrší Hodiška jsou však pelokarbonáty dobře přístupné na nevelkém odkryvu a výchozu. Pelokarbonáty od Bačova jsou známé velmi hojnými nálezy kompletních

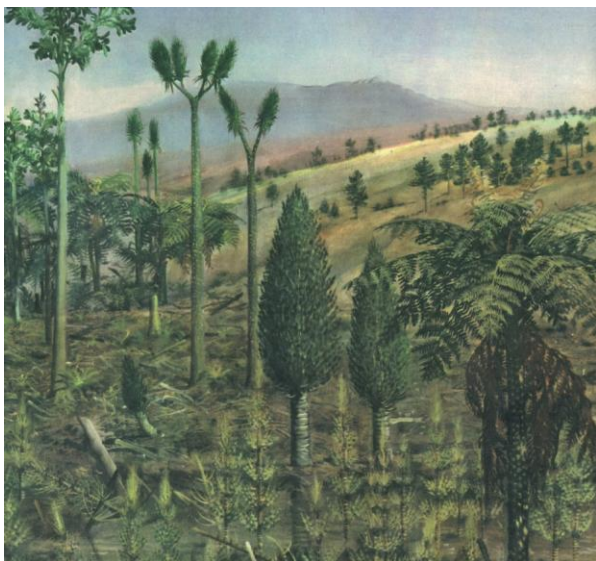
koster **paprskoploutvých ryb (paleoniscidů)**, a pak zejména **krytolebců** (obr. 24).



Obr. 24. *Discosaurus austriacus*. Orig, Z. V. Špinar - Z. Burian.

V oblasti Boskovic a Letovic leží více jedinečných nalezišť permských fosilií. Skutečně světový věhlas získala lokalita Obora, odkud pochází objevy **fosilního hmyzu** z šedých prachovců až jílovců (dosud popsáno 120 druhů).

Paleontologické nálezy i charakter sedimentů umožňují vytvořit si představu o vzhledu krajiny v centru boskovické brázdě během spodního permu (autunu), jak ukazuje obr. 25. V obdobích s humidním podnebím existovalo v centru pánve množství řek, jezer a močálů, jejichž břehy porůstala flóra složená hlavně z přesliček, kapradin a stromových plavin. Stále více se uplatňovaly i jehličnaté stromy, známé především pod rodovým názvem *Walchia*, vázané spíše na sušší stanoviště. Jejich větve byly do vodních nádrží splavovány vodními toky nebo přívaly. Spodní perm představuje ve vývoji rostlinstva přelomové období. V Evropě ze scény ustupují rozsáhlé pralesy kaprad'orostů a jsou nahrazovány porosty jehličnanů. Flóristickou



Obr. 25. Rekonstrukce krajiny v oblasti Bačova během humidních období ve spodním permu. V pozadí východní okraj boskovické brázdy se zvednutým variským pohořím. V popředí centrum pánve s vodními plochami obklopenými porosty stromových plavuní, kapradin, přesliček a kordaitů. Jehličnany zaujímaly spíše sušší stanoviště (walchie na svahu v pozadí). Orig. J. Augusta - Z. Burian..

změnu zapříčinila proměna podnebí související s geotektonickými procesy. Zatímco během karbonu převládalo v rovníkovém pásmu zásluhou přítomnosti moří vlhké a tropické klima podporující bujení pralesů kaprad'orostů, konzolidace pevnin do jediného superkontinentu Pangei vyvolala ve spojení s polohou v tropickém pásmu rozsáhlé vysušování a šíření pouští a polopouští. Aridní klima umožnilo rychlý rozvoj nahosemenných jehličnanů, které nebyly na půdní vlhkost zdaleka tak náročné jako kaprad'orosty. Ve vývoji Země hovoříme o přechodu mezi **paleofytikem** (obdobím dominance psylofyt a poté kaprad'orostů) a **mesofytikem** (obdobím dominance nahosemenných). Vodní nádrže oživovali četní obratlovci i bezobratlí. Hojnou složku fauny představovaly paprskoploutvé ryby, vzácnější byli sladkovodní žraloci. Obojživelníky zastupovali velmi hojní krytolebcí rodu *Discosauriscus* dosahující délky až 40 cm. (obr. 24). Nálezy discosauriscidů i ostatních obratlovců jsou vázány právě na polohy pelokarbonátů. Tyto jílovité vápence se ukládaly velmi pomalu v jezerech s nevětraným dnem, u něhož panovaly anoxické podmínky. Jelikož ukládání pelokarbonátů trvalo dlouhou dobu, stačily během času klesnout ke dnu mrtvá těla mnoha

krytolebců, která nebyla rozvlečena konzumenty mršín, protože kvůli nedostatku kyslíku nebylo dno příliš osídleno. Těla postupně pokryl jemnozrnný vápenito-jílovitý sediment, který je dokonale uchoval.

### Použitá literatura

- BRTNÍKOVÁ J. (2009): Geologický průvodce po vybraných lokalitách boskovické brázdy. – MS, bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, 29 pp. Brno.
- CHLUPÁČ I, BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J., STRÁNÍK Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – 436 pp., Academia. Praha.
- IVANOV M. (2003): Přehled historie paleontologického bádání v permokarbonu boskovické brázdy na Moravě – Acta Musei Moraviae, Scientiae Geologicae 88: 3–112.
- KODYM O., FUSÁN O., MATĚJKA A. (reds., 1967): Geological Map of Czechoslovakia 1 : 500 000. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- MELICHAR R. (1995): Tektonický význam boskovické brázdy. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1994: 64–66.
- PEŠEK J., HOLUB V., JAROŠ J., MALÝ L., MARTÍNEK K., PROUZA V., SPUDIL J., TÁSLER, R. (2001): Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. – 243 pp., Český geologický ústav. Praha.
- ŠIMŮNEK Z. (2003): Fytopaleontologické výzkumy v boskovické brázdě. – Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002: 150–151.

## MESOZOICKÝ POKRYV ČESKÉHO MASIVU

Vzhledem k tomu, že izolovaná variská korová doména Českého masivu tvořila během velké části mesozoika ostrovní oblast, tzv. **vindelickou pevninu** a další ostrovy, dochovaný sedimentární záznam je velice strohý. Na samotném území ČR pokračovala terestrická sedimentace z permu do triasu ve vnitrosudetské a podkrkonošské pánvi. Doklady triasové mořské transgrese se nachází při západním okraji Českého masivu v Německu, na našem území chybí. Jurské platformní sedimenty známe z maloplošných výskytů v severovýchodních Čechách, vyvělené podél lužické poruchy z podloží křídových sedimentů. Další výskyt platformní jury Českého masivu pak leží na jižní Moravě v okolí Brna, kde představují denudační relikt karbonátových hornin mělkého epikontinentálního moře, které zde vytvářelo průliv mezi jižním oceánem **Tethys** a **boreálním mořem** na severu. Spodní křída je zastoupena zřejmě písky rudických vrstev, které vyplňují paleokrasové deprese v Moravském krasu. Jejich stáří však není biostratigraficky doloženo a je odvozeno pouze ze superpozice k podložním jurským karbonátům a nadložním sedimentům svrchní křída. U Kuřimi byl nalezen relikt karbonátové brekcie, v jejíž základní hmotě byly nalezeny spodnokřídové foraminifery. Až sedimenty svrchní křída **české křídové pánve** mají však stratigraficky kompletnější záznam a významné plošné rozšíření. Pokrývají velkou část severní poloviny Českého masivu a dosahují mocností několika set metrů. Sedimentace v české křídové pánvi začala na úplném počátku svrchní křída v **cenomanu** (v některých částech dokonce možná na konci křída spodní) terestrickou sedimentací v dílčích pánvích. Ve svrchním cenomanu byla značná část Českého masivu zaplavena mořem při **cenomanské transgresi**. Při pobřeží sedimentovaly pískovce, v hlubších centrálních částech pánve pak slínovce, jílovce či prachovce. Doklady pro epikontinentální moře české křídové pánve, které stejně jako to jurské tvořilo propojení tethydního oceánu s boreálním mořem, jsou známy až do vyššího stupně svrchní křída **santonu**. Santonské sedimenty již nesou znaky ústupu moře.

## Olomučany – lom Hrubých

*Jurské karbonáty v blanském prolomu*

Neveliký lom Hrubých v polích východně nad Olomučany sloužil k místní těžbě stavebního materiálu (obr.27). Byl však před lety zavezen, postupně zarůstá a slouží coby skládka. Jediný aktuální přístup k horninám, které hostí jednu z nejbohatších amonitových faun v České republice, je z malé sběratelské jámy na okraji jihovýchodního cípu bývalého lomu (obr.29).



Obr. 26. Olomučany – lom Hrubých

Zde se po odkopání hlinitého a suťovitého materiálu můžeme seznámit se zašlou slávou této lokality, ze které je udáváno na 28 druhů amonitů. Tito amoniti jsou stáří **svrchní jury**, konkrétně stupeň **oxford**. Slínovce a vápence zde zastížené se ukládaly v mělkém epikontinentálním moři, které mezi stupni **callov** (střední jura) a **oxford** (svrchní jura) tvořilo průliv mezi jižním oceánem **Tethys** a **boreálním** (severním) **epikontinentálním mořem**. Kromě amonitů s nejhojnějším rodem *Perisphinctes* (obr.28), můžeme nalézt také rostra belemnitů (která jsou však většinou velice rozpadavá či vyloužená), schránky mlžů, úlomky ježovek či žraločí zuby.



Obr. 27. Historická fotografie lomu Hrubých. Foto Bárta 1960



Obr. 28. Amonit rodu *Perisphinctes*. 17,5 cm.  
Olomučany – lom Hrubých.

Jurské sedimenty se zde zachovaly díky poklesové struktuře **blanského prolomu**, který byl aktivní zřejmě již během svrchní jury a jistě před sedimentací české křídové pánve. Její sedimenty totiž leží na území blanenského prolomu v okolí Olomučan na jurských vápencích, kdežto mimo tuto strukturu, o pár desítek metrů dále, transgredovaly již přímo na horniny brněnského masivu.



Obr. 29. Současný stav lokality (říjen 2010) – přístupbohatě fosiliferní vápencům a slínovcům je pouze ze sběratelské jámy na jihovýchodním okraji lomu

## Rudka u Kunštátu

Česká křídová pánve v blanského prolomu

V lomu na sklářský písek pod vrchem Křib u Rudky u Kunštátu jsou odkryty sedimenty **české křídové pánve**, zde představující denudační relik, který se zachoval díky

zaklesnutí kůry v rámci struktury **blanského prolomu** (saxonská tektonika). Podloží křídové sekvence na lokalitě jsou metamorfity letovického krystalinika (náležící jednotce bohemicum), které však nejsou na lokalitě odkryty.

Obr. 30. Rudka u Kunštátu



Křídový sled (obr.33) začíná pískovci až písky, které jsou terestrického (**fluviální** či **lakustrinní**) a zřejmě i brakického původu. Jsou místy pestře zbarveny oxidy a hydroxidy Fe atd. Ve sledu pískovců a písků se vyskytují vložky slepenců a aleuropelitů. Aleuropelity mívají tmavou barvu díky organické příměsí. Tyto sedimenty náleží **perucko-korycanskému souvrství**, konkrétně k členu **peruckých vrstev**. Na jiných lokalitách poskytli především prachovcové polohy flóru s jehličnany (*Pinus*, *Sequoia*) a krytosemennými rostlinami (*Magnolia*, *Platanus*). Jejich stáří je jistě spodno- až středno-cenomanské, výskyty spor a pylů z některých lokalit české křídové pánve nevyklučují dokonce ani spodnokřídové, albské stáří báze peruckých vrstev. Sedimentace peruckých vrstev byla omezena na předkřídové deprese v nepenizovaném reliéfu Českého masivu či na tektonicky poklesávající kry. To platilo také pro blanský prolom, díky kterému zde sedimentace začala velice brzy a jedná se zde pravděpodobně o vůbec nejstarší výplň české křídové pánve.

Z báze peruckých vrstev jsou z lokality uváděny železem výrazně nabohacené polohy pískovců a slepenců, ale díky rekultivaci lomu již nejsou dobře odkryty. Tzv. **železivce** jsou sekundární akumulace oxidů a hydroxidů Fe z proudících fluid na místech zlomů, na rozhraní se žilnými tělesy či s porézními tělesy (hrubozrnné pískovce a slepence),

v místech styku Fe nabožených fluid s meteorickou okysličenou vodou apod. Vytvářejí se také volně rozptýlené konkrecionální útvary. Zdrojem Fe ve fluidech jsou zřejmě produkty zvětrávání neovulkanitů a také glaukonitu z mořských sedimentů, jako je tomu nejspíše zde na lokalitě Rudka. V nedalekém okolí, u Letovic (např. u Rozhraní), byl na několika místech odkryt pod bázi křídý zvětralinový horizont, který je tvořen pisolitickými Fe rudami, které byly pokusně těženy.



Obr. 31. Ichnofosilie typu *Ophiomorpha* v hrubozrnných pískovcích korycanských vrstev. Rudka.

V nadloží pestře zbarvených terestrických písků a pískovců leží jsou hrubozrnné až středně zrnité pískovce šedavé až zelenavé barvy. Ty převažují ve většině mocnosti tohoto intervalu. Zelená barva je odrazem přítomnosti jílového minerálu **glaukonitu**, jehož přítomnost je charakteristická pro **mořské prostředí**. Mořský původ těchto šedozelených písků a pískovců dokládají také typické **mořské ichnofosilie** – většinou vertikální rourky ichnorodu *Ophiomorpha* (obr. 31), spleť úzkých chodbiček *Thalasinoides* a další. Jedná se o druhý litostratigrafický člen perucko-korycanského souvrství, **korycanské**

**vrstvy**. Ty jsou řazeny např. nálezy stratigraficky významných mlžů *Inoceramus pictus* ke svrchnímu cenomanu. Kromě ichnofosilií však v korycanských vrstvách zde na lokalitě nejsou makrofosilie hojné. Soubor korycanských vrstev ukončují polohy velmi jemnozrnných pískovců až prachovců. Vznik těchto sedimentů je spojen s významnou **cenomanskou transgresí**, při které se celosvětově výrazně zvedla úroveň mořské hladiny a terestrickou sedimentaci tak v české křídové pánvi vystřídala sedimentace mořská. Pánev se postupně prohlubovala což se odrazilo právě v do nadloží zjemňujícím se sledu (hrubozrnné pískovce – prachovce).



Obr. 32. Rekonstrukce dna svrchnokřídového moře. Na dně mlži rodu *Inoceramus* a další fauna. Orig. P. Modlitba.

Na korycanské vrstvy se po hiátu, který je spojen buď s podmořskou erozí či značným zpomalením sedimentace na hranici mezi cenomanem a turonem, usadilo nejmladší těleso křídových sedimentů. To odpovídá **bělohorskému souvrství**. Jedná se o světle šedé až okrové vápnité prachovce až slínovce či velmi jemnozrnné pískovce, které se dají označit vžitým lidovým termínem „opuka“. Místy je patrna výrazná bioturbace. Vznik těchto sedimentů je vázán na další křídovou **transgresi - turonskou**. Při ní se opět výrazněji prohloubilo epikontinentální moře české křídové pánve a za stavu vysoké hladiny vznikaly sedimenty hemipelagického charakteru. Fauna (obr. 32) je zastoupena především charakteristickými mlži rodu *Inoceramus*, kteří se na lokalitě poměrně hojně nalézají. Dobře přístupné jsou bazální polohy bělohorského souvrství v jihozápadním cípu lomu, kde lze fosilie pohodlně sbírat.

Výskyt druhu *Inoceramus labiatus* datuje tyto horniny do **spodního turonu**.

Lokalita je velmi instruktivním profilem se záznamem svrchnokřídové transgrese, započaté terestrickou sedimentační etapou, následovanou marinním, do nadloží se zjemňujícím sledem.

ŠVÁB, E. (1961): Příspěvek ke geologii jury a křídly mezi obcemi Olomučany a Rudice na Blanensku. – MS. diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, MU, Brno.

### Použitá literatura

CHLUPÁČ I, BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J., STRÁNÍK Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – 436 pp., Academia. Praha.

SKOČEK V. - VALEČKA J. (1990) : Litoeventy v české křídové pánvi. VÚÚG, 65, 1, 13-28. Praha.

ŠEDIVÝ, J. (2005) : Geologicko-petrologická charakteristika jurského rohovce u Olomučan (Moravský kras). MS, bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, 34 pp. Brno.



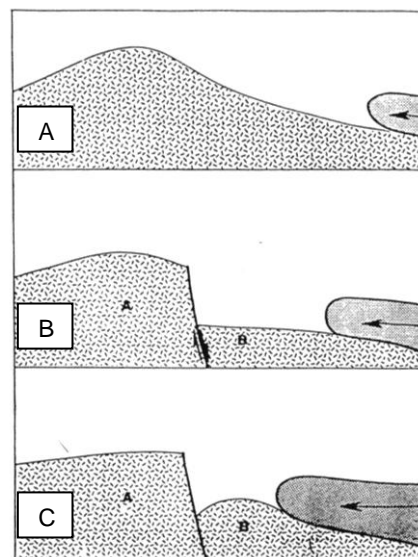
Obr. 33. Rudka u Kunštátu – přechod z pískovců do prachovců a spongilitů.

## MIOCÉN KARPATSKÉ PŘEDHLUBNĚ

Karpatská předhlubeň z východu navazuje na **alpskou předhlubeň**, se kterou tvoří původně společný mořský sedimentační prostor. Z hlediska pozice v rámci alpsko-karpatského orogénu představují **předpolní pánve (foreland basins)**, které se vyvíjely v předpolí vyvrasňovaných příkrovů vlastního pásemného horstva. Příkrovy byly nasouvány jeden na druhý a všechny společně na evropskou platformu. Její okraj se vlivem zatížení začal prohýbat a před orogémem tak vznikl protáhlý depoziční prostor, ležící na ohnuté evropské desce. Na konci spodního miocénu (ve stupni karpátu) však bylo nasouvání Alp završeno, celá předalpská oblast vyzdvižena, v důsledku čehož odtud moře definitivně ustoupilo. Zatímco Alpy svůj postup zastavily, nasouvání karpatského oblouku pokračovalo dál a v karpatské předhlubni dále přetrvávala mořská záplava.

Ve **spodním badenu (na počátku středního miocénu) dosáhla marinní transgrese v karpatské předhlubni maximálního rozsahu**. Příčiny měly hlavně tektonický ráz (obr. 34). Evropská platforma (de facto brunovistulická část českého masivu a jeho paleozoický až paleogenní pokryv) byla flyšovými příkrovy značně zatížena. Její okraje se ohýbaly dolů pod nasouvané příkrovy a zbytek platformy se důsledkem ohýbání vyklenoval vzhůru. Namáhání českého masivu zesílilo natolik, že vnější ohnuté okraje byly nakonec odděleny od zbytku platformy příkrými poklesovými zlomy. Tektonicky izolované kry platformy před čely příkrovů rychle zaklesávaly a prohlubovaly mořský sedimentační prostor. To vedlo k transgresi na tyto kry a k ukládání mocných akumulací **šterkovitých a písčitých klastik**, představujících pobřežní valy, kosy, plážové sedimenty, ale i delty. Zlomové oddělení periferních částí platformy způsobilo, že na zbytek evropské desky přestala působit hmotnost nasouvaných flyšových příkrovů. Kvůli náhlemu odlehčení začalo i vyklenutí platformy poklesávat a transgredující moře zaplavilo širokou zónu českého masivu (Drahanskou vrchovinu, Nízký Jeseník, brakické okrajové pánvičky se nacházely až u České Třebové). Typickým sedimentem druhé

fáze spodnobadenské transgrese jsou **tégly s tělesy ruduchových a mechovkových vápenců**. Transgrese proběhla velmi rychle, protože tégly nasedají na své podloží většinou ostře bez jakýchkoliv přechodů. Druhá fáze spodnobadenské transgrese byla umocněna celosvětovým esutatickým zdvihem hladiny oceánů.



Obr. 34 Spodnobadenská transgrese v karpatské předhlubni. A - Vyklenování platformy důsledkem zatížení jejích okrajů nasouvanými příkrovy (po celý spodní miocén). B - Zlomové oddělení okrajů platformy kvůli mocnému zatížení. C - První fáze spodnobadenské transgrese - klastické uloženiny.

Ještě ve spodním badenu však v důsledku dosunutí flyšových příkrovů na Ostravsku a v Polsku byly jižní části karpatské předhlubně vyzdviženy a moře odsud ustoupilo. Marinní vývoj pokračoval jen v severní a východní části (v ČR na Ostravsku a Opavsku, dále pak v předpolí severní a východní části karpatského oblouku).

### Nemojany – pískovna

Exkurzní lokalitou je opuštěná pískovna v Nemojanech. Dostaneme se na ni snadno po úzké neasfaltované příjezdové cestě, která odbočuje vpravo ze silnice Nemojany-Račice, cca 170 m před východním břehem (hrází) rybníku Chobot. Po asi 70 m vyústí příjezdová cesta v poměrně velkém odkryvu s vysokou severovýchodní stěnou (obr. 36).



První fázi spodnobadenské transgrese v karpatské předhlubni doprovázelo ukládání klastických sedimentů v příbřežní a mělčí okrajové zóně mořské pánve. V literatuře je často najdeme pod označením **badenská bazální** (nebo **okrajová**) **klastika**. Tyto sedimenty formovaly různé pobřežní valy a kosal, tvořily pláže nebo to jsou uloženiny kuželových delty (fan-delt) progradujících do moře. Jedná se o písky a štěrky, vyznačující se v různých částech předhlubně jiným lokálně specifickým složením. Vždy obsahují takový horninový materiál, který tvoří nejbližší okolní snosovou oblast (jsou tedy provenienčně místní). Badenská bazální klastika mají v jednotlivých částech pánve různé místní názvy: **trokotovické štěrky** (jižní část předhlubně), **brněnské písky** (Brněnská kotlina), **lutrštétské**, **terešovské**, **ondratické** a **brodecké písky** (Vyškovsko, Prostějovsko). V ostravské části předhlubně jim odpovídá tzv. „detrit“.



Obr. 36. Severovýchodní stěna pískovny v Nemojanech. Na badenská klastika nasedají s úhlovou diskordancí kvarterní svahové uloženiny.

V pískovně jsou odkryty **brodecké písky** i když toto označení není vzhledem k převážně psefitickému charakteru sedimentů nejvhodnější (obr. 37, 38). V profilu lze dobře

pozorovat mírně ukloněné vrstvy štěrků a štěrkovitých písků (obr. 37). Ve štěrkovém materiálu převažují ostrohranné a poloostrohranné klasty kulmských drob a břidlic, méně lulečských slepenců (obr. 38). Hojnou příměs tvoří oválné klasty různých krystalinických hornin, které byly do štěrků právě z těchto slepenců redeponovány (asi 600 vjv. od pískovny se nachází exkurzní lokalita Luleč, viz strana 12). Složení sedimentů tedy odpovídá okolní zdrojové oblasti - kulmskému myslejovickému souvrství drob a lulečských slepenců. Sedimenty pravděpodobně představují hrubozrnnou **kuželovou deltu (fan-deltu)**, která z Dražanské vrchoviny progradovala do předhlubně.



Obr. 37. Vrstvy štěrků a štěrkovitých písků. Ojedinelé se vyskytují i ostrohranné klasty s délkou v prvních dm.



Obr. 38. Ostrohranné klasty kulmských drob a břidlic, dále oválné klasty světlých krystalinických hornin z lulečských slepenců



## Hřebenatkový útes u Rousínova

V jihovýchodním okolí Brna se nálezá množství lokalit, na kterých jsou odkryta tělesa badenských vápenců. Jednou z takových lokalit je PP Hřebenatkový útes nad Rousínovem - Kroužek. Výchozy jsou situovány při hraně západního zalesněného svahu, kam se dostaneme nejlépe cestičkou od parkoviště u místního hřiště.



Na několika izolovaných skalkách zde můžeme pozorovat **ruduchové vápence** (dříve též „litavské“, „lithothamniové“ či „řasové“) v mocnosti přibližně 2 m, které se v jižních částech karpatské předhlubně vyskytují **ve vyšších částech sledů spodnobadenských téglů**. Pouze na vnějším z. a sz. okraji současné předhlubně vystupují přímo na předbadenském podkladu (a většinou s pelity v nadloží) a lokálně je prokazatelná jejich souvislost s mořskou transgresí. V nadloží vápnných jíílů se objevují prakticky pouze ve



Obr. 39. Izolované skalky řasových vápenců s hojnými mlži na lokalitě Hřebenatkový útes.

výchozech v. od Brna, jako je tomu právě na této lokalitě. Řasové vápence mají proměnlivý obsah siliciklastik (0- 50%) a přecházejí až do vápnných pískovců bez jakékoliv příměsi organické složky. Z fosilií v nich převažují nečlámkované červené řasy a foraminifery s vápnnými i aglutinovanými schránkami. Téměř na všech lokalitách se vyskytují velké foraminifery spolu se schránkami serpulidních červů a mechovek, častí jsou i mlži (pectenidní formy – hřebenatky), plži a ostnokožci. Pravidelně se objevují ostrakodi, zuby a šupiny ryb.



Obr. 40. Detail řasového vápence s měkkýši na lokalitě Hřebenatkový útes.

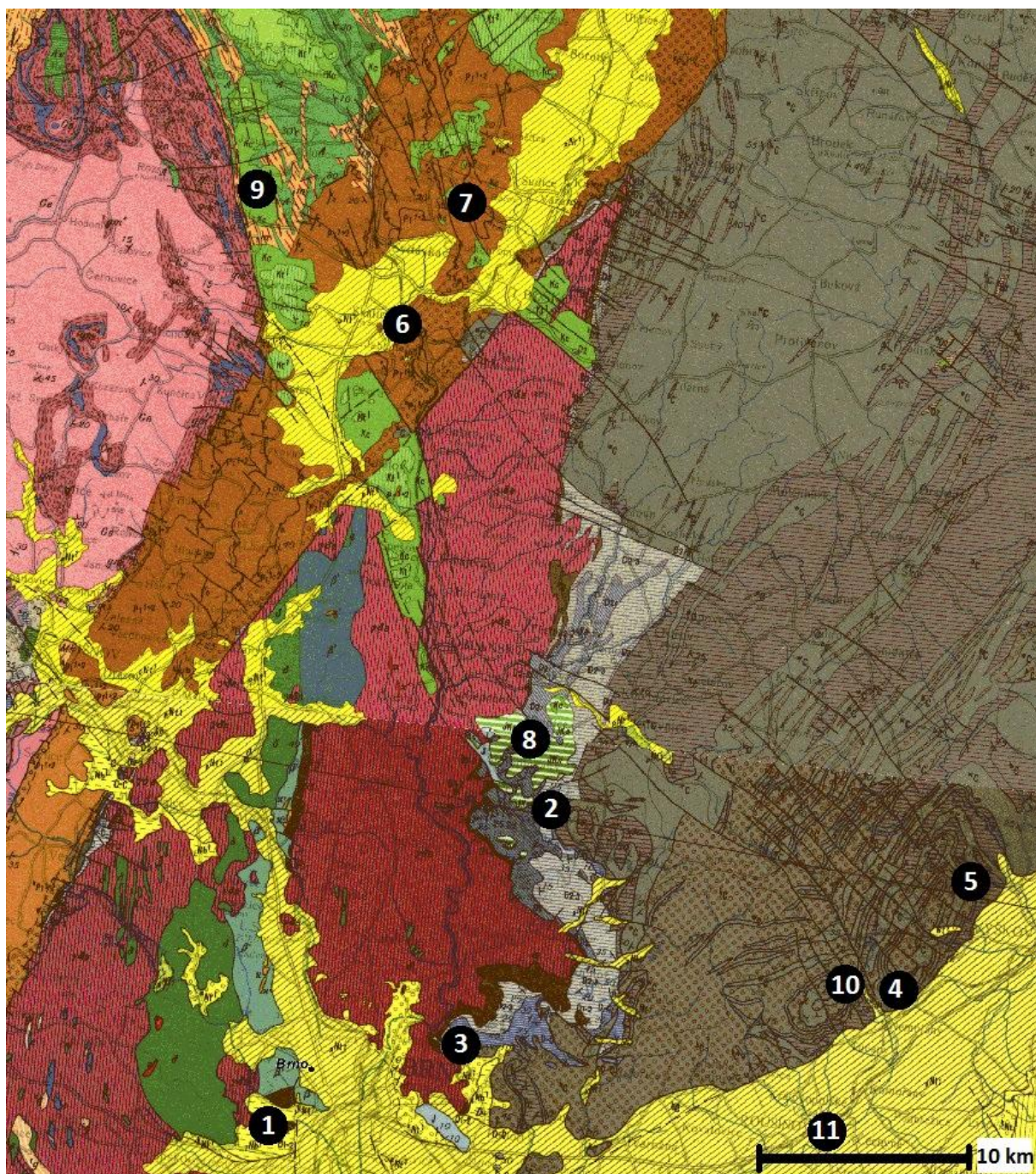
V minulosti byly ruduchové vápence považovány za sedimenty transgresní i regresní, vznikající v subtropickém klimatu a mělkovodních podmínkách, což bylo často v rozporu s interpretacemi okolních pelitů (spodní sublitorál až svrchní batyál). Novější výzkumy spodního badenu ukázaly odlišnou interpretaci ruduchových vápenců karpatské předhlubně na Moravě. V ruduchových vápncích jsou přítomné facie spojované v recentu s tvorbou „chladnovodních“ (=netropických) karbonátů ve Středozezemním moři. Tvoří se v subtropickém až teplejším mírném prostředí. Některé facie a jevy ukazují na hloubky vyšší než 90 m. Ruduchové vápence se vyskytují v pelitech pouze do paleohloubek 250 m, ve vápnných jílech z větších hloubek zcela chybějí.

### Použitá literatura :

DOLÁKOVÁ, N. - BRZOBOHATÝ, R. - HLADILOVÁ, Š. - NEHYBA, S. (2005): Ruduchové vápence spodního badenu karpatské předhlubně na

Moravě a jejich paleogeografické svědectví. In 6. *Paleontologický seminář*. Olomouc : Universita Palackého, Olomouc, 2005. ISBN 80-244-1111-3, s. 16-17. Olomouc.

CHLUPÁČ I, BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J., STRÁNÍK Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – 436 pp., Academia. Praha.



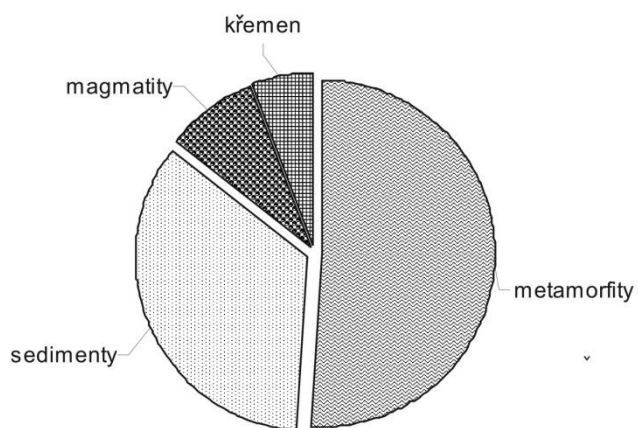
Příloha 1. Výřez z geologické mapy 1: 200 000 (Buday et al. 1973) s vyznačenými polohami popisovaných lokalit.

1. Brno – Červený kopec
2. Josefov
3. Brno – Lesní lom
4. Luleč
5. Opatovice u Vyškova
6. Skalice n. S.
7. Bačov
8. Olomučany – lom Hrubých
9. Rudka u Kunštátu
10. Nemojany
11. Rousínov – Hřebenatkový útes

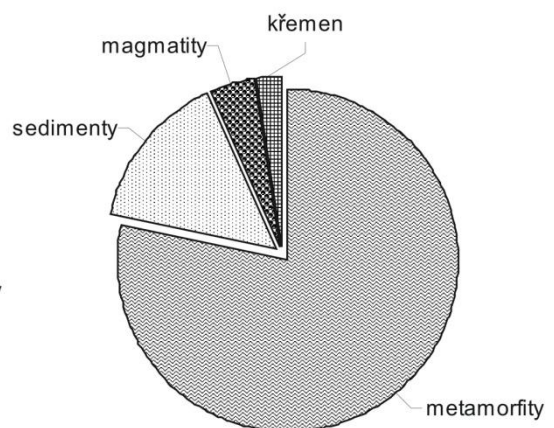


Příloha 2. Ukázka makrofosilií z Lesního lomu : A – pygidium proetidního trilobita, hádsko-říčské váp.; B – brachiopodi, hádsko-říčské váp.; C – koloniální rugózní korál, vilémovické vápence; D – solitérní rugózní korál, vilémovické vápence.

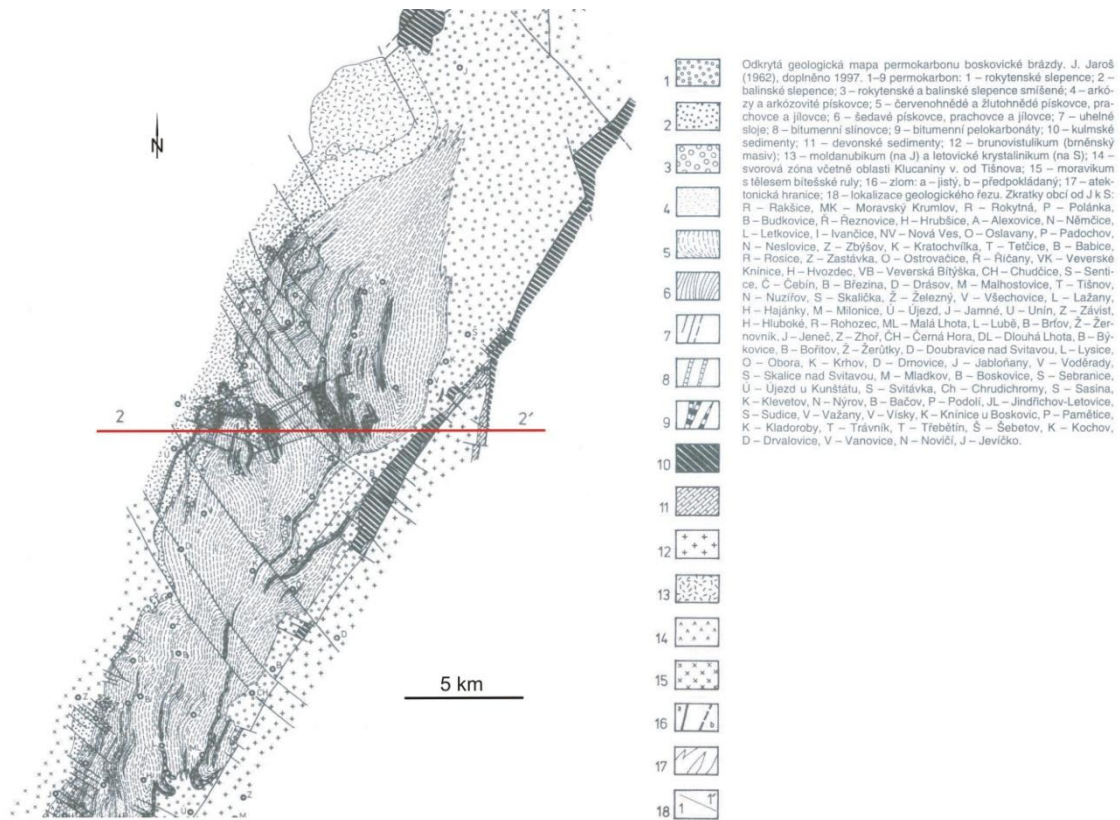
**račické slepence - materiál valounů**



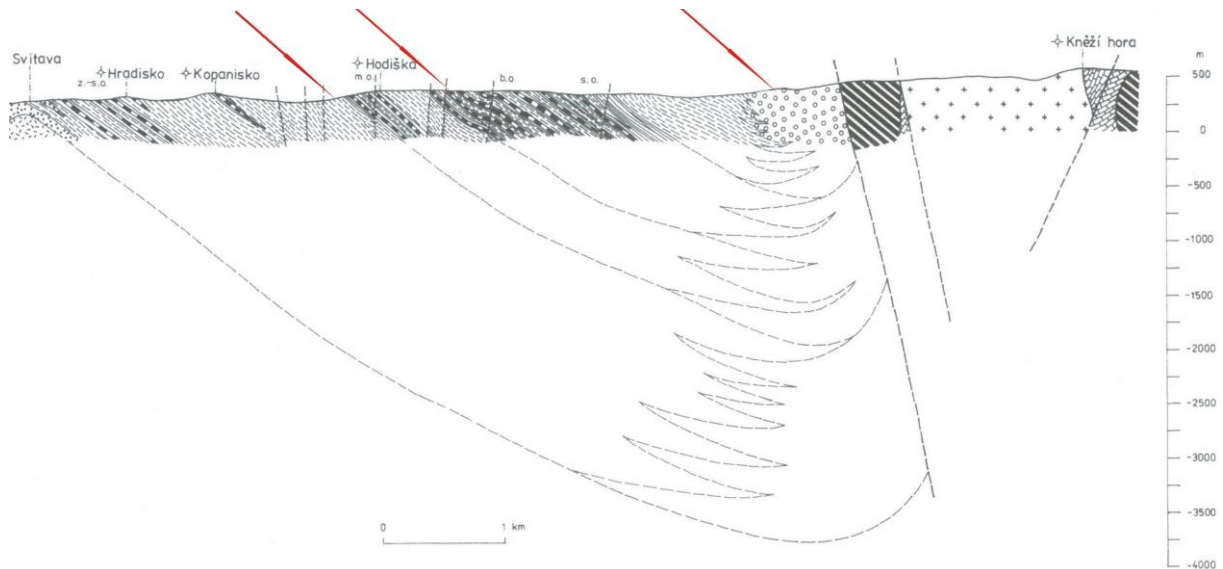
**lulečské slepence - materiál valounů**



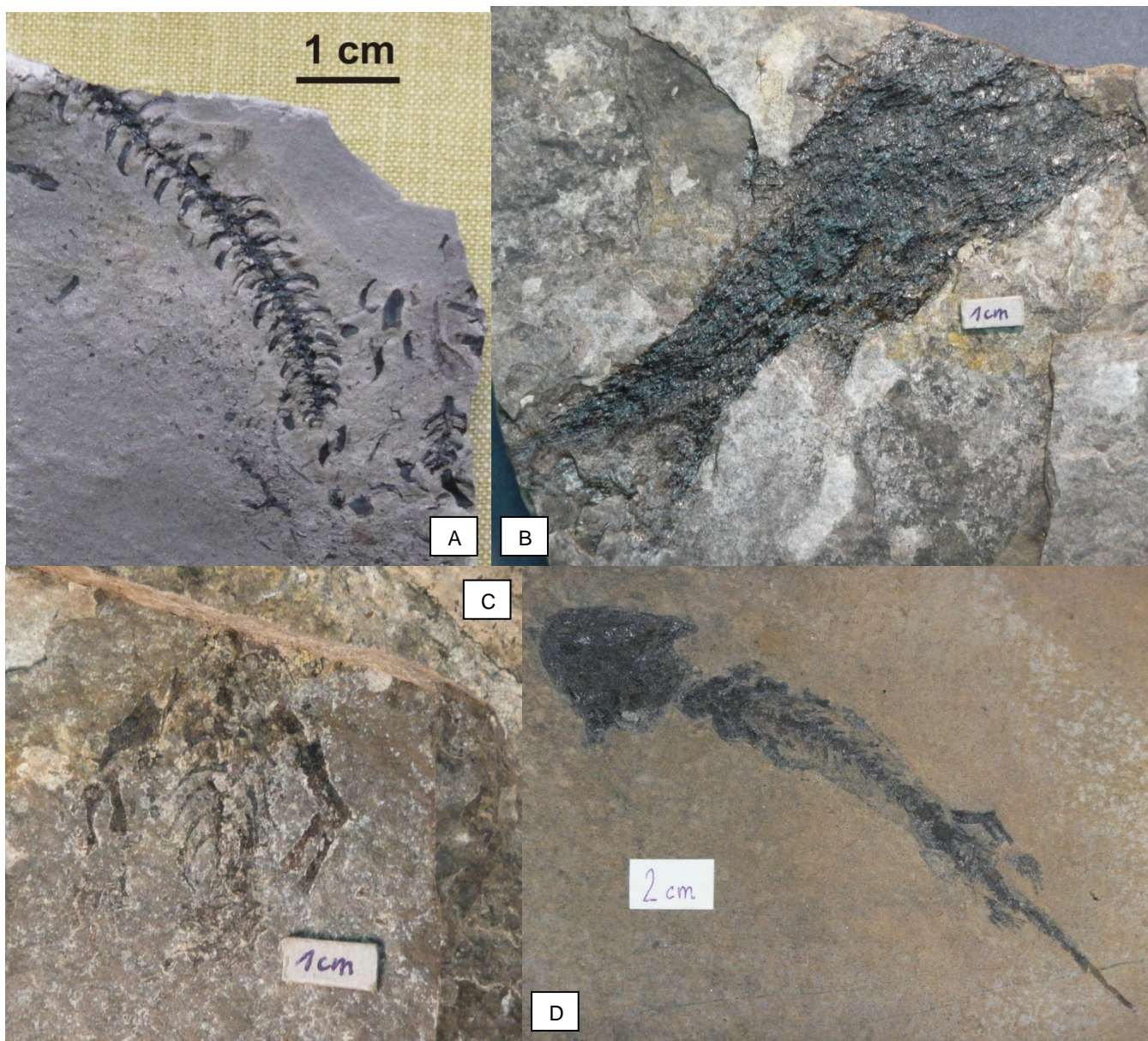
Příloha 3. Složení psefitických klastů ve slepencích myslejovického souvrství. Upraveno podle Štelcla (1960).



Příloha 4. Litofacie letovické deprese. Červenou linií znázorněn řez na příloze 5. Převzato z Peška et al. (2001).



Příloha 5. Geologický řez navštívenou oblastí boskovické brázd, pozice popsaných lokalit označena šipkami (řez 2 - 2' z přílohy. 4, ze západní strany zkráceno). Převzato z Peška et al. (2001). Legenda viz příloha 4.



Příloha 6. Ukázky fosilií z lokality Bačov: A – větevka jehličnaté walchie; B – trup a ocas paprskoploutvé ryby; C - Zadní končetiny a ocas krytolebce; D – krytolebec rodu *Discosauriscus*; E – větevky kaprad'osemenné rostliny a jehličnanů (dole typický rod *Walchia*).





Příloha 7. Ukázky fosilií z platformního pokryvu Českého masivu z okolí Brna : A, B – svrchnojurští amoniti z lokality Olomučany – lom Hrubých; C – žraločí zub z lokality Olomučany – lom Hrubých; D – svrchnokřídový mlž rodu *Inoceramus* z lokality Rudka u Kunštátu.