

Paratethys a neogén na Moravě

Část II
Neogén na Moravě

IIc
Karpatská předhlubeň (baden) a Hornomoravský úval

(výběrová přednáška)

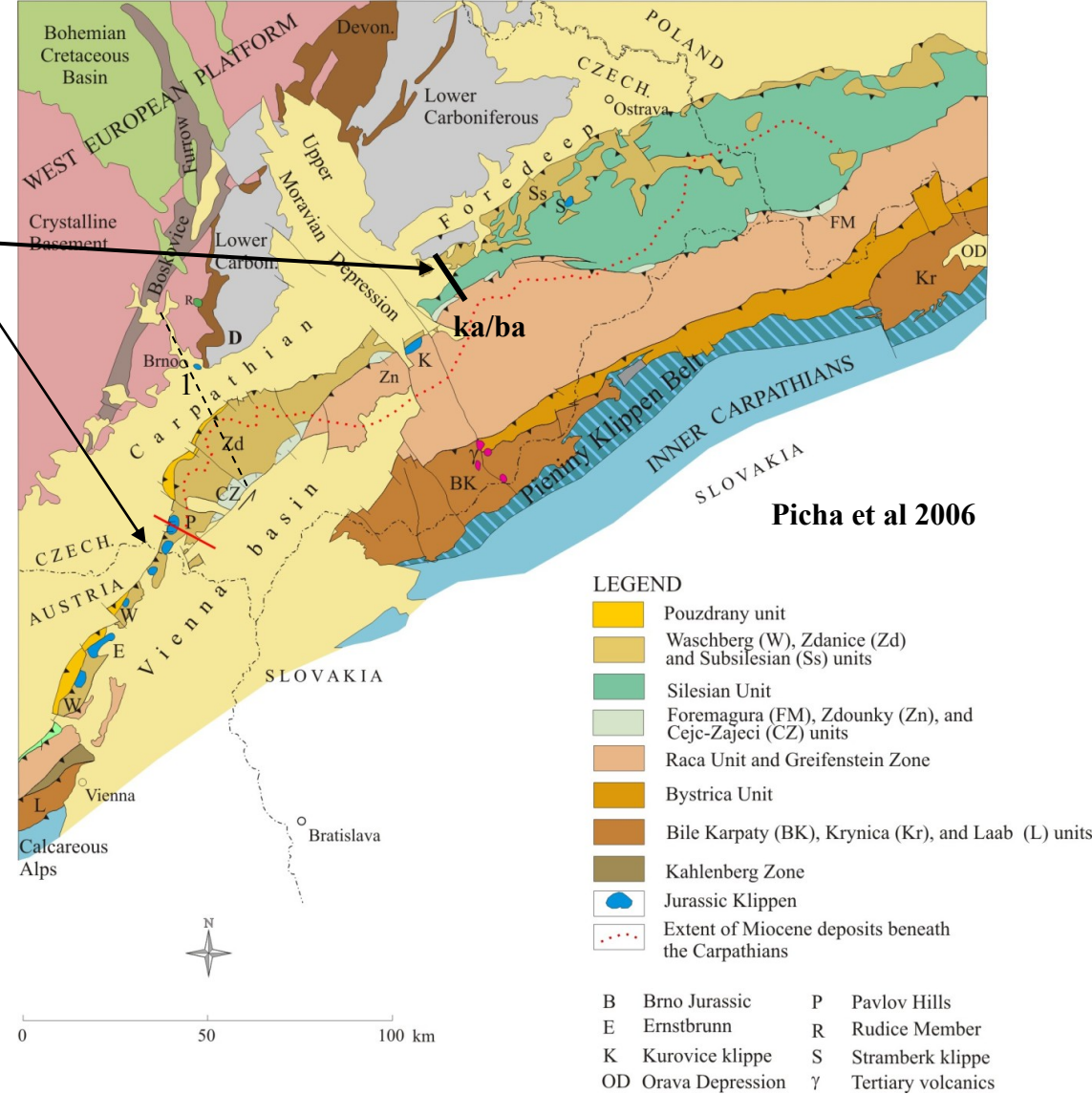
2015

Rostislav Brzobohatý

Baden

Po dosunutí čela příkrovů v prostoru mezi Mikulovem a Hranicemi n. M. do dnešní pozice dochází k nové mořské transgresi do celé rozdílně poklesávající karpatské předhlubně. Báze badenu není tedy všude synchronní.

Vedle výrazných příčných depresí (na jihu např. nesvačilský příkop (1), na severu karvinsko-bohumínská deprese) se zvedá i podélná elevace sv.- jz. směru, slavkovsko-těšínský hřbet, lemovaný zvnějšku mořskou pánví rozsáhle komunikující ve vrcholné fázi transgrese s celou Centrální Paratethydou a jejím prostřednictvím se světovým oceánem.



Ma	Gradstein et al. (2012)		Epoch	Mediterranean Stages	Paratethys Stages		Plankton Zones Wade et al. (2011)	Nannoplankton		Sr isotope age of <i>Hygophum hygomii</i> otoliths	3th Ord. Seq. Hardenbol et al. (1998)																			
	Polarity Chron							Martini (1971)																						
13		C5Ar2n	MIDDLE	Serravallian		Late				13.02	12.829																			
		C5AAn									13.82	Badenian	Middle	Upper Lagenidae Zone	13.77	M7 <i>Fohsella periferocuta</i> Zone	13.53	TB 2.5												
		C5ABn																15.023	Langhian	Lower Lagenidae Zone	14.24	M6 <i>Orbulina suturalis</i> Zone	14.357	13.6 Serr 2						
14		C5ACn																						15.10			14.91	M5 <i>Praeorbulina sicana</i> Zone	14.40	13.82
		C5ADn																												16.38
		C5Bn1n		15.974	Burdigalian				15.88	14.8Ln2/Serr1																				
15		C5Bn2n								16.303						15.032	TB 2.3													
		C5Cn1n															16.303													
		C5Cn2n																												
16		C5Cn3n										TB 2.2																		

2) Stratigraphic chart (after Wernicke et al. 2014 modified) with Sr isotope ages of *Hygophum* otoliths measured from the Aquitana Basin (*1, Late Langhian, Lower Langhian) and the Carpathian Foredeep (*2, Bro-Kalovo Pale locality, Middle Badenian).

Sedimentace badenu začíná v Kp **iváňskými vrstvami** a po diskordanci pokračuje **sutěmi a sut'ovými brekciemi většinou kontinentálního původu** v hlubokých depresích předbadenského reliéfu (Brněnsko – viz např. Kamenný vrch, Dražanská vrchovina – viz např. údolí mezi Pístovicemi a Drnovicemi, Ostravsko – chybí formální název jednotky, většinou přechody do nadložních klastik), pokračuje různými typy klastik již mořského původu považovanými podle pozice v pánvi za bazální nebo okrajová. Tyto petromiktní písky a šterky mají velmi různé složení a sestavení, které je odvislé od lokální proveniencie materiálu a pozice v sedimentačním prostředí. Obsahují závalky starších miocenních hornin, redepozice starších faun (v okolí Brna a Oslavan i rzehakie), v jílovitých vložkách pak autochtonní badenskou mikrofaunu. Ve spektru těžkých minerálů v nich prakticky všude výrazně dominuje granát. Patří k nim např. **troskotovické šterky** v jižní části předhlubně, **brněnské písky** vyplňující především Brněnskou kotlinu, **lutrštétské, terešovské, orlovické, ondratické a brodecké písky** na Vyškovsku a Prostějovsku a tzv. „**detrit**“ (**debowiecký člen**) na Ostravsku, který obsahuje těž četné skluzy a sesuvy. Zmíněné písky a šterky jsou různě hodnoceny jako sedimenty pláží, pobřežních valů, lineárních pískových valů a kos. Současně s nimi, popř. v jejich nadloží se již ukládaly v hlubších a od břehu vzdálenějších částech pánve karbonátické nevrstevnaté jíly („tégly“). Tato první fáze spodnobadenské předhlubně byla prostorově omezena na tzv. ústřední badenskou depresi přilehlou okrajům čel příkrovů. Vznikla lokálním tahovým napětím a poklesem vrcholové části podélně vyklenutého předpolí.

Ráz badenské předhlubně se od spodnomiocenní liší (Eliáš et Pálenský, 1998):

- největší mocnosti sedimentů dosahuje na S (Ostravsko), > 1000 m,
- vzniká nejprve jako úzký příkop (ústřední deprese) o šířce 5-7 km (bludovický a dětmarovický výmol, Moravská brána)
- blíží se riftovým strukturám – tahové napětí.

Časová sukcese:

- sp. miocén – násuny příkrovů => flexurní prohyb platformy, tvorba výdutě v předpolí + eroze,
- ka/ba => lokální tahové napětí – vznik zaklesávající ústřední deprese zlomově omezené, na Ostravsku se v podélném směru lomí do směru Z – V a má tedy polygonální průběh, sedimentace hrubších klastik
- baden – rychlé zahlubování – bočních údolí, zvedání slavkovsko těšínského hřbetu jako reliktu vnitřního křídla výdutě (elevační struktura omezená zlomy), pokles předpolí spojený s transgresí na Z do ČM (druhá (? třetí) fáze badenské transgrese), sedimentace především vápnitých jílu – tégly a ruduchových vápenců.

FLEXURAL PLATE INVERSION (Cogan et al. 1993)₈₅

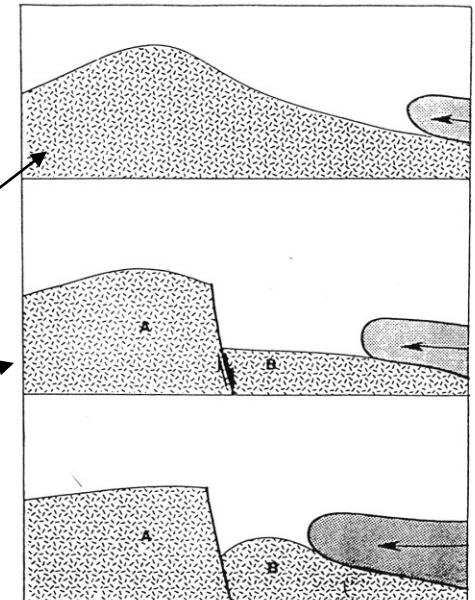
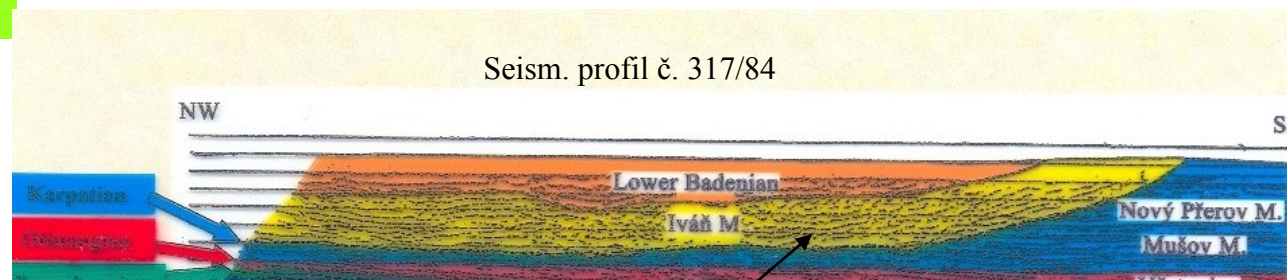


Figure 21. Conceptual model for the development of flexure in separate fault blocks. Detailed description given in text.



Iváňské vrstvy (Adámek 2002) jsou transgresivně uloženy se zřetelnou úhlovou diskordancí na laaském souvrství. Spodní část vrtev tvoří drobnozrnné písčité štěrky a hrubozrnné písky ve stropě s intraklasty jílu (Petrová et al. 2005). Tato poloha obsahuje vzácné, převážně redeponované mikrofosílie (Tomanová Petrová & Švábenická 2007).

Pro vyšší pelitickou část vrstev jsou charakteristické světle šedé a zelenavě šedé vápnité jílovce, naspodu s laminami a vložkami písků. Časté jsou čočkovité vložky tmavých jílovců a fragmenty schránek měkkýšů. Raněbadenské stáří této sekvence prokázaly Tomanová Petrová & Švábenická (2007) mikrobiostratigrafickým studiem vrtů Iváň-1 a Vranovice-1. Foraminiferový plankton *Globorotalia bykovae*, *Paragloborotalia mayeri*, *Globigerinoides bisphericus*, *Praeorbulina sicana*, *P. glomerosa circularis* a benthos. *Uvigerina macrocarinata*, *U. accuminata*, *Pappina primiformis* náleží zóně M5b (sensu Berggren et al. 1995), která je korelována s badenem Centrální Paratethydy. Ranný baden (zóna NN5 sensu Martini 1971) dokládá i vápnitý nanoplankton *Helicosphaera waltrans*, *H. walbersdorfensis*, *Shenolithus heteromorphus*.

Na základě druhů s širokým stratigrafickým rozsahem ve společenstvech foaminifer i nanoplanktonu a dobře zachovanými redepozicemi s významným spodnomiocenním druhem *Globigerina ottangensis* byly iváňské vrstvy donedávna kladeny do nejvyššího karpátu (Adámek et al. 2003, 2005).

Iváňské vrstvy se uložily v relativně mělkovodním mořském prostředí s normální salinitou. Rychlé střídání paleoekologických podmínek (kolísání vodní hladiny, cirkulace teplých dobře prokysličených povrchových vod schladnými dnovými vodami s nízkým obsahem kyslíku aj.) svědčí o sedimentaci v oblasti sublitorálu až svrchního bathyálu (Tomanová Petrová & Švábenická 2007). V Dolním Rakousku odpovídá iváňským vrstvám grundské souvrství sensu Roetzel et al. (1999), kladené v současnosti do ranného badenu. Na jižní Moravě jsou iváňské vrstvy uváděny z jihovýchodní části pohořelické deprese od Nosislavi k Novému Přerovu (Adámek et al. 2003 aj.).

Zmínka o raněbadenských vrstvách (Grunder Schichten) v tomto území je od Grilla & Bürgela (1943) z vrtu Weisstätten (Pasosohlávky)-1. S iváňskými vrstvami byly korelovány i grundské vrstvy na Znojemsku u Hnánic řazené Cichou (1995) do karpátu. Mocnost iváňských vrstev je cca 200m.

Vyšší transgresivní cyklus badenu má v karpatské předhlubni naspodu bazální klastika a v nadloží vápnité jíly – „tégly“.

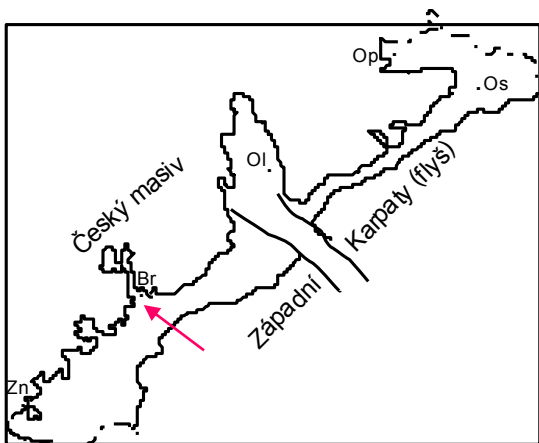
Bazální (a okrajová) klastika :

brněnské písky:

rozšíření: brněnský masív a jeho deprese, jz. okraj boskovické brázdy, v. okraje paleozoika Moravského krasu, v sz. pokračování nesvačilského příkopu mocnost až 190 m,

litologie: šedé, šedožluté, rezavé písky a štěrky, hojně nepravidelné i bochníkovité karbonatické (i více než 50 % karbonátů) konkrece (viz šipky, až x m) nezávislé na texturách sedimentů, místy bílé vápnité konkrece v pružích, závalky (sterilní jíly = cca ottang; šlíry = karpát, tégly = synchronní, baden), redeponované rzehakie, ve štercích místy i velké bloky, písky většinou dobře tříděné, často výrazné šikmé zvrstvení, na bázi někdy monomiktní (přechod z detritu brněnského masívu do brněnských písků), výše pak petromiktní, v TM převažuje granát

Fauna: forams – *Amphistegina mammilla*, *Heterostegina costata*, *Elphidium* div. sp., *Ammonia beccarii* etc., vzácně *Orbulina suturalis*
měkkýši - *Megaxibus bellardianus*, *Thyasira flexuosa*, *Ervilia pusilla*, *Chlamys* div. sp., *Turritella bicarinata*



Černovice, brněnské písky
(Foto Krmíček)





Černovice
(Foto Krmíček)



**Černovice
(Foto Krmíček)**



Černovice
(Foto Krmíček)



Černovice
(Foto Krmíček)



Černovice
(Foto Krmíček)



Černovice
(Foto Krmíček)



**Černovice
(Foto Krmíček)**



**Černovice
(Foto Krmíček)**

Brno – Líšeň, transgrese brněnských písků
na granitoidy brněnského masivu



(Foto Tomanová Petrová)

Totéž - detail

(Foto Tomanová Petrová)





(Foto Tomanová Petrová)

Brno- Líšeň, Zouharův lom, transgrese brněnských písků na paleozoikum



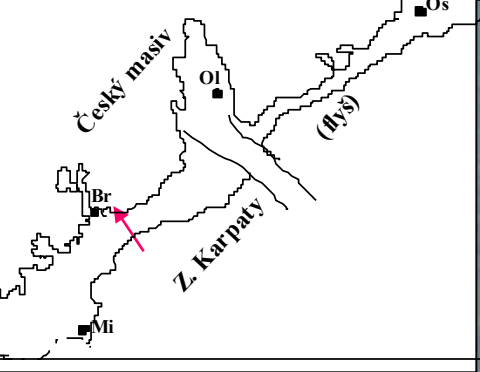
(Foto Tomanová Petrová)

Totéž, pohled na polohu *

Totéž, detail



(Foto Tomanová Petrová)

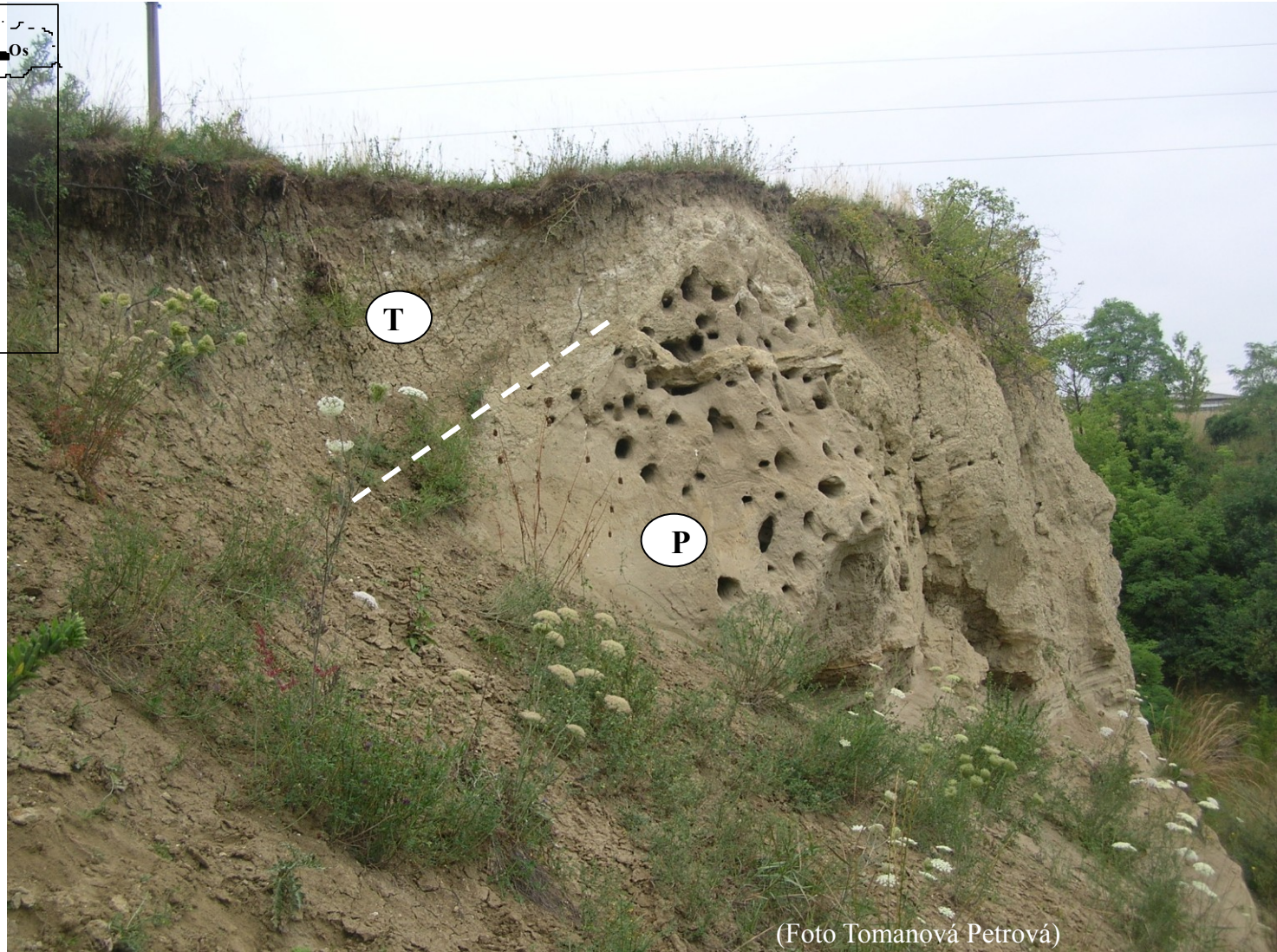
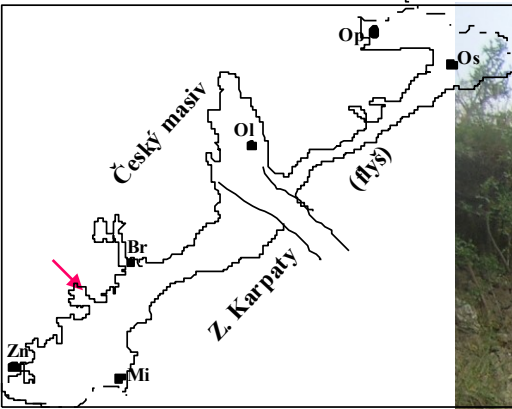


Mokrý
(Foto Krmíček)



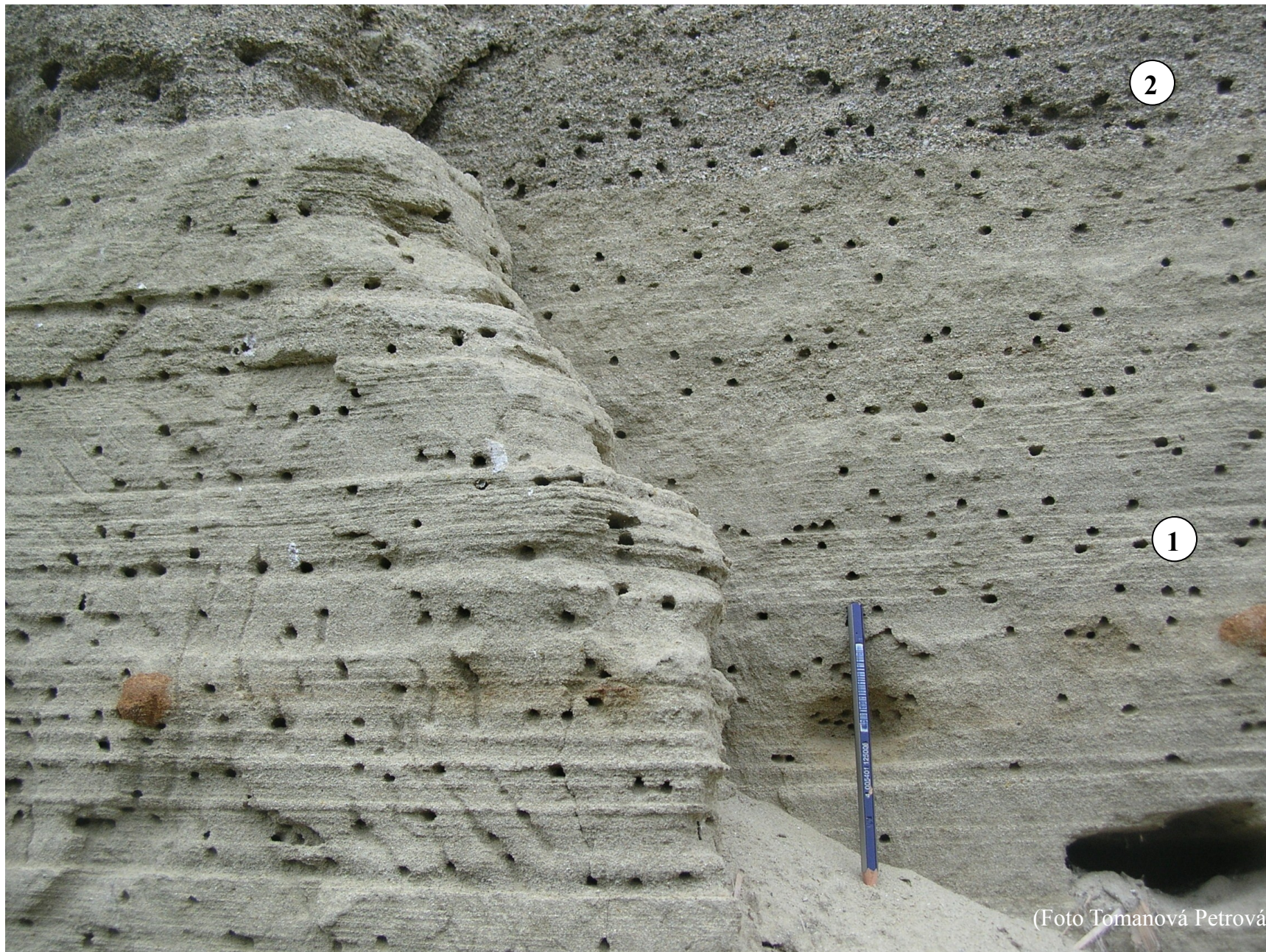
**Mokrá, brněnské písky
(Foto Krmíček)**

Oslavany, pískovna, holostatotyp moravu, brněnské písky (P) s vápnitými jíly - tégly (T) v nadloží



(Foto Tomanová Petrová)

Oslavany, brněnské písky, paralelně laminovaný jemnozrnný až střednozrnný písek - předbřeží (1), šikmo zvrstvený hrubozrnný písek s úlomky měkkýšů - příbřeží (2)



(Foto Tomanová Petrová)

Oslavany, brněnské písky, jemnozrnný písek s asymetrickými čeřinami, předbřeží



(Foto Tomanová Petrová)

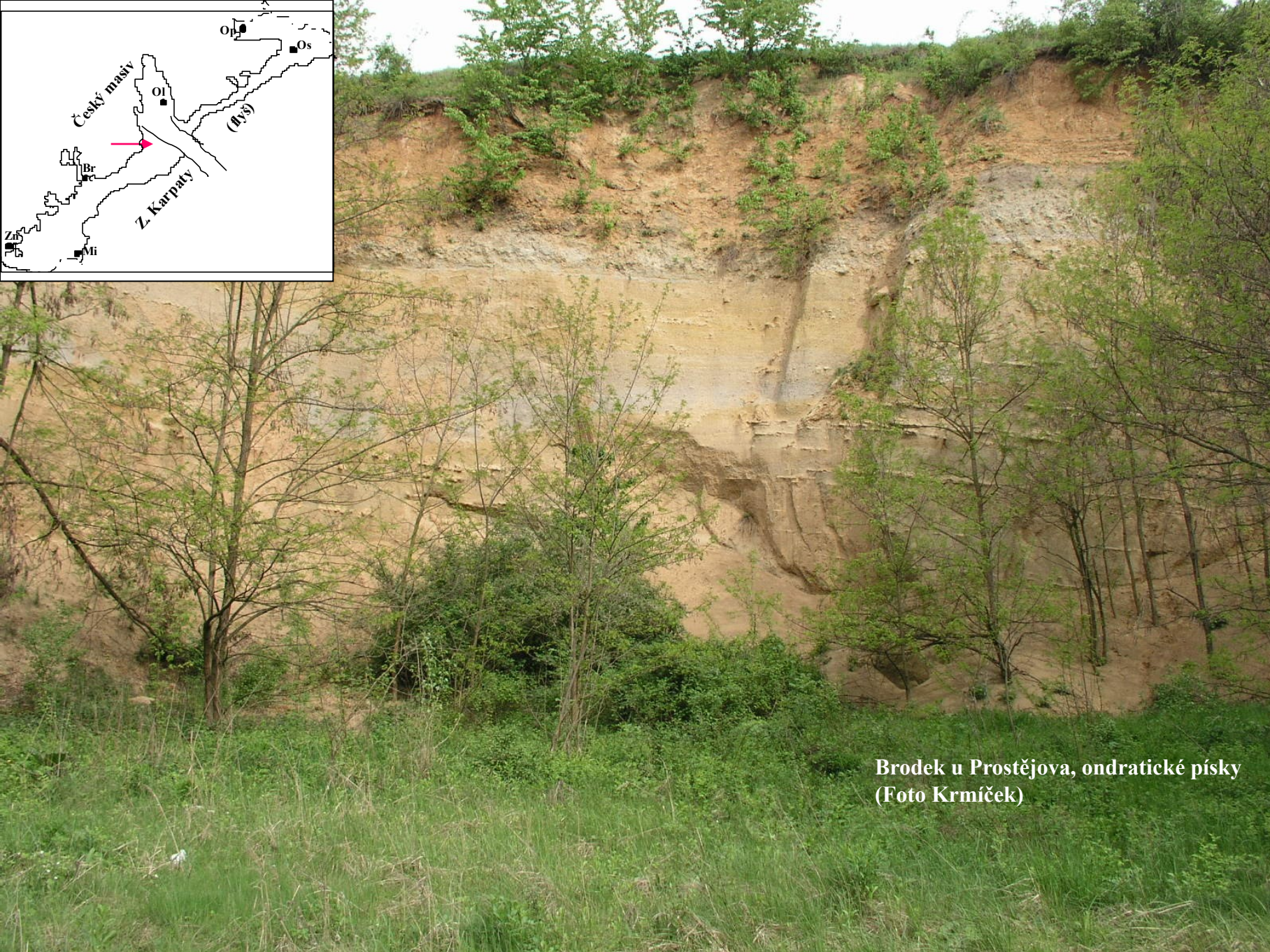
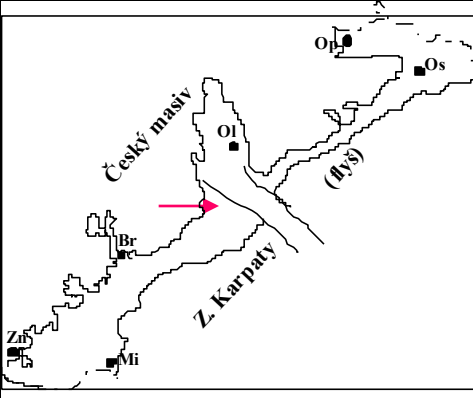
Směrem k SV od Brna – podél kulmu Dražanské vrchoviny – ondratické písky a brodecké písky:

výskyt: mezi Nemojany a Ondraticemi

profil:

brodecké písky – leží transgresivně na ondratických nebo přímo na kulmu Dražanské vrchoviny, písčité šterky s valouny 5-15 cm (ale také bloky až 2 m), většinou vápnité, zvrstvení - zřetelné hrubé šikmé nebo stejnosměrné paralelní či sbíhavé, malá opracovanost valounů, zpevněné **konkrecionální lavice jsou vzácné** a méně pravidelné než v podložních ondratických štercích, závalky (karpat, sp. baden), nadloží tvoří místy vápnité jíly (tégly), maximální mocnost cca 90 m (vrty),

ondratické písky - blízké brněnským pískům (zbarvení + konkrecionální lavice), středně až hrubě zrnité a proměnlivě vápnité petromiktní písky místy s glaukonitem (valouny výjimečně do 10 cm), materiál: převaha valounů z kulmských slepenců, vzácněji jura (? ČM), devonské vápence, není přítomen materiál z Karpat), max. mocnost dle odkryvů cca 15 m.



Brodek u Prostějova, ondratické písky
(Foto Krmíček)



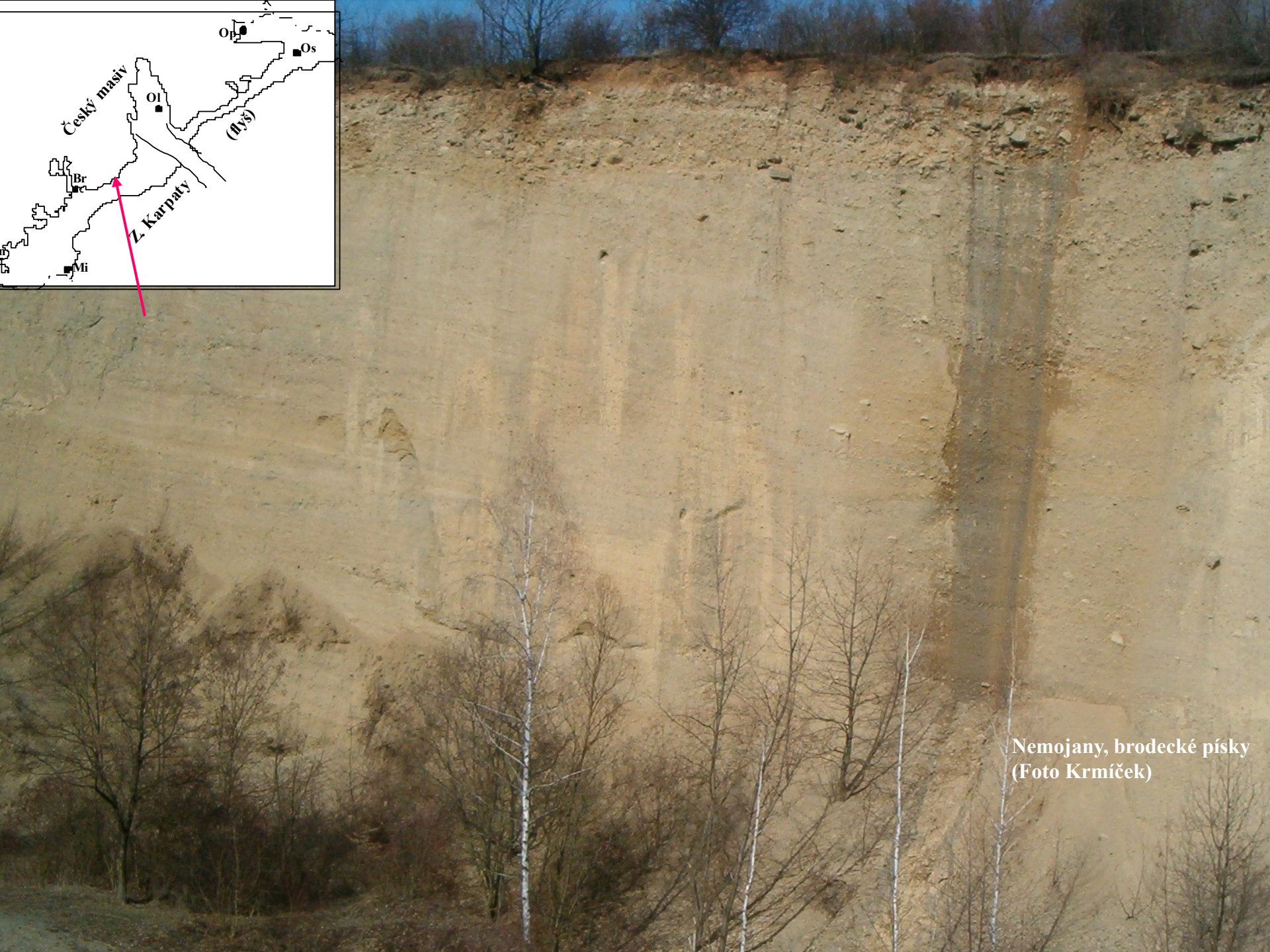
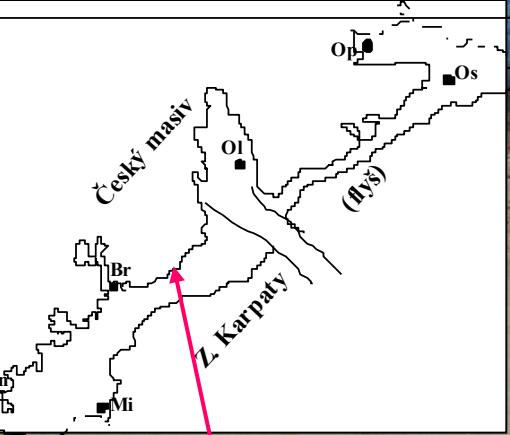
**Brodek u Prostějova, ondratické písky
(Foto Krmíček)**




Brodek u Prostějova, ondratické písky
(Foto Krmíček)



**Brodek u Prostějova, ondratické písky
(Foto Krmíček)**



Nemojany, brodecké písky
(Foto Krmíček)

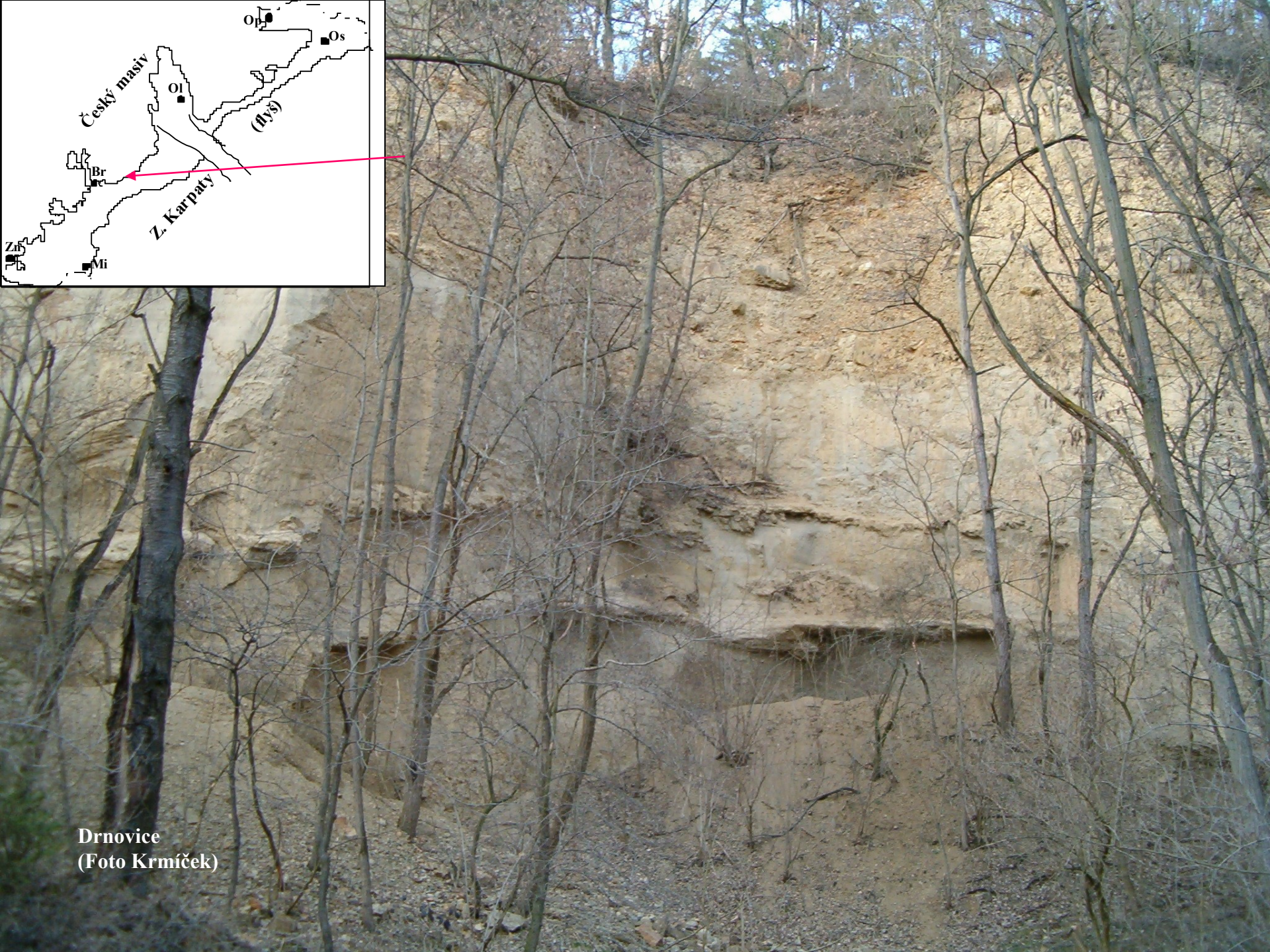
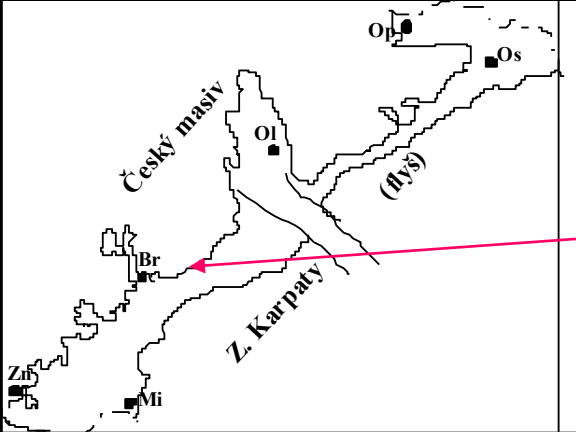
A photograph of a sand dune with a tree and a shadow. The dune is a light tan color with some small rocks scattered on its surface. A tree with reddish-brown leaves is on the left side. A long, dark shadow of a person is cast on the sand from the top right corner. The text is overlaid on the sand.

Typické „šňůrovité“ uspořádání valounů

Nemojany, brodecké písky
(Foto Krmíček)



Nemojany, brodecké písky
(Foto Krmíček)



Drnovice
(Foto Krmíček)



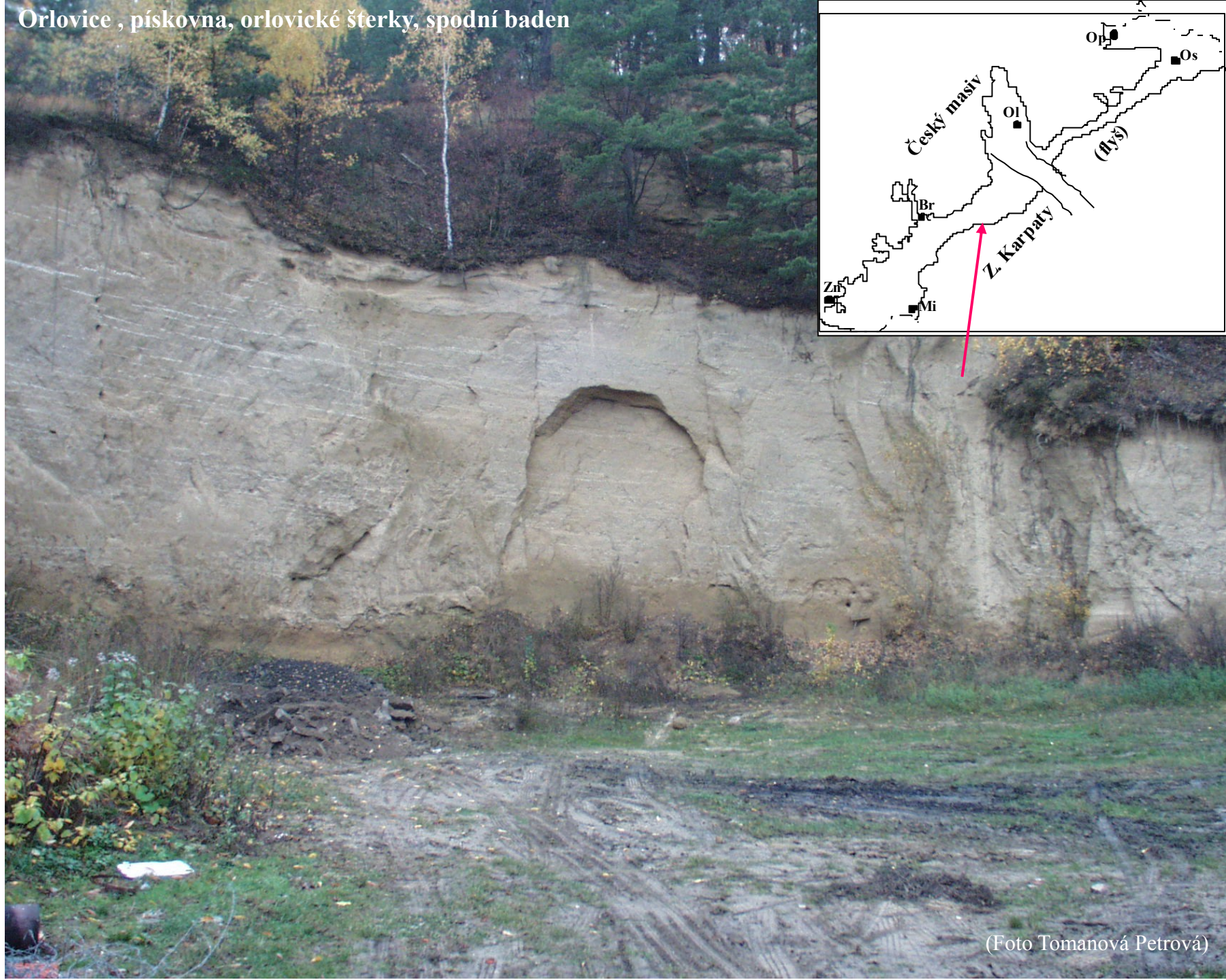
Drnovice
(Foto Krmíček)

Další typy střednobadenských písků a štěrků jižní části předhlubně (východní okraj, předpolí příkrovů, orlovické, lutrštétské, terešovské, troskotovické):

orlovické štěrky – lemují jv. okraj předhlubně v oblasti Orlovic a Moravských Málkovic, mají ráz bazálních klastik, složení silně kolísá, < flyšový materiál (Orlovice), < kulmský materiál (M. Málkovic), valouny – 15 cm, hnědošedé hrubozrnné písky až štěrky s hrubým šikmým paralelním zvrstvením, hojné karbonátové konkrce bochníkovitého tvaru (ne průběžné polohy), závalky až bloky (až 1 m) laminovaných jílu (? karpát)

lutrštétské štěrky – vystupují v okolí Němčan u Slavkova, hnědošedé štěrky a hrubozrnné písky, valouny do 30 cm (hrubší uspořádány „šňůrovitě“), laterálně prstovitě se zastupují s tégly, vysoký obsah devonských vápenců a kulmských hornin (až 20%), u Bohdalic obsahují úlomky pekténů a ústřic (příbojové sedimenty), jinde převládají zcela flyšové horniny

Orlovice , pískovna, orlovické šterky, spodní baden



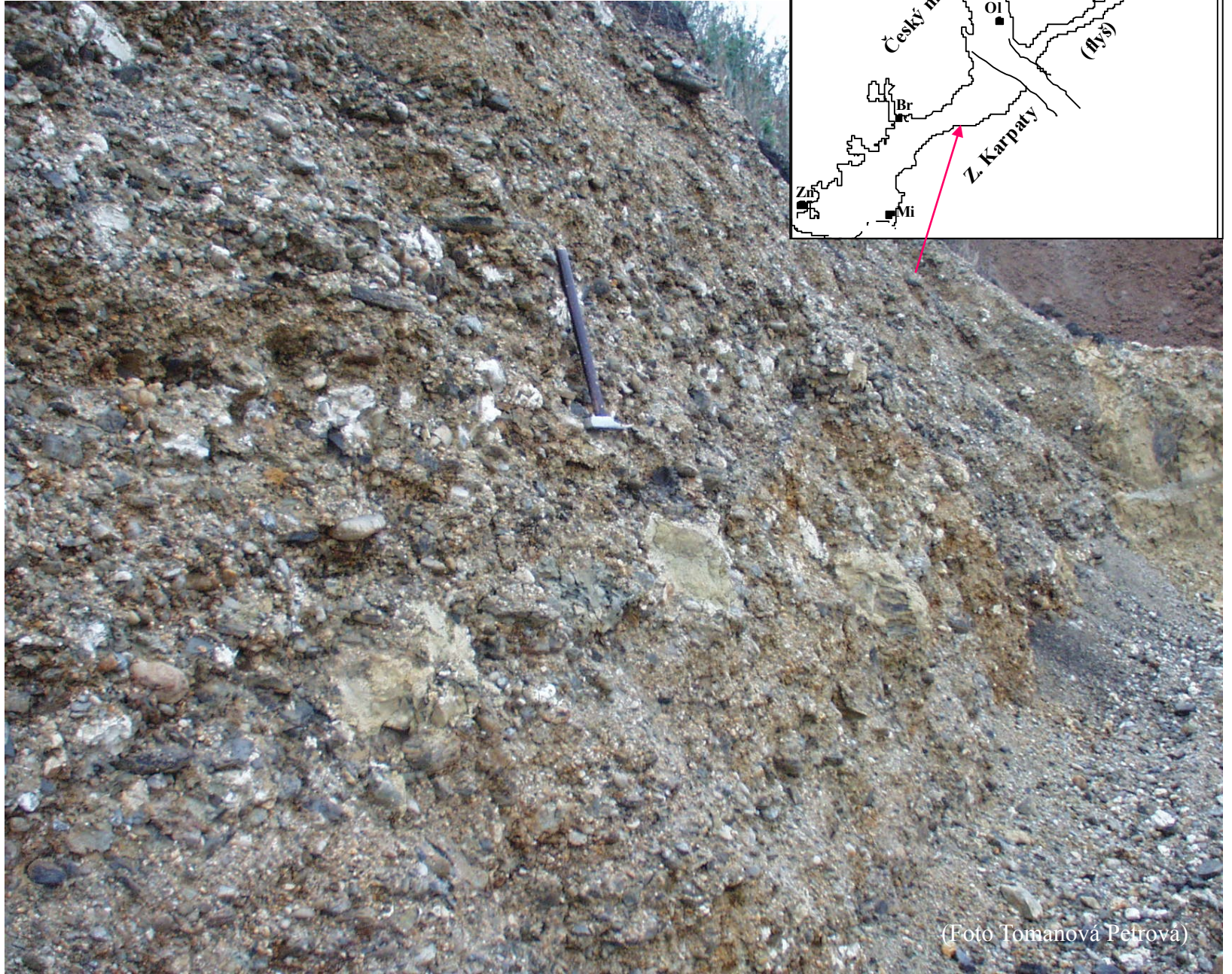
(Foto Tomanová Petrová)

Orlovice , pískovna, orlovické šterky, baden
velké závalky vápnnitých jílu (šlírů – karpát)



(Foto Tomanová Petrová)

**Moravské Málkovice, baden, orlovické štěrky
převaha materiálu z kulmu**



(Foto Tomanová Petrová)

**Moravské Málkovice, baden, orlovické šěrky
převaha materiálu z kulmu**



(Foto Tomanová, Petrová)

**Moravské Málkovice, baden, orlovické šterky
převaha materiálu z kulmu, bloky laminovaných jílu (? karpat)**

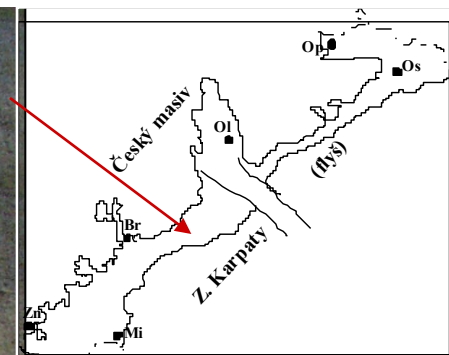


(Foto Tomanová Petrová)

terešovské písky – světlé hnědošedé jemnozrnné až hrubozrnné písky místy s nesouvislými polohami štěrků, vtroušené valouny až 20 cm, valounové složení písků < flyšové pískovce, štěrků < kulmské horniny, přímočaré paralelní šikmé zvrstvení, vzácně s polohami gradačně zvrstvenými, místy makrofauna – tereda, ústřice, pekténi
pozice: zastupují se prstovitě s tégly (= mělkovodní facie, staršími autory považovány za regresní sedimenty)

troskotovické štěrky – j. od Brna v oblasti Novosedel a Troskotovic, hrubé štěrky (valouny až 20 cm), materiál dobře zaoblený, < jurské vápence, hrubé šikmé paralelní zvrstvení, mocnost až 94 m (vrty)

Terešov, terešovské písky, baden, výrazná bioturbace – stopy po vrtání do dna



(Foto Tomanová Petrová)

Terešov, terešovské písky, baden, výrazná bioturbace – stopy po vrtání do dna



(Foto Tomanová Petrová)

Po uložení bazálních klastik a krátké regresní epizodě provázené místy i přerušáním sedimentace (např. v okolí Brna) pokleslo výrazně celé předpolí Českého masívu a střednobadenská záplava se velmi rychle rozšířila daleko k západu. Tento tektonicky podmíněný pohyb byl zřejmě zesílen i eustatickým zvednutím hladiny světového oceánu (TB 2.4).

Denudační zbytky sedimentů badenu u Kralic n. Oslavou dokládají ještě i v této velmi okrajové západní pozici značnou hloubku badenského moře (~100 m). Další denudační reliktů a biofaciální analýzy sedimentů ukazují na zaplavenou oblast Dražanské vrchoviny (včetně Moravského krasu) a Nízkého Jeseníku i některé vrcholové části čela příkrovů (např. Hranice n. M.). Na rozdíl od karpatu je v tomto období pokles předhlubně intenzivnější na Ostravsku, kde sedimenty středního badenu dvojnásobně převyšují mocnosti v jižní části předhlubně a dosahují až 1 100 m.

V této druhé fázi střednobadenské záplavy se uložily především šedo zelené až hnědozelené nevrstevnaté střípkovitě se rozpadající **karbonatické jíly (tégly)**, které nasedají většinou ostře a bez přechodů na starší badenská klastika nebo přímo na starší platformní podloží. V závislosti na místním reliéfu (před čelem příkrovů např. Židlochovice, Pratecký vrch, Podbřežice, na okrajích Boskovické brázdy Pamětice, Světlá u Boskovic aj.) obsahují vedle podřadných poloh písků i málo mocné biostromové nebo biohermové **ruduchové a mechovkové vápence** a vápnité pískovce. Vápence jsou tvořeny především stélkami červených řas nejčastěji rodů *Archaeolithothamnium*, *Lithothamnium* a *Lithophyllum* a mechovkami, z nichž druhově nejbohatší jsou rody *Eschara*, *Hornera*, *Idmonea* a *Lepralia* (viz dále).

Tégly představují čistě mořský pelit často až hemipelagického typu s bohatou mikrofaunou složenou ze zástupců dírkovců, mřížovců, živočišných hub (jehlice), skořepatců, ježovek (ostny), kostnatých ryb (otolity).

Z foraminifer patří k významným bentózním druhům např. *Lenticulina echinata*, *Vaginulina legumen*, *Uvigerina macrocarinata*, k planktonním druhům pak *Orbulina suturalis*, *Globigerina concinna*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia bykovae* aj.

Z ostrakodů jsou časté rody *Bythocypris*, *Phlyctenophora*, *Aurila*, *Senesia*, *Costa*, *Henryhowella*, *Parakrithe*, *Loxoconcha*, v otolitové fauně převládají zástupci čeledi Myctophidae.

Nannoplankton zahrnuje asociace odpovídající zóně NN5 standardní stupnice např. *Braarudosphaera bigelowi*, *Coccolithus pelagicus*, *Sphenolithus heteromorphus*, z rozsivek převládají místy i planktonní rody jako *Thalassionema*, *Coscinodiscus* a *Melosira*.

Lokálně četnou makrofaunu zastupují především plži (*Conus*, *Mitra*, *Nassa*, *Aporrhais*, *Natica*), mlži (*Aloidis*, *Tellina*, *Megaxinus*), šestičetní koráli (*Trochocyathus*, *Flabellum*, *Balanophyllia*), vzácněji i ježovky (*Schizaster*, *Brissopsis*).

Brno, Dobrovského ul.,
tunely,
spodní baden, tégly



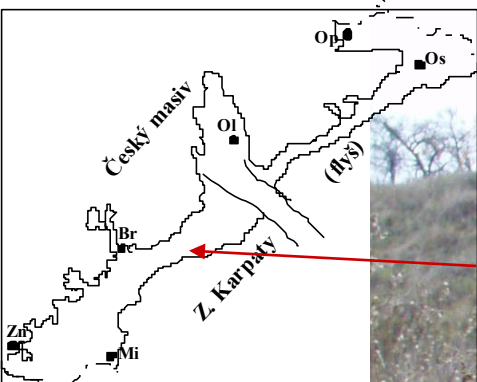
(Foto Tomanová Petrová)

Brno, Dobrovského ul.,
tunely,
spodní baden, tégly



(Foto Tománová Petrová)

Moravské Prusy (Vyškovsko), tégly, baden



(Foto Petrová Tomanová)

Brno, Kopečná ulice, karpát a baden, sesuv karpátu (viz Bubík et al. 2005)



(Foto Tomanová Petrová)

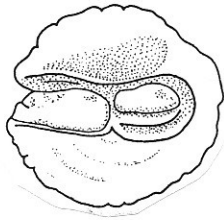
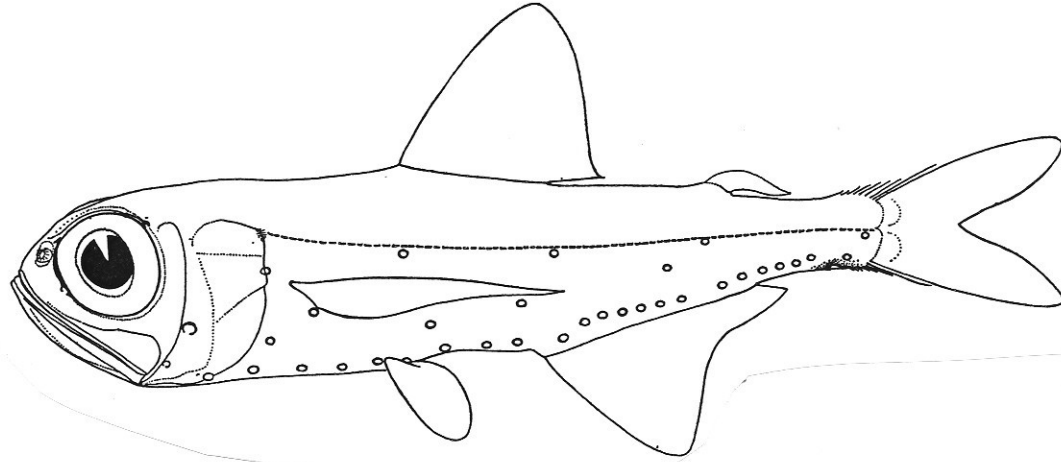
Střednobadenská předhlubeň v tomto období představovala místy relativně hlubokou pánev (rozhodně více než 400 m, např. v řečkovicko-kuřimském prolomu) s dobře prokysličeným sloupcem vody i u dna a středozemním typem cirkulace vod. Napadal do ní vícekrát i vulkanoklastický materiál, který se uložil v téglech většinou jen v několik cm mocných polohách **kyselých tufitů** a jehož zdroj ležel v karpatsko-panonské oblasti. Radiometrické stáří tufitů ukazuje $16,2 \pm 2,1$ milionů let.

Západní okraje této pánve v jižní a střední části interpretujeme pro značnou pobadenskou denudaci velmi obtížně. Vyslazené a brakické sedimenty vystupují jen v denudačních zbytcích např. mezi Ústím nad Orlicí a Českou Třebovou (zde i zbytky deinotherií např. *Deinotherium cuvieri*).

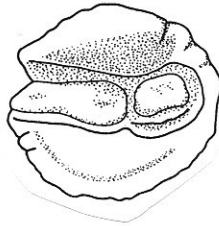


Deinotherium sp. - rekonstrukce

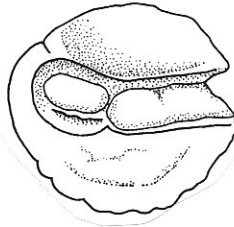
Hygophum hygomi (Lutken, 1829)



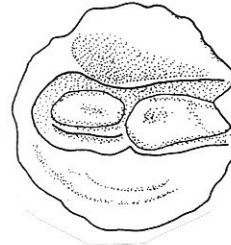
**SZ Atlantik
(recent)**



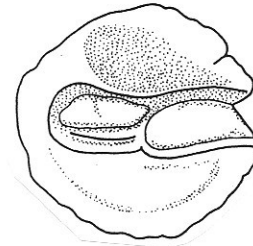
**Středozeří
(zankl)**



**Paratehys
(sp. baden)**



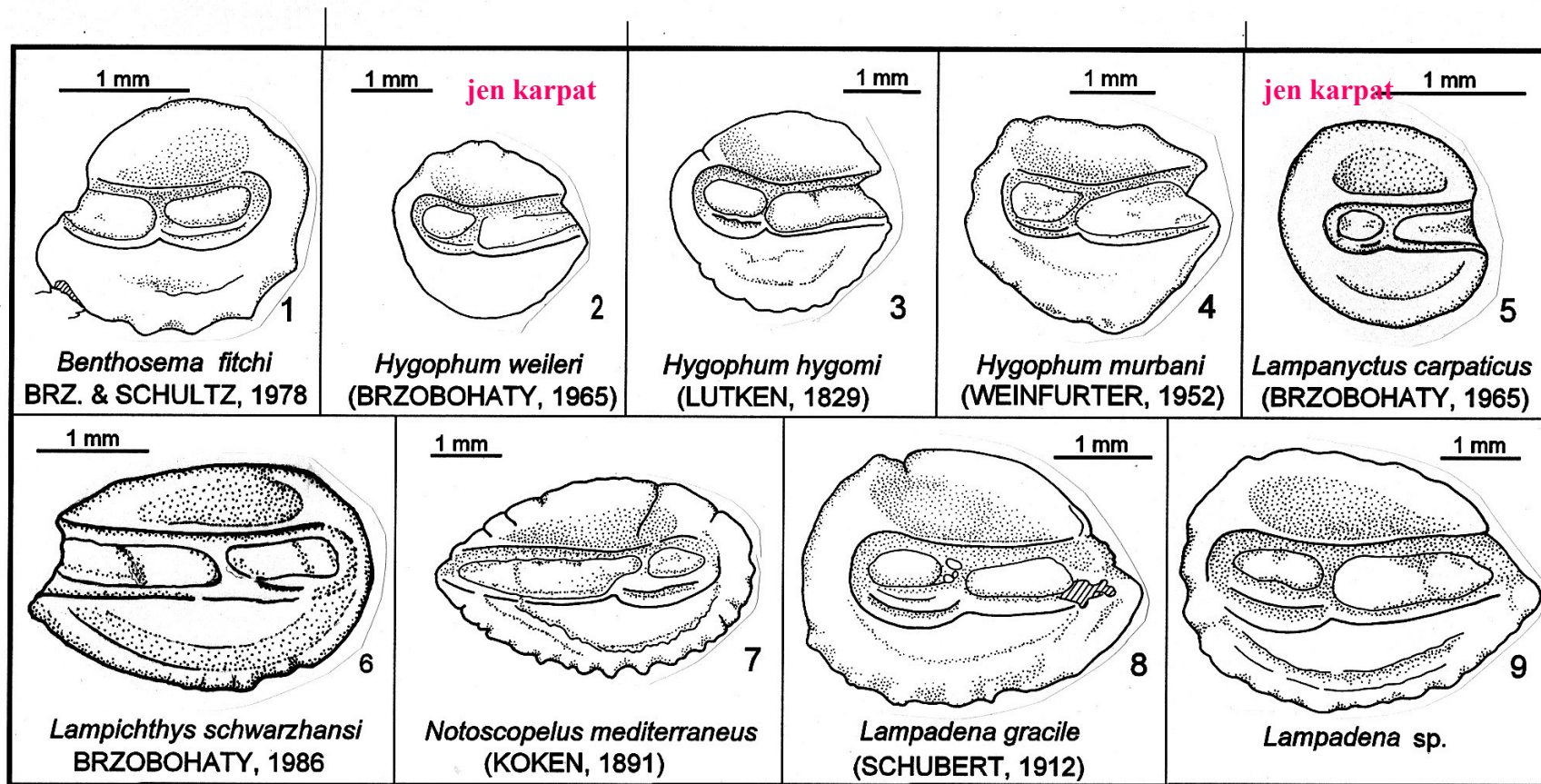
**Nová Kaledonie
(recent)**



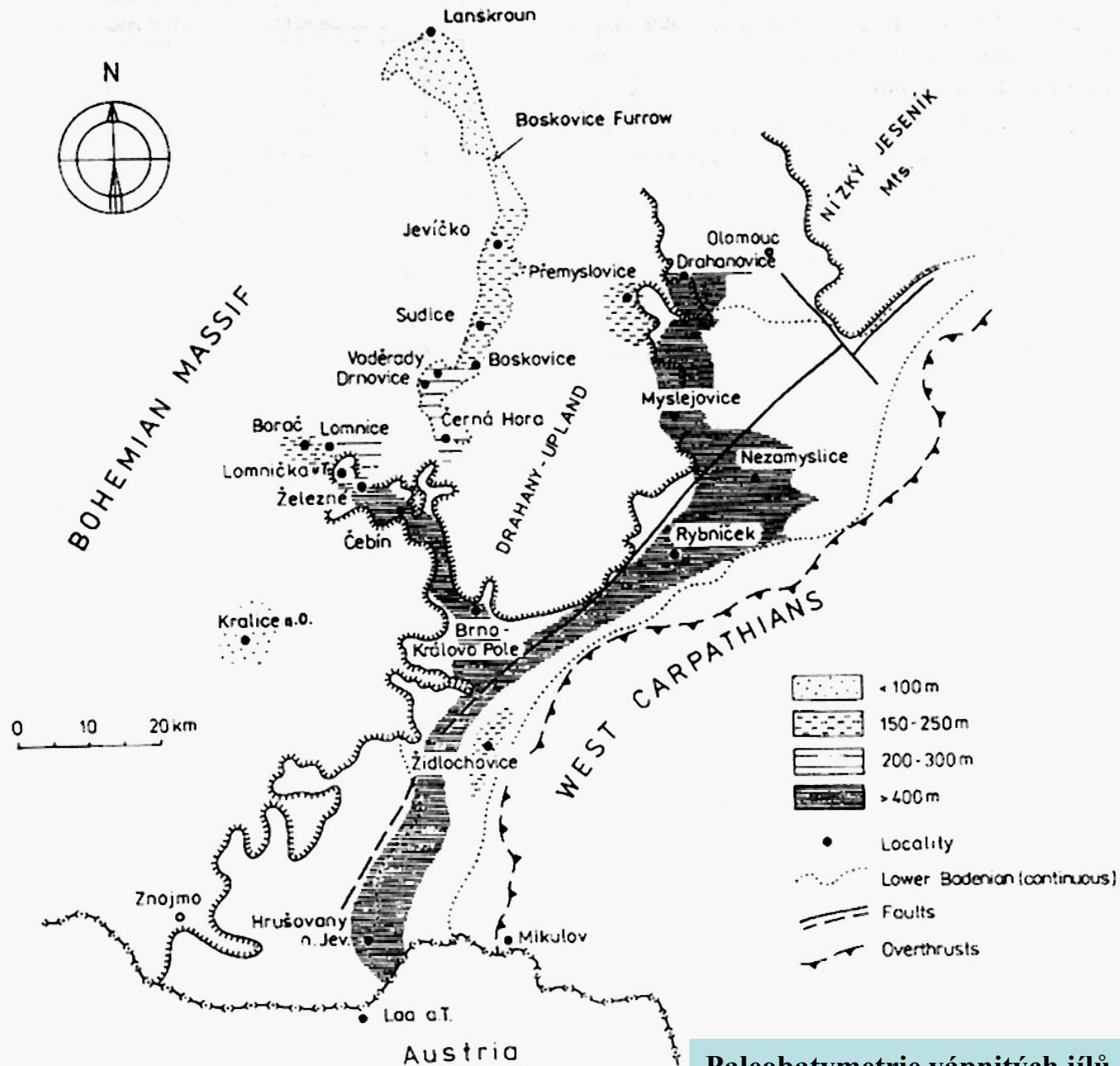
**Kanár. ostrovy
(recent)**

rozšíření v recentu: Pacifik, Indik, Atlantik (+ Střdz. moře)

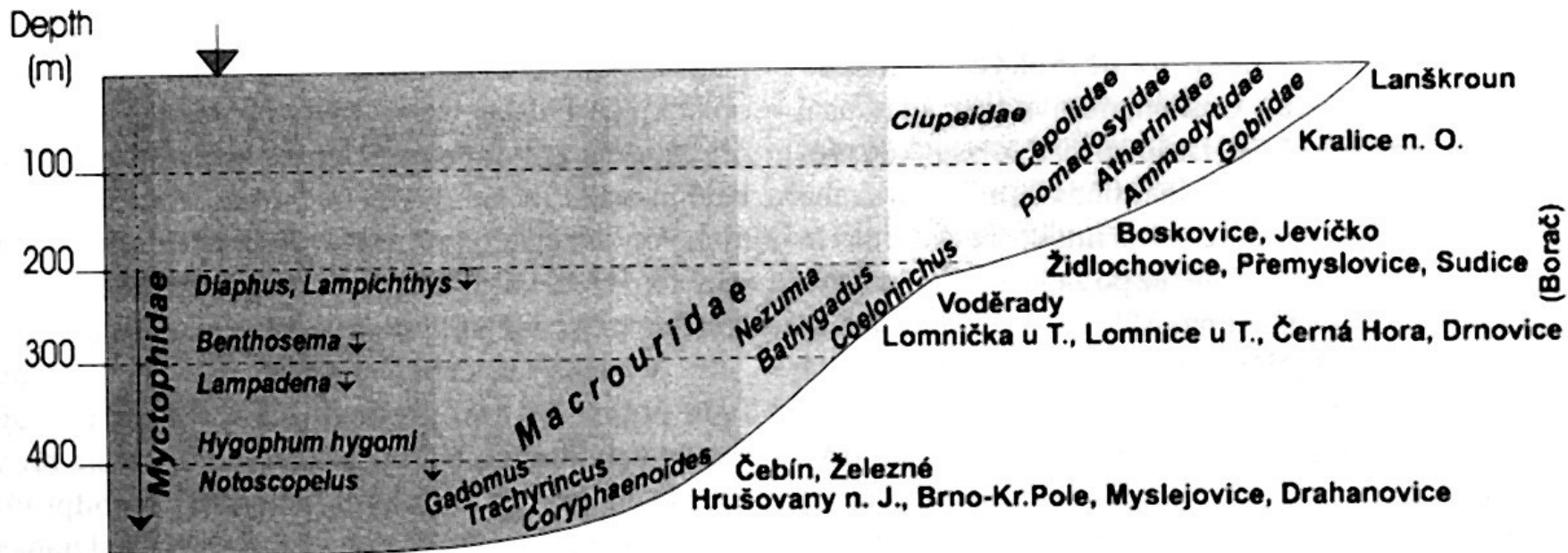
**batymetrie: den 400 - 1500 m (max. četnost 500 - 600 m)
noc 0 - 1000 m (max. četnost 50 - 150 m)**



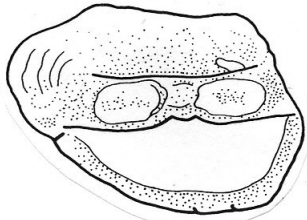
Otolity myctophidů karpátu (2, 5) a badenu (1, 3, 4, 6-9) Kp, příklad mezopelagických ryb – v karpátu vázány na facii šlírů, ve sp. badenu na facii téglů (Brzobohatý 1995),



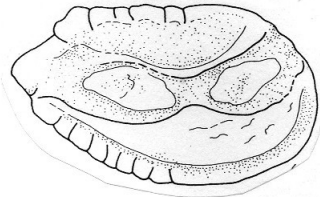
Paleobatymetrie vápnných jílu – téglů jižní části Kp na Moravě podle otolitů (Brzobohatý 1997)



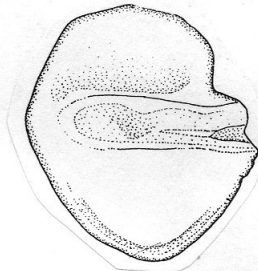
Batymetrické nároky jednotlivých skupin ryb a jejich vztah k lokalitám vápnitých jíílů – téglů spodního badenu jižní části Kp na Moravě (Brzobohatý 1997)



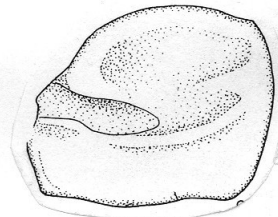
Nezumia



Coryphaenoides

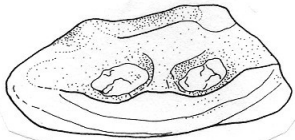
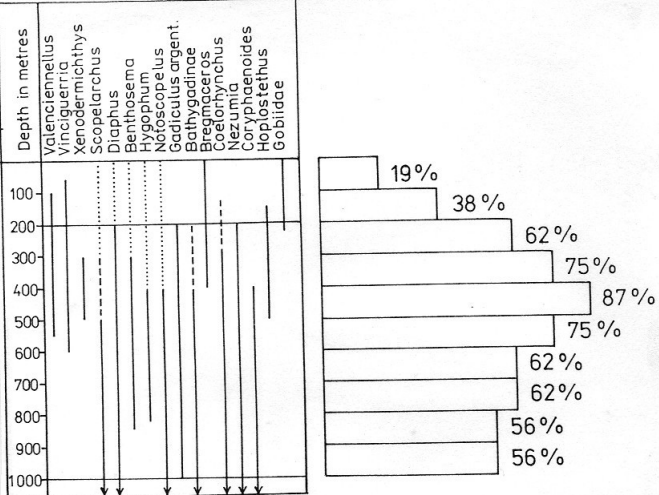


Valenciennellus



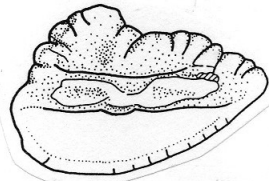
Xenodermichthys

HRUŠOVANY n. Jev. Lower Badenian



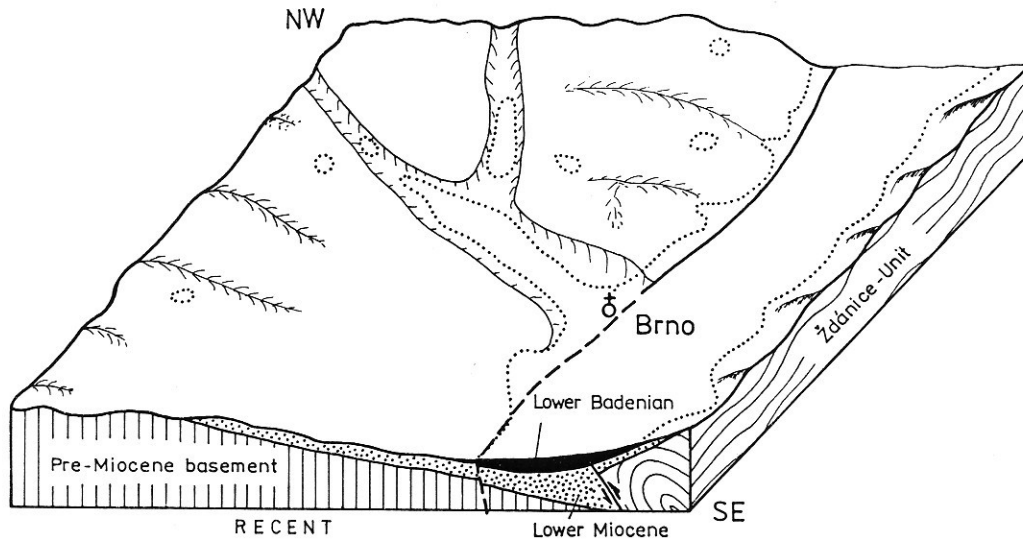
~~XXXXXX~~
Gadamus

Gadamus

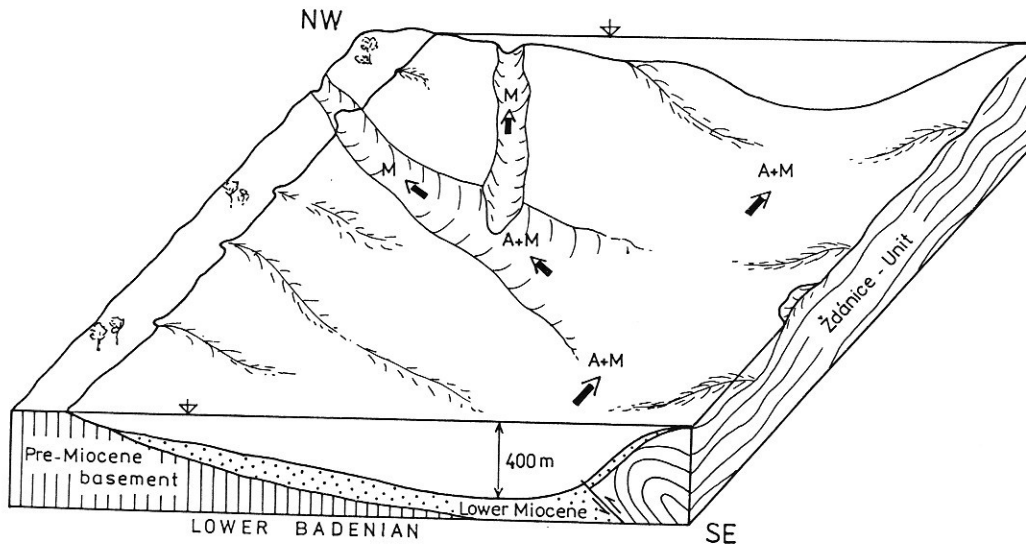


Coleorinchus

1 - Actual bathymetric repartition of the teleost taxa (with examples) in the Lower Badenian from Hrušovany n. J.



b



a

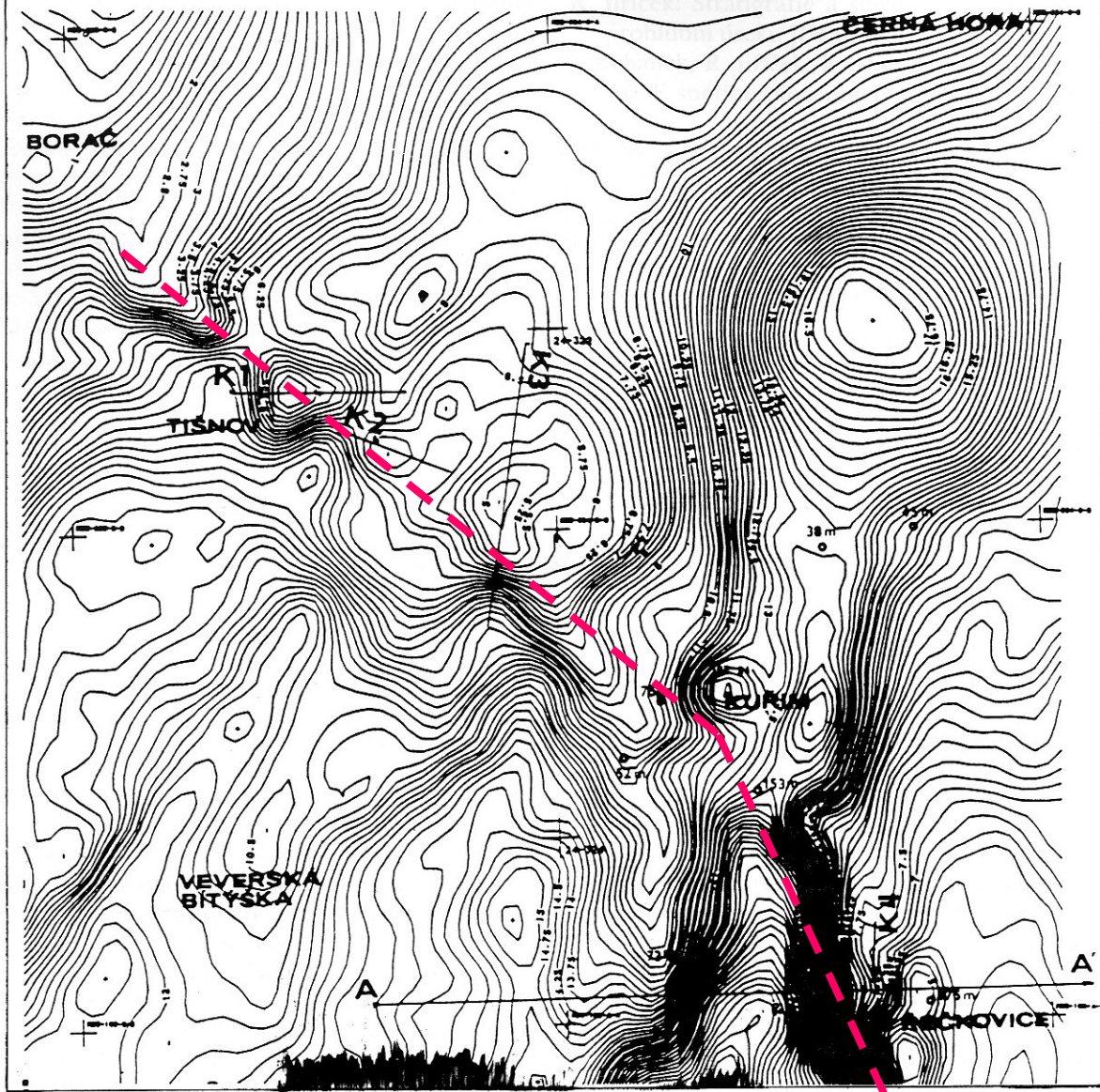
Blokdiagram vývoje spodnobadenské pánve v jižní části Kp na Moravě (Brzobohatý 1997)

GEOFYZIKÁLNÍ OBRAZ ŘEČKOVICKO-KUŘIMSKÉ DEPRESE

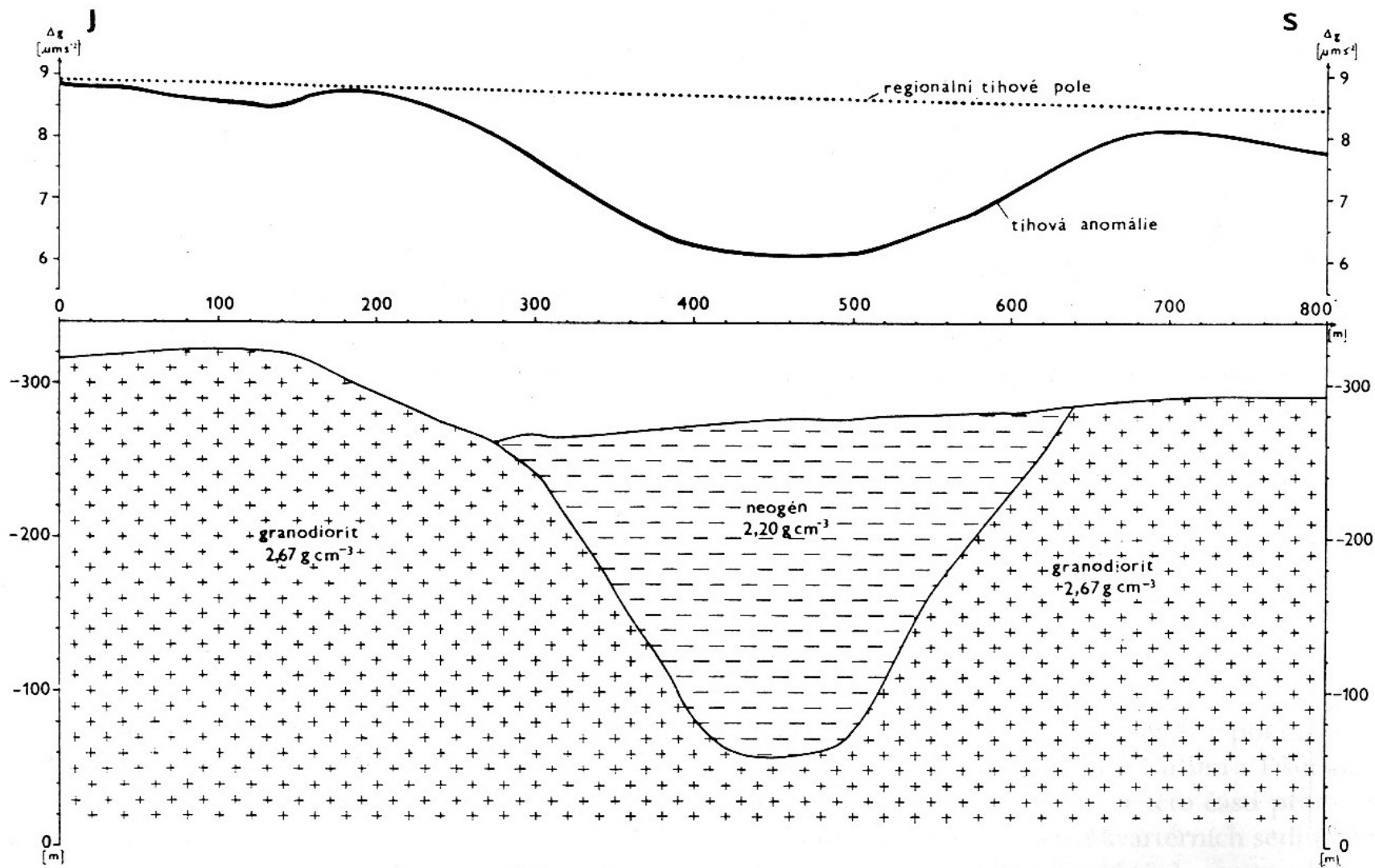
TÍHOVÉ ANOMÁLIE (krok izanomálie = 0,25 mGal)

0 1 2 3 4 5 km

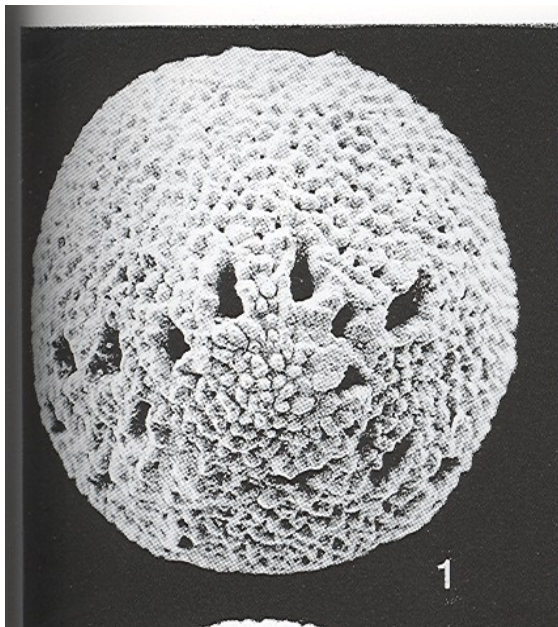
(Sedlák et Šrámek 1995) GEOFYZIKA a.s. BRNO



Kuřimsko – řečkovická deprese (sz. pokračování nesvačilského kaňonu) – příklad deprese vyplněné převážně těgry sp. badenu

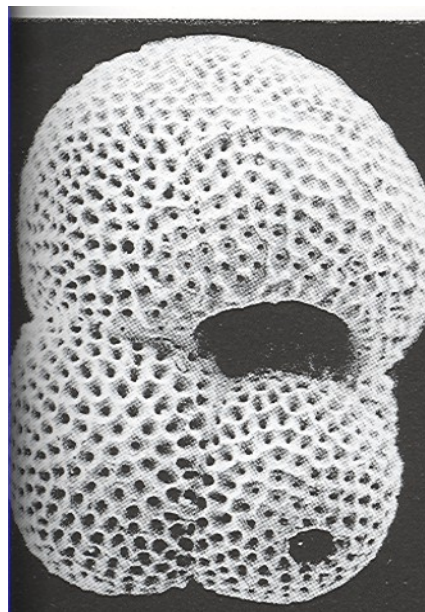


Řečkovicko – kuřimská deprese, kvantitativní interpretace profilu K-4 (Sedlák et Šrámek 1995)

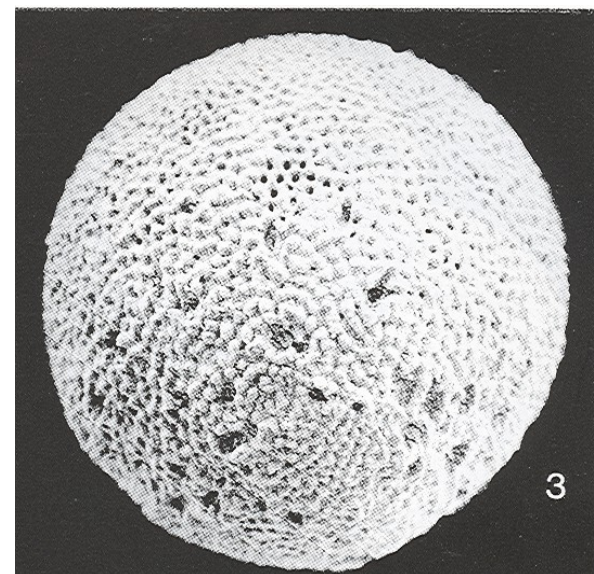


Praeorbulina glomerosa
Circularis (Bl.)

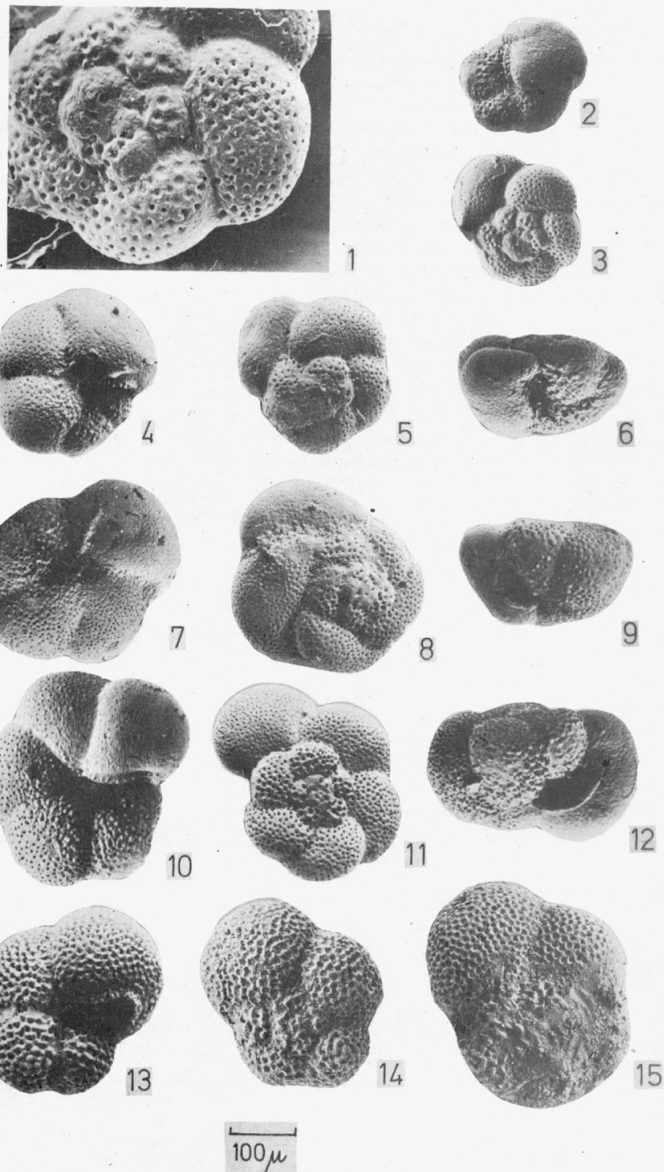
Typičtí zástupci planktonních
foraminifer vápnitých jílu – téglů
předhlubně



Globigerinoides trilobus Rss.,
(eger – svrchní baden)



Orbulina suturalis Br.

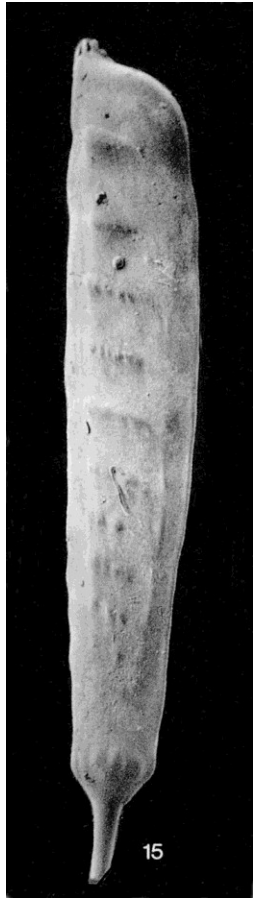


1-9 *Globorotalia bykovaе* (Ais.), div. ssp.
spodní a střední baden, Rakousko

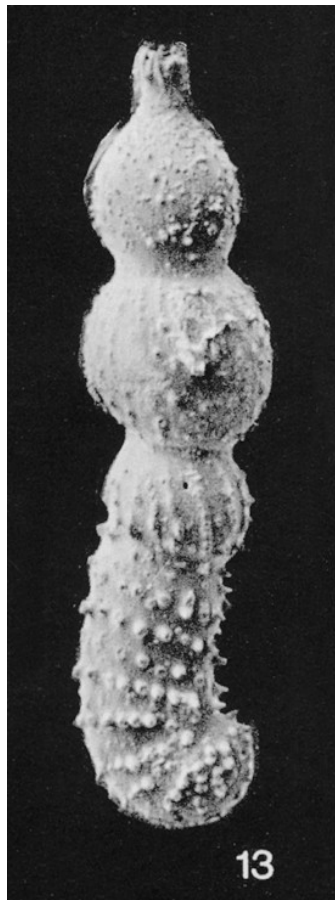
10-12 *Globorotalia mayeri* Cush.-El.
morav, Brno

13-14 *Globorotalia siakensis* Le Roy
morav (Frättingsdorf, 13, 14),
kosov (Breschitza, 15)

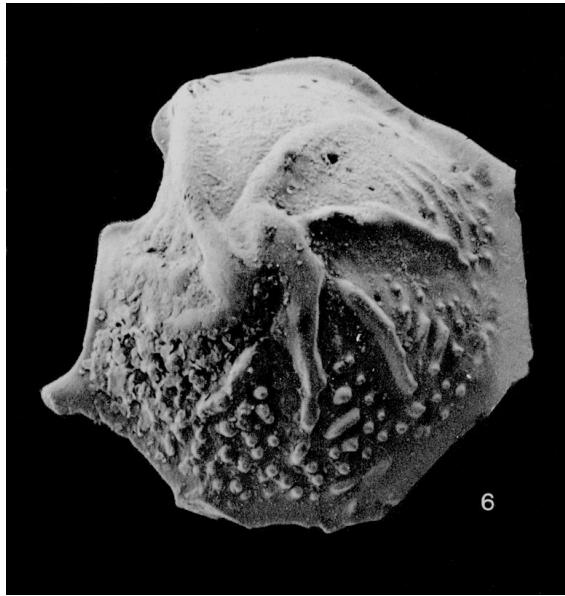
Globorotalie tvoří často podstatnou součást planktonních foraminifer spodního a středního badenu karpatské předhlubně (Papp et al. 1978)



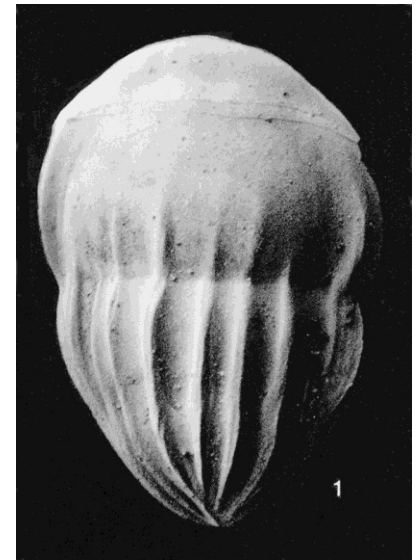
Vaginulina legumen
(Linne)



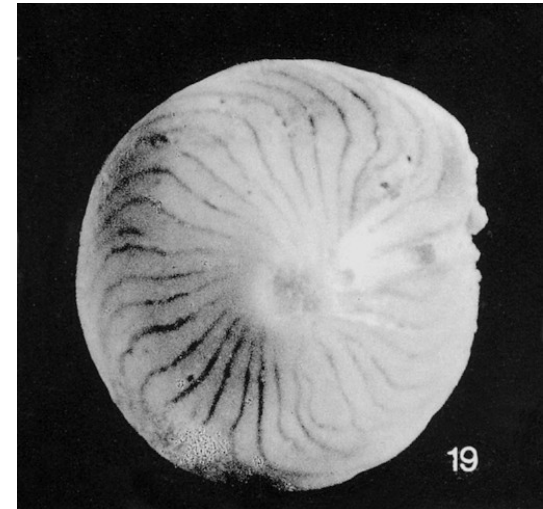
Marginulina hirsuta
d'Orb.



Lenticulina echinata
(Soldani)



Lingulina costata d'Orb.
mělkovodní facie moravu

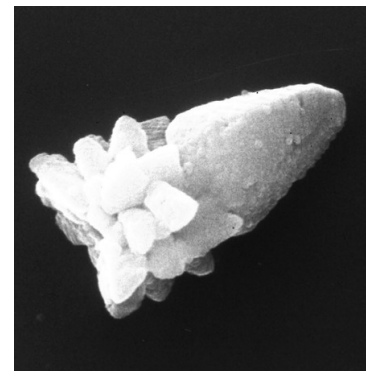


Amphistegina mammilla (F. et M.)
mělkovodní facie badenu

Příklad bentických foraminifer hojných ve vápnitých jílech – téglech středního badenu předhlubně



Carcharocles megalodon, Elasmobranchii



Sphenolithus heteromorphus
vápnitý nannoplankton



Flabellum sp., Scleractinia
spodní baden, Korytnica, Polsko

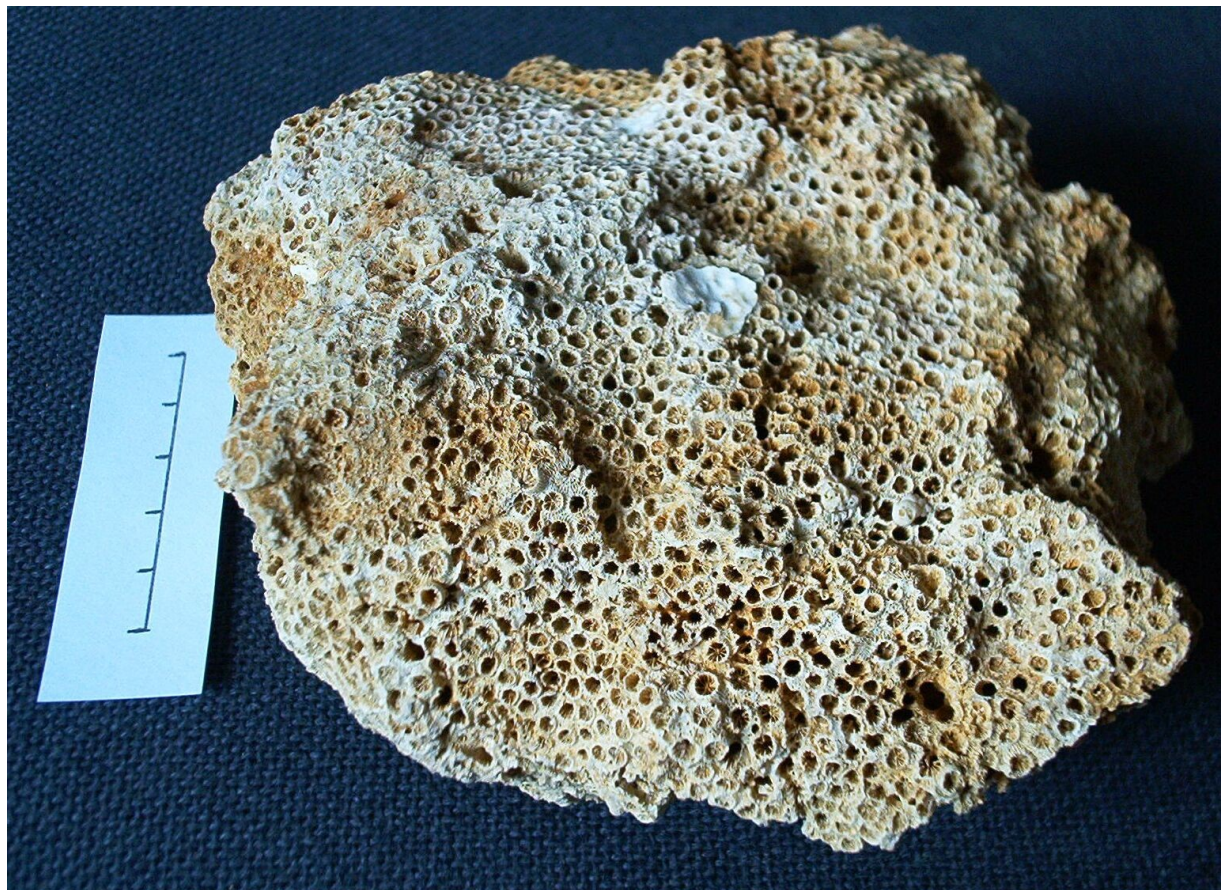
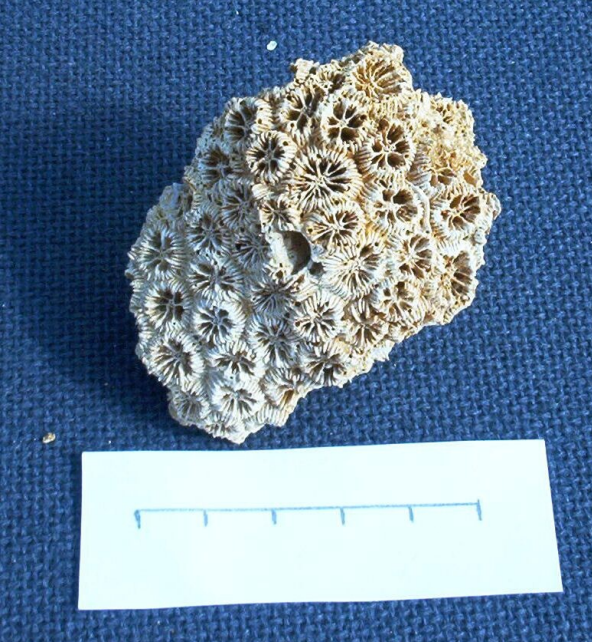
Další ukázky zástupců některých skupin ze sedimentů badenu



Clypeaster partschi, Echinoidea
baden, Rakousko

Borač

Vzácní hermatypní koráli z vápnitých jíľ středního badenu





Phalium saburon, baden
Rakousko

Ukázka badenských gastropodů
(Foto Ivanov et al. 2001)



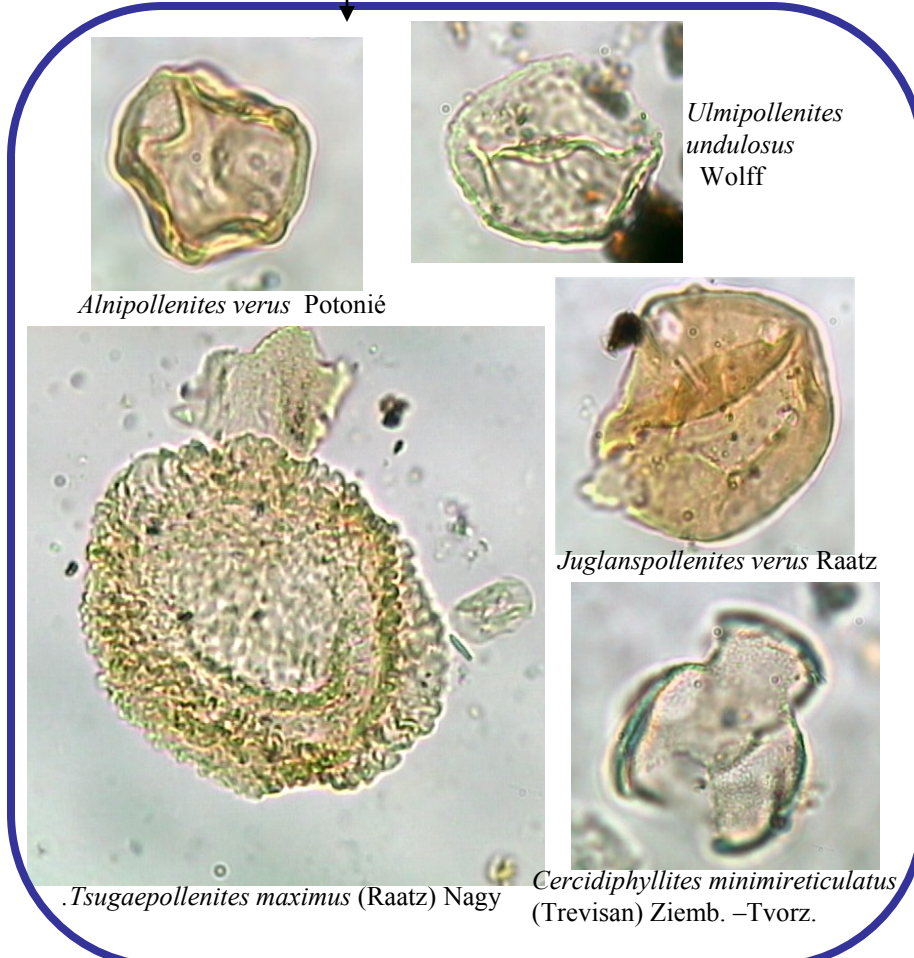
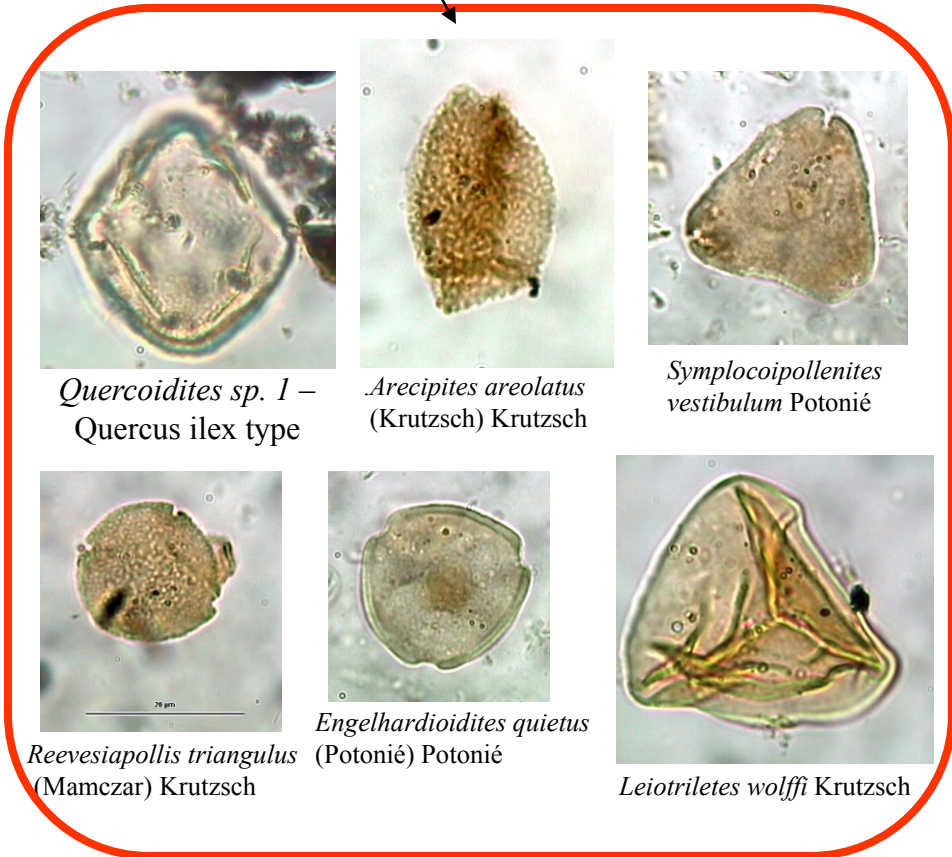
Tudicla rusticula
sp. baden, Grund,
Dolní Rakousko



Murex sp. , baden,
Rakousko

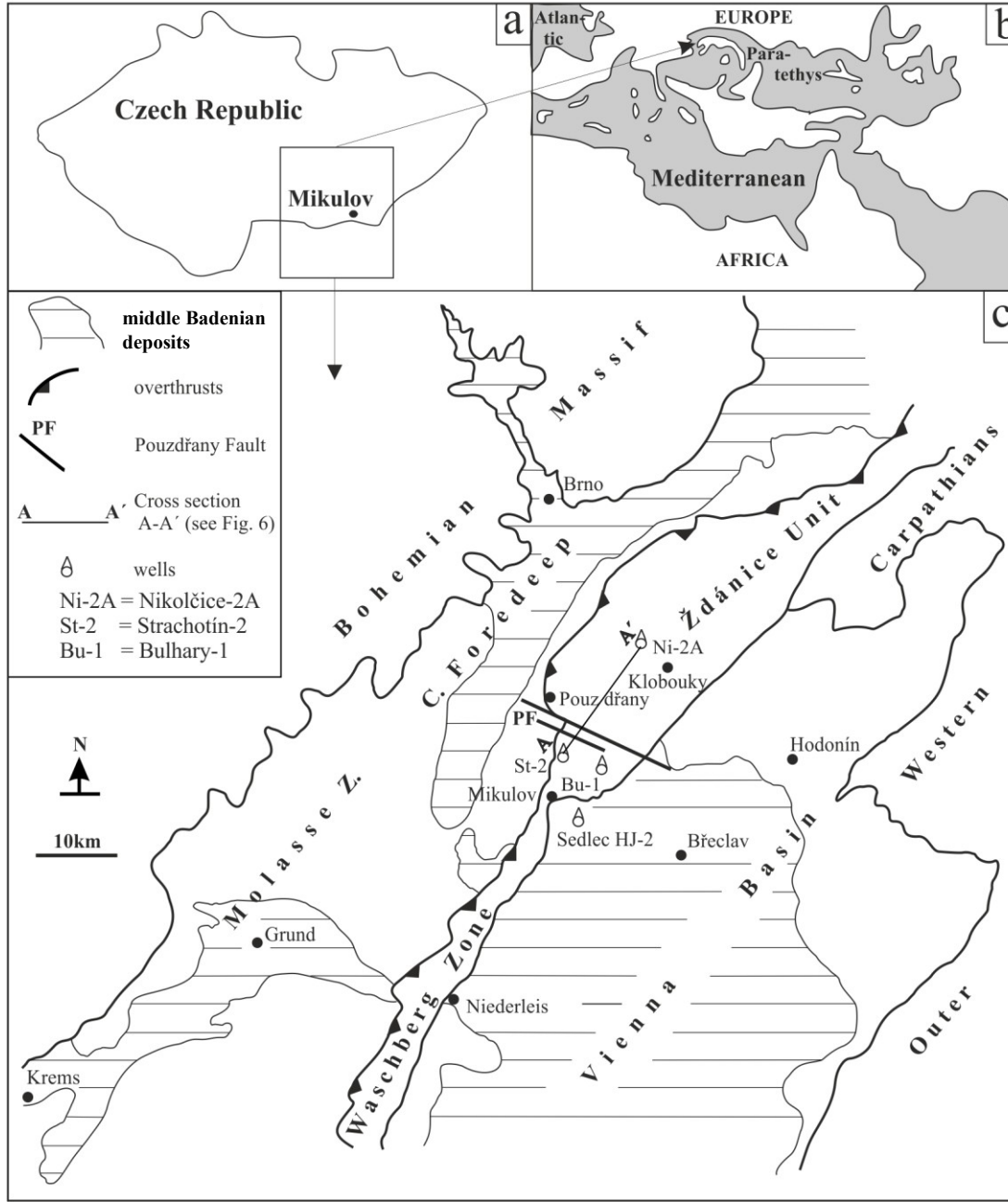
Teplejší mírné až subtropické klima indikují palynologické analýzy (zástupci jak termofilních prvků - Sapotaceae, Palmae, *Engelhardtia*, tak opadavých arktoterciérních společenstev – *Alnus*, *Ulmus*, *Carya*, *Juglans*).

Vzorky z Židlochovic: MAT = 15.7-19.40 st. C na pobřeží



Geologická situace spojení karpatské předhlubně a vídeňské pánve

Fig. 1



Otolity středního badenu vrtu Sedlec HJ-2

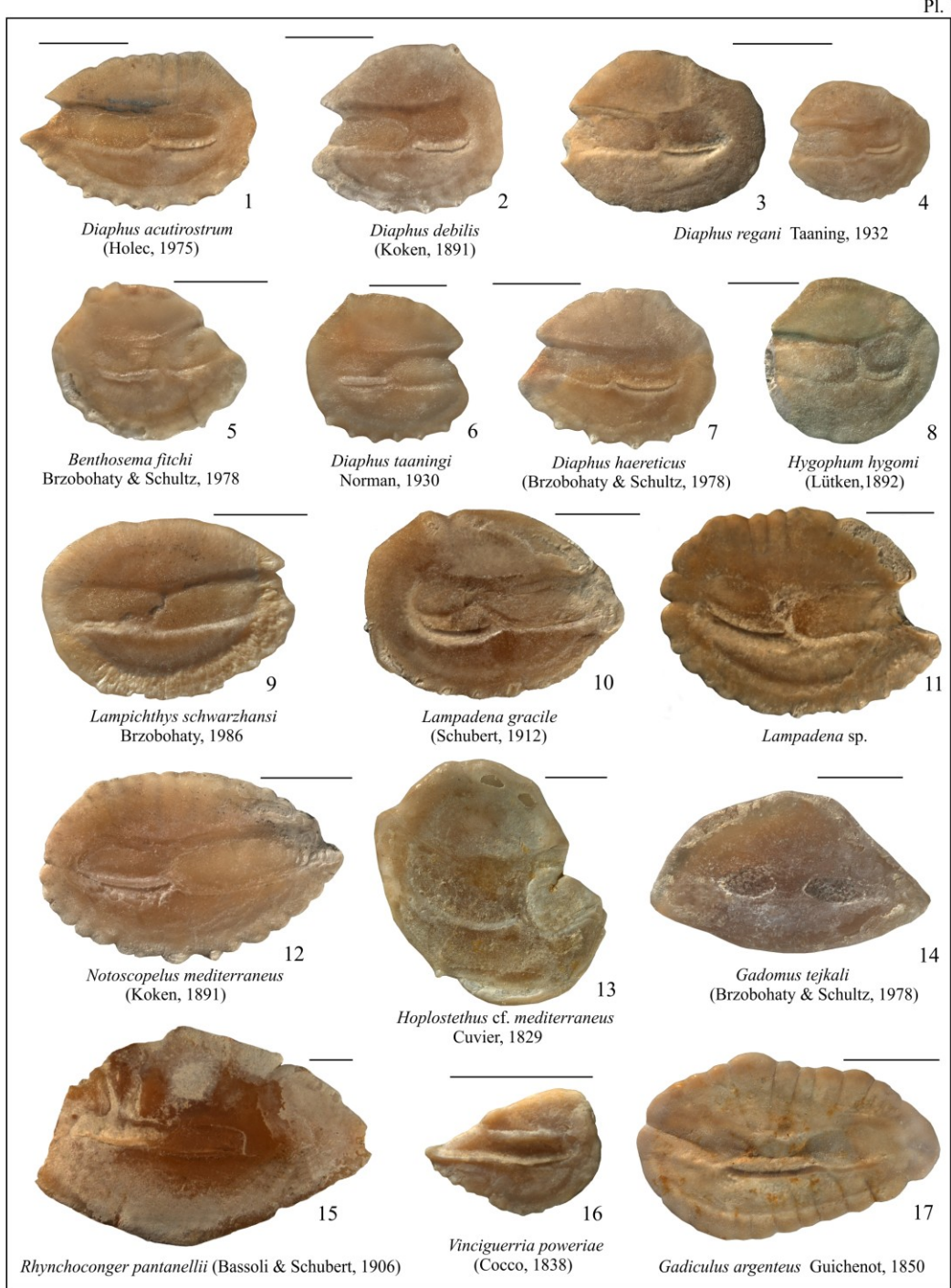


Fig. 3

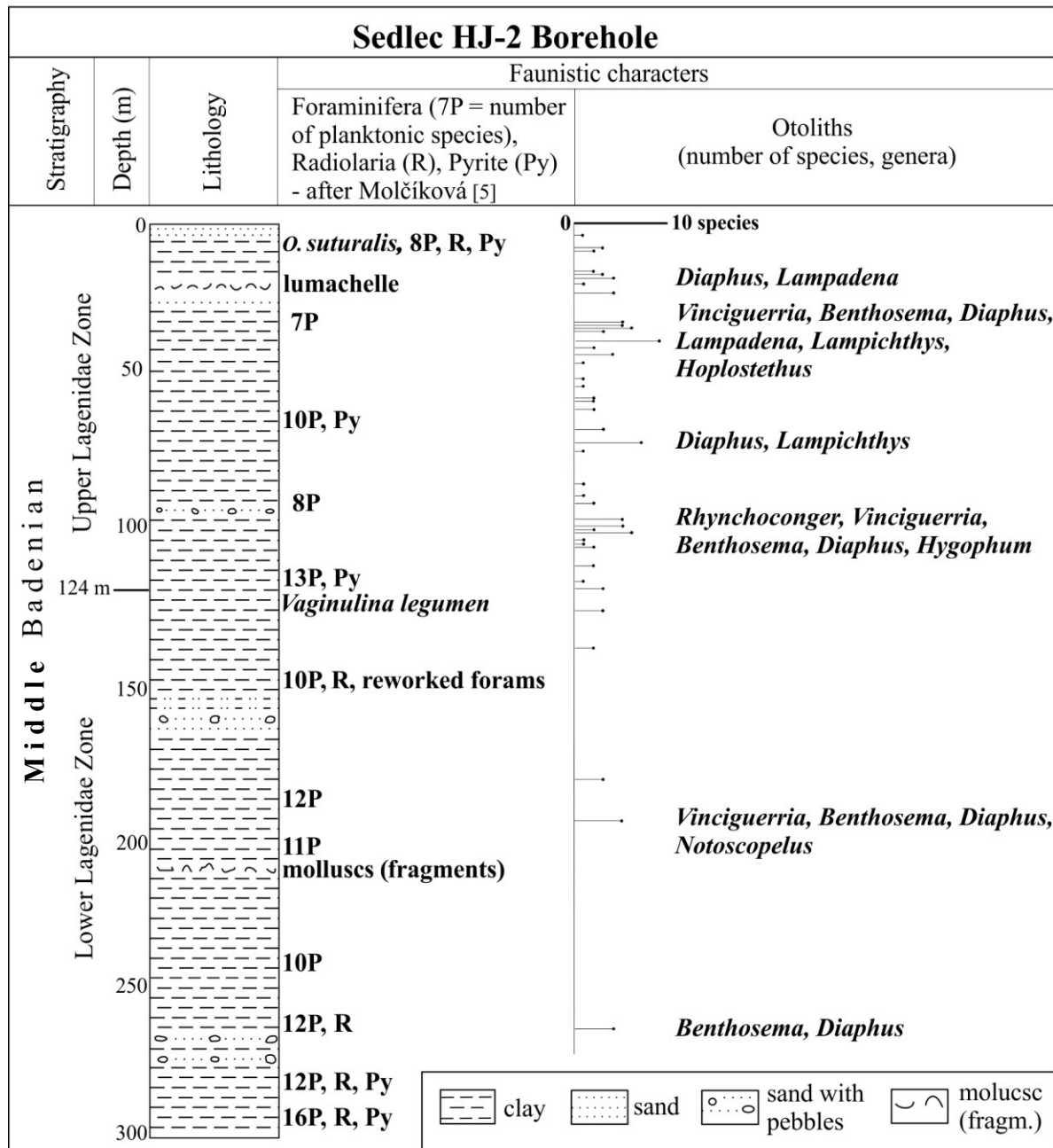
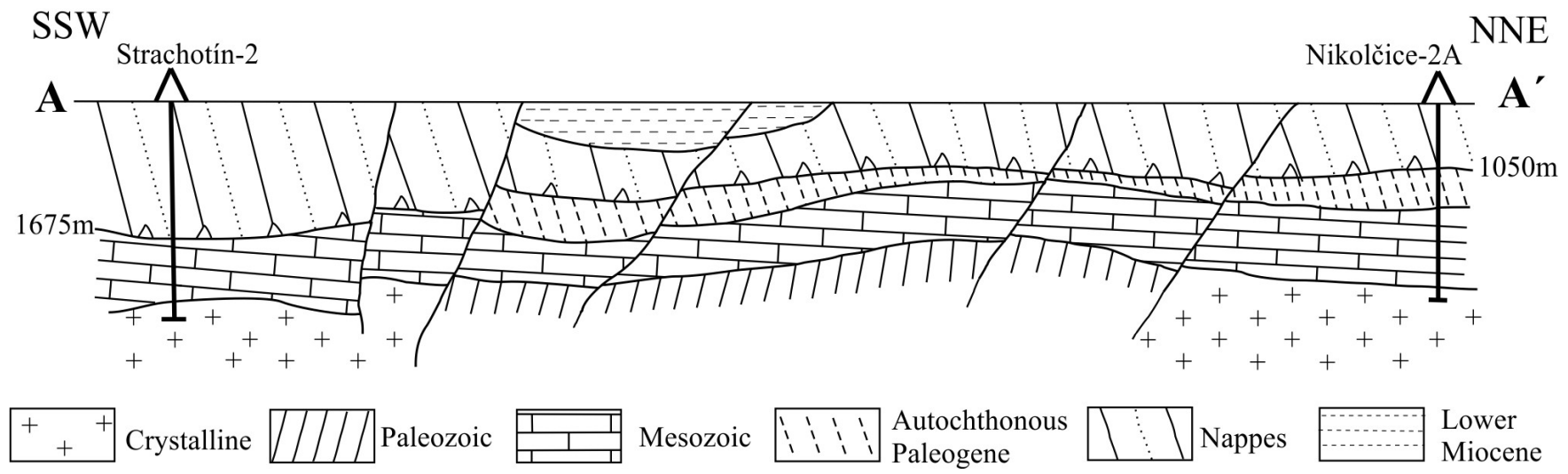


Fig. 6



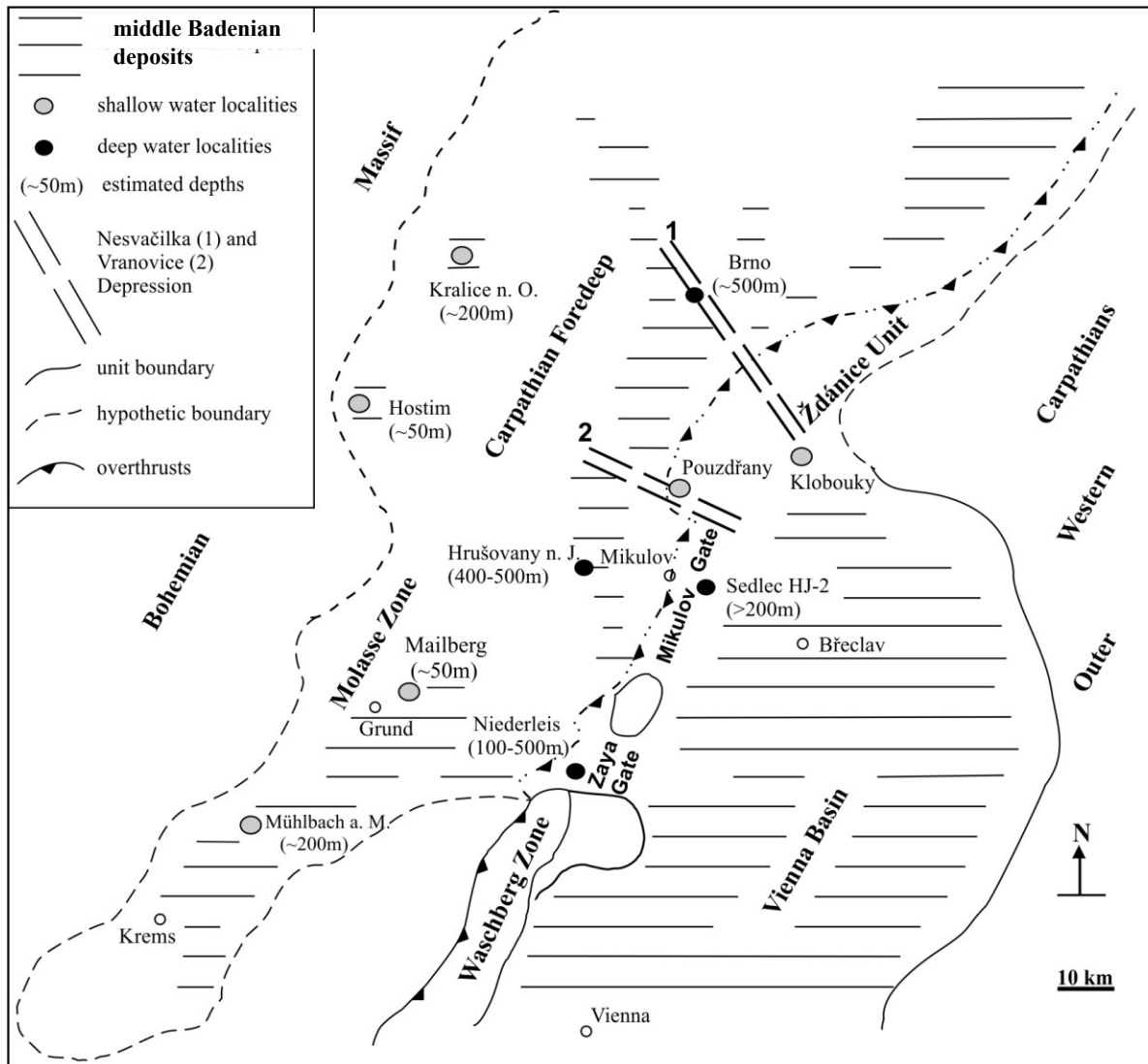
Geologický řez Strachotín 2 - Nikolčice 2A (Brzobohatý et Stráník, 2011)



Stolová hora od J, Pavlovské vrchy, Foto J. Poul (2006)

Paleogeografie středního badenu (lagenidová zóna), vídeňská pánev/karpatská předhlubeň

Fig. 4

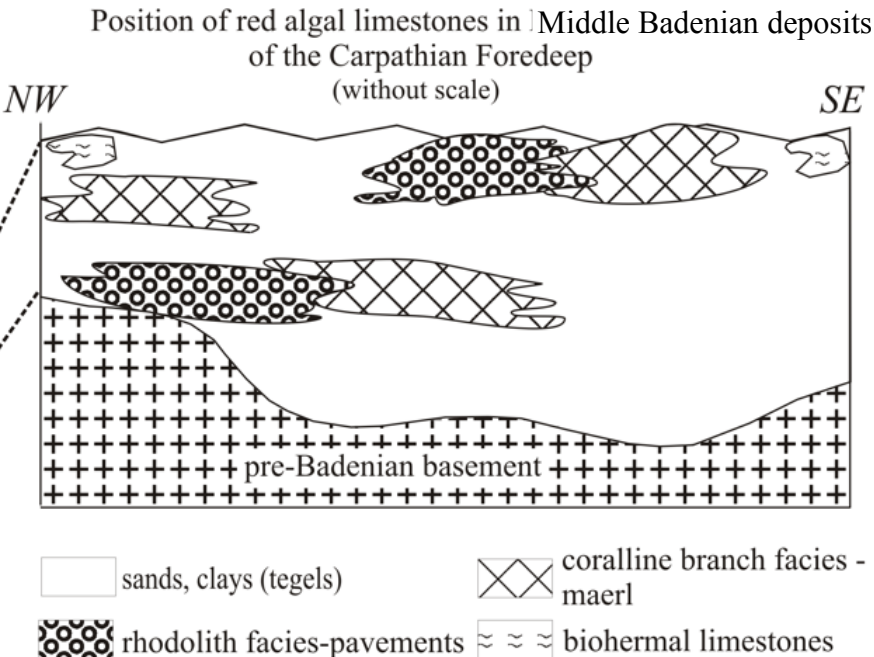


Ruduchové vápence (dříve též „litavské“, „lithothamniové“ či „řasové“) představují bio- i litofaciálně komplikovaný soubor hornin stratigraficky vázaný na vývoje s *Praeorbulina glomerosa* s.l. a *Orbulina suturalis* (zóna NN5).

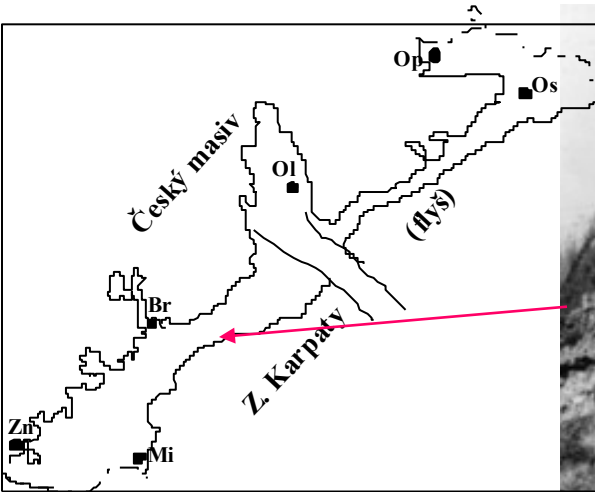
V karpatské předhlubni na jižní Moravě jsou známy z oblasti geograficky vymezené na J linií Hostim – Židlochovice, na S Moravskou branou, na Z linií Hostim - Kralice a na V čely flyšových příkrovů. S. od Moravské brány – jen sporadické údaje z vrtů.

Podle pozice v profilu jednoznačně převažují vápence uvnitř souvrství vápnitých jíílů (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 (např. Hostim, Hladíková et al. 1992). V nadloží vápnitých jíílů se objevují prakticky pouze ve výchozech v. od Brna (Prace – Holubice – Kroužek), přičemž často představují pouze relativně obohacený denudační řez, nikoli prokazatelně regresní sedimenty.

Time (Ma)	Chronostratigraphy			Calcareous nano-plankton
	Subseries	Stages		
		Standard	Central Paratethys	
13	MIDDLE MIOCENE	Serravallian	Sarmatian	NN6
14			Upper	
15	Langhian	Badenian	Middle	NN5
16			Lower	NN4



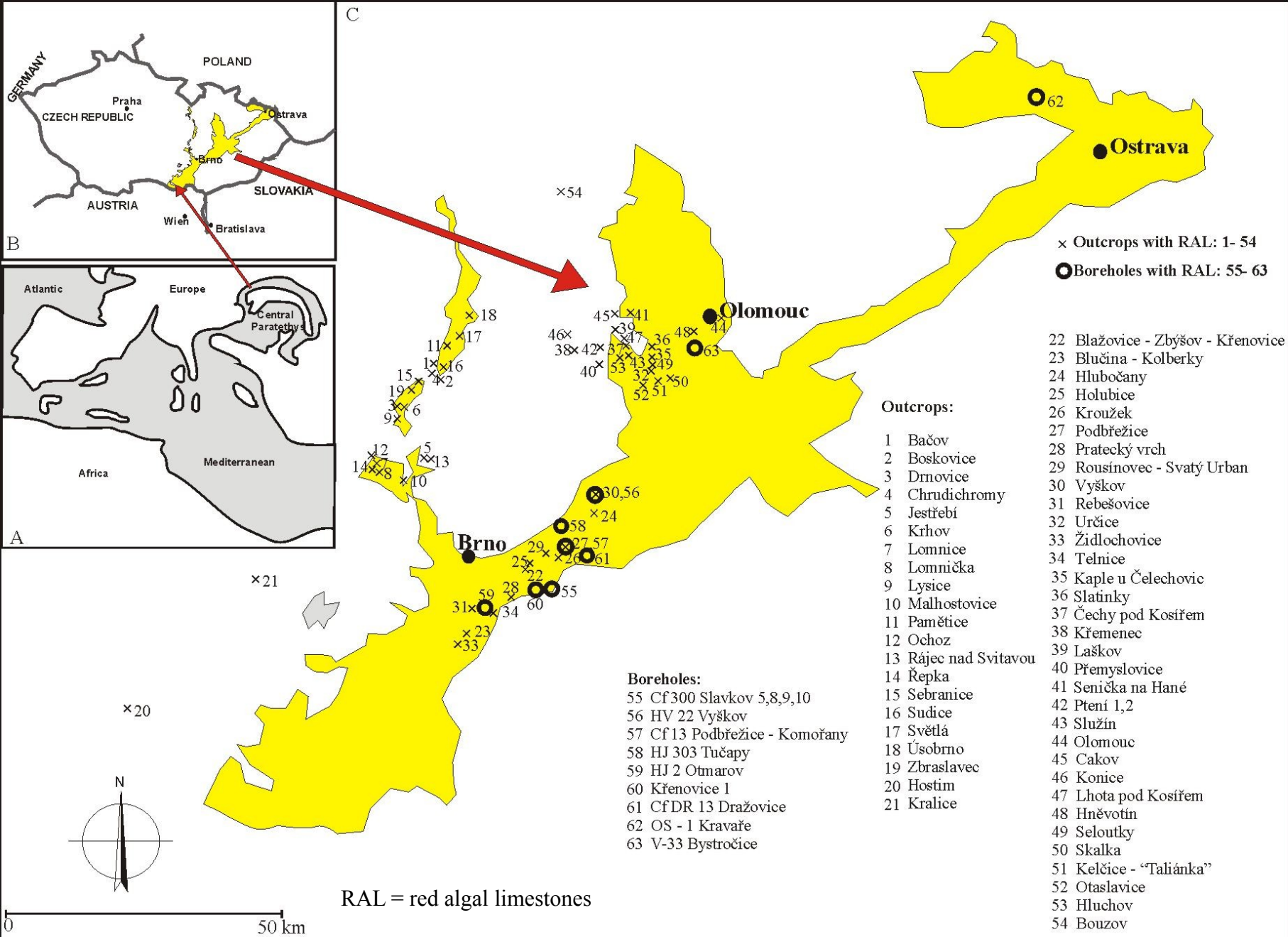
Útesové mechovkové a ruduchové vápence in situ byly zjištěny pouze u Podbřežic na V a Pamětic na Z. U **Podbřežic** se předpokládá jejich vznik v mělkovodním mořském prostředí s kolísající hloubkou a teplotou. Na této lokalitě červené řasy téměř chybějí ve spodní části tělesa biohermy a nabývají na významu až v jeho svrchní části.



Podbřežice – mechovková bioherma (Doláková et al. 2005)



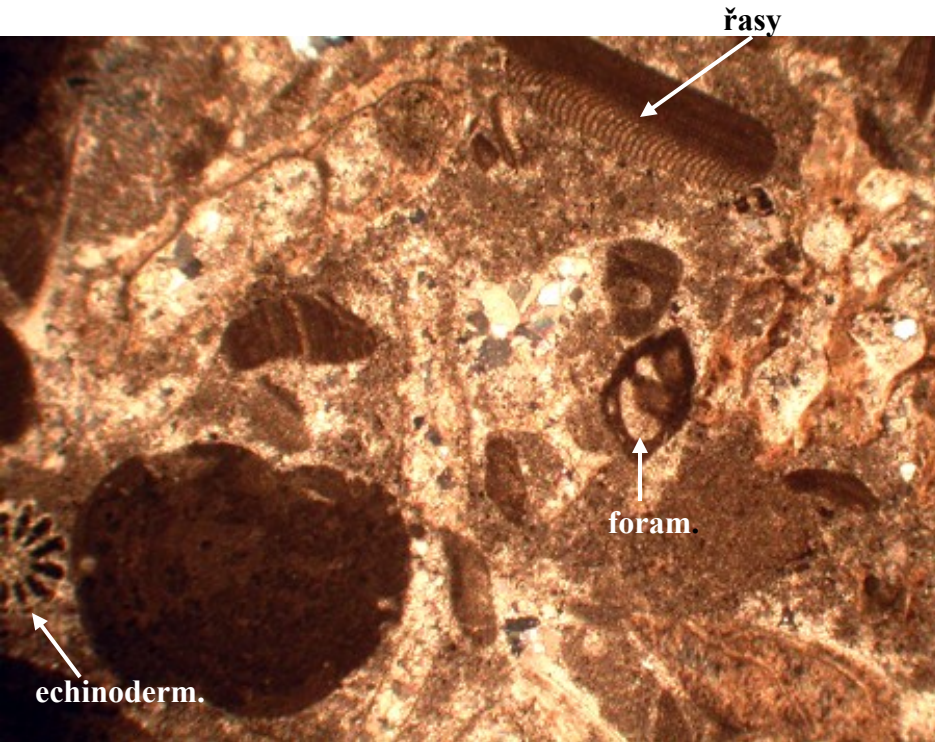
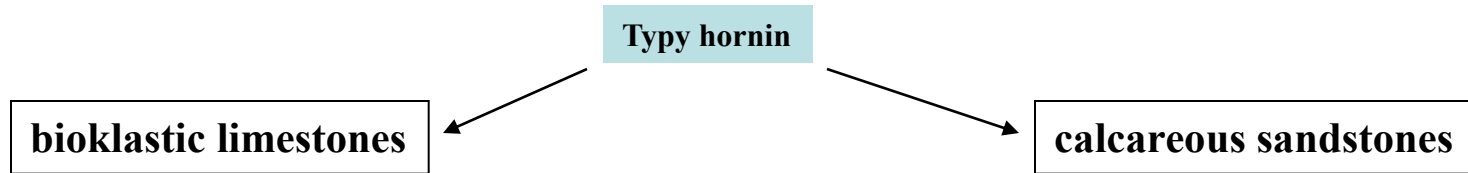
Podbřežice v r. 1974



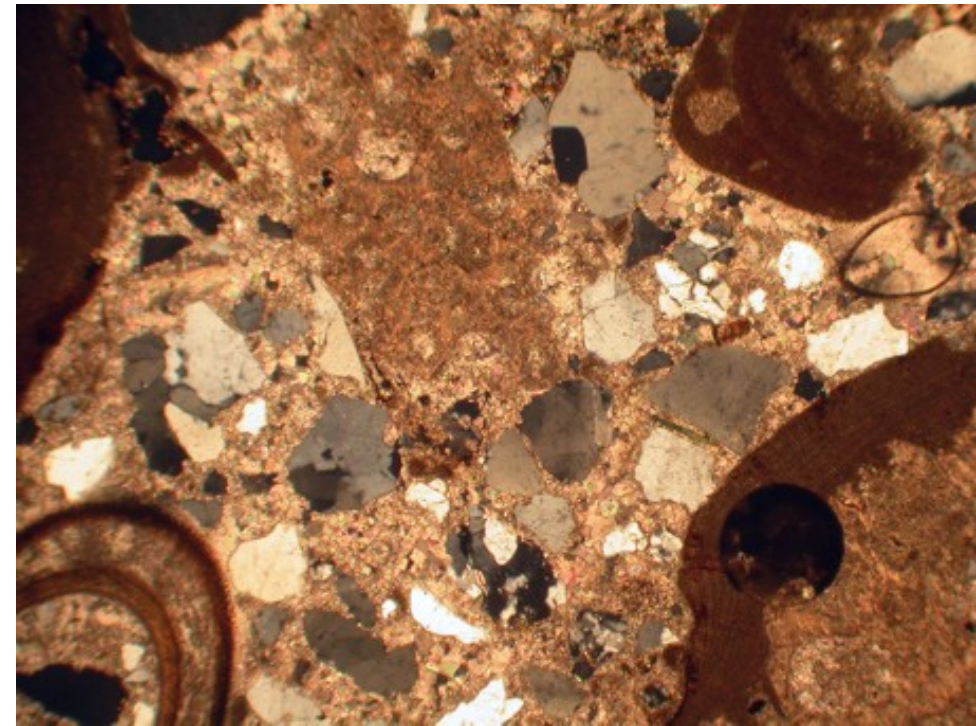
Rv mají proměnlivý obsah siliciklastik (0- 50%) a přecházejí až do vápnitých pískovců bez jakékoliv příměsi organické složky. Z fosilií v nich převažují nečláňkované („nongeniculate“) červené řasy a foraminifery s vápnitými i aglutinovanými schránkami. Téměř na všech lokalitách se vyskytují velké foraminifery (místy hojné rody *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Elphidium* spolu se schránkami serpulidních červů a mechovek), častí jsou i mlži (*Arca*, *Venus* *Pecten*) plži (*Conus*, *Turitella*, *Natica*) a ostnokožci, pravidelně se objevují ostrakodi, zuby a šupiny ryb.

Ramenonožci jsou méně obvyklí, koráli vzácní a jen velmi zřídka se vyskytují čláňkované („geniculate“) červené řasy.

Podle klasifikačního schématu karbonátových prostředí lze tyto vápence interpretovat jako tzv. **ruduchovou (rhodalgal) facii**, v níž dominují červené řasy a mechovky (subtropické až mírné klima) – tvorba netropických karbonátů v subtropickém až mírnějším klimatu.

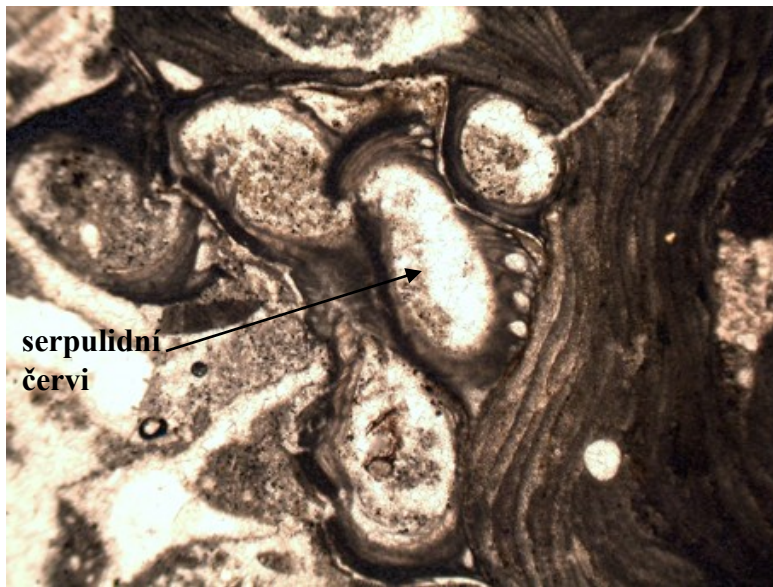
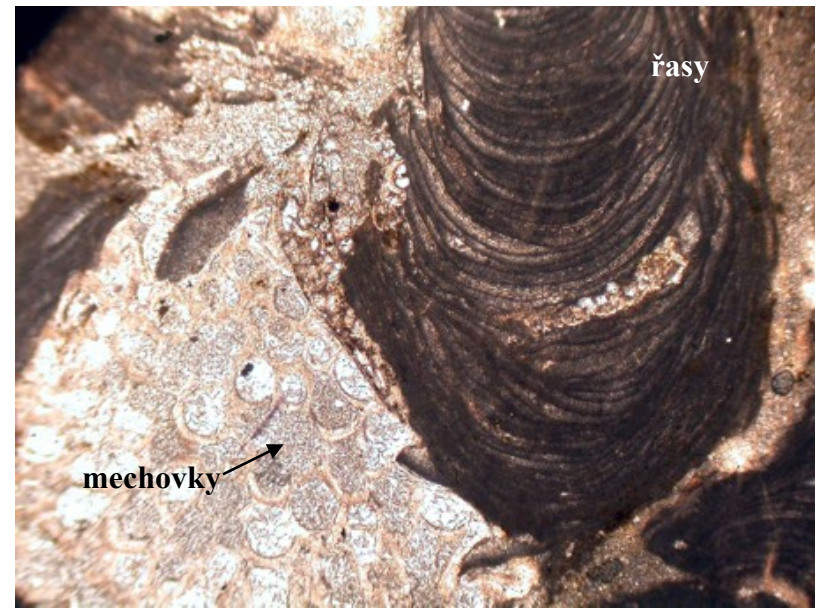


Lomnice



Prace

(Doláková et al. 2005)



100 μ

Fosílie v ruduchových vápencích (Doláková et al. 2005)

Blučina



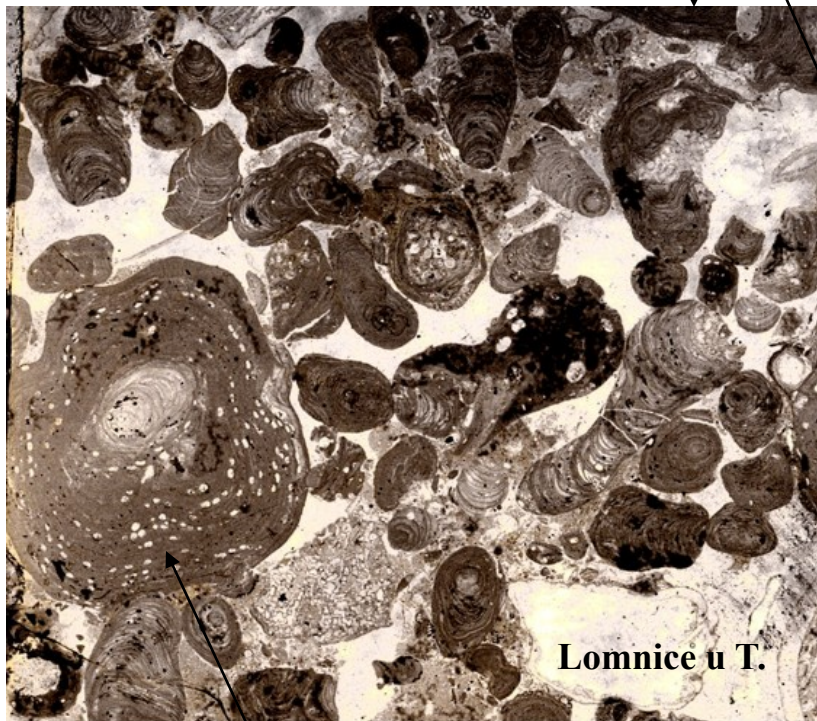
Světlá

**Zřetelné jevy gradace bioklastů
(= transport materiálu,
Doláková et al. 2005)**

V ruduchových vápencích převládají dvě facie:

„Větvnatá“ facie (**coralline branch rudstones**)

– obsahuje proměnlivé množství sparitické a mikritické základní hmoty

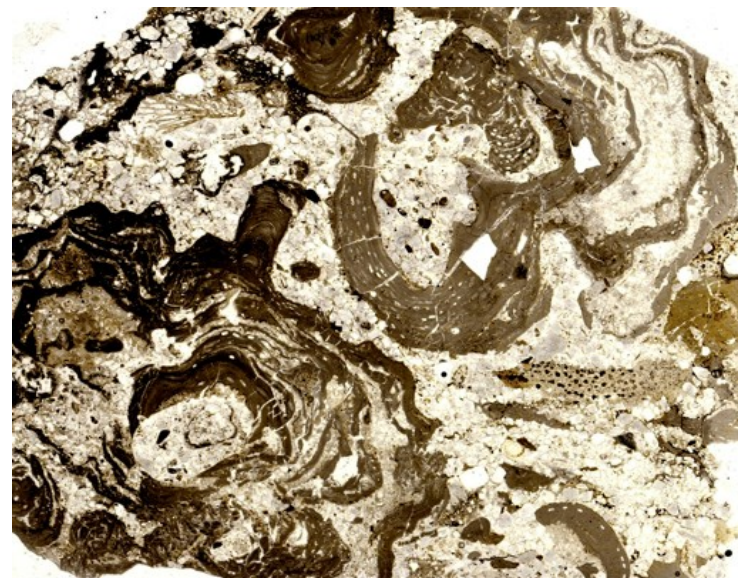
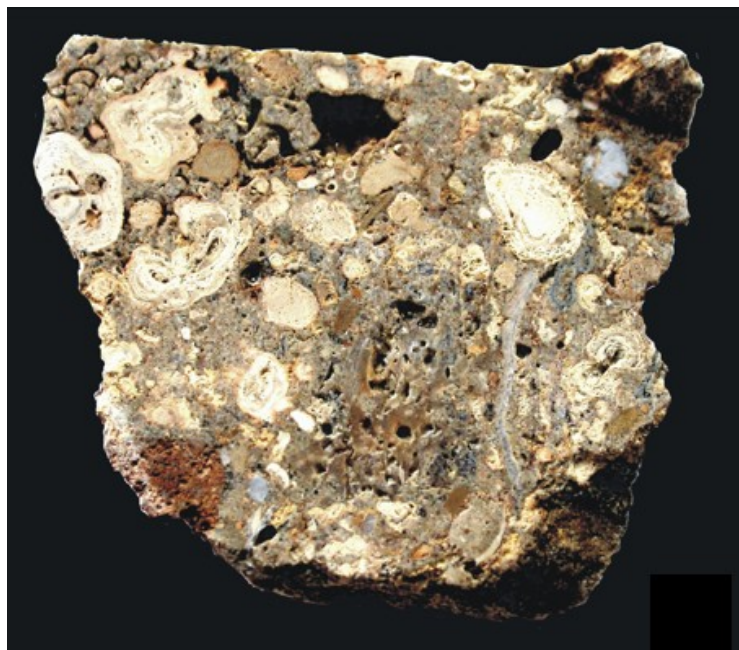


Facie větvnatých forem s malým množstvím monospecifických rhodolitů je označována jako „maerl“

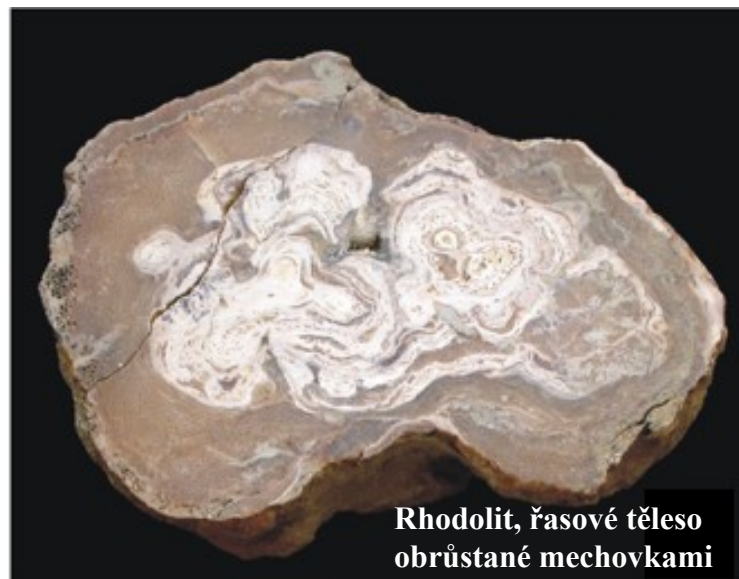


Paměťice

Rhodolitová facie (rhodolith rudstones**)** – ruduchové krusty se často střídají s koloniemi mechovek a trubicemi serpulidních červů, dutiny jsou vyplněny sedimenty, takové typy rodolitů vznikají na nezpevněných substrátech při mírném pohybu vody

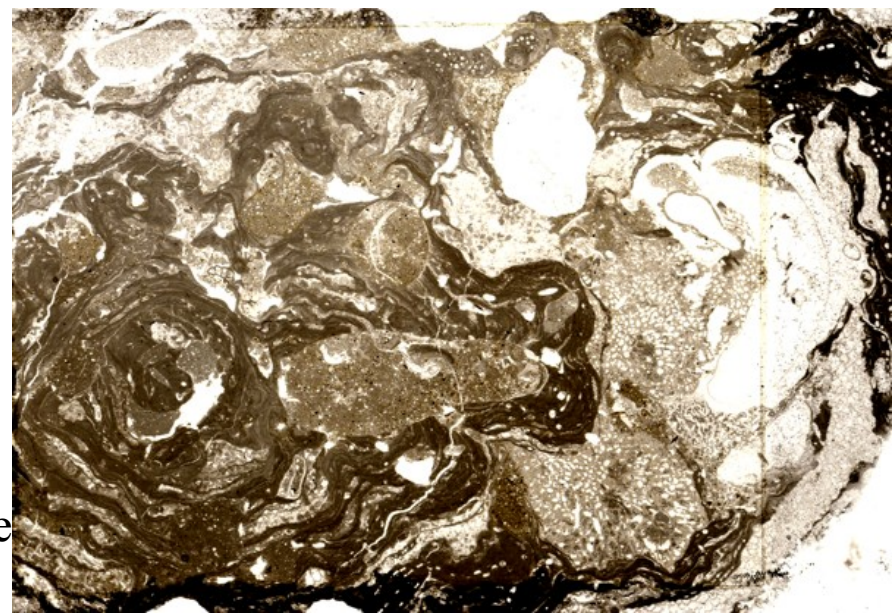


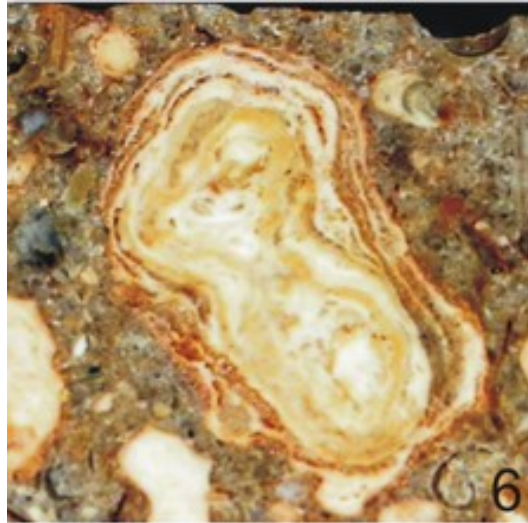
Prace



Rhodolit, řasové těleso
obrůstané mechovkami

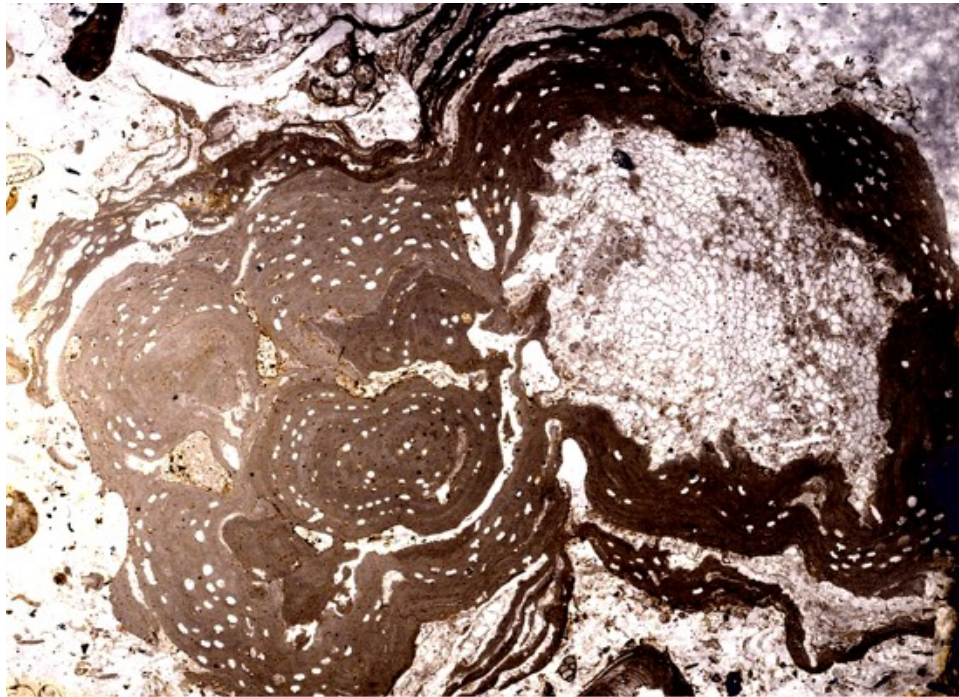
Židlochovice





1cm

Prace



Slepování malých ruduchových nodulí do větších rhodolitů je typickým jevem pro hloubky vody 90 a více metrů (Doláková et al. 2005).

**Mohyla míru – pomník bitvy
u Slavkova (1805) na vrcholku
Prackého kopce – vystavěna
z ruduchových vápenců
starých lomů**



**gradační zvrstvení
zvýrazněné zmenšujícími
se rhodolity
nebo koloniemi mechovek
převládajícími na ruduchami**

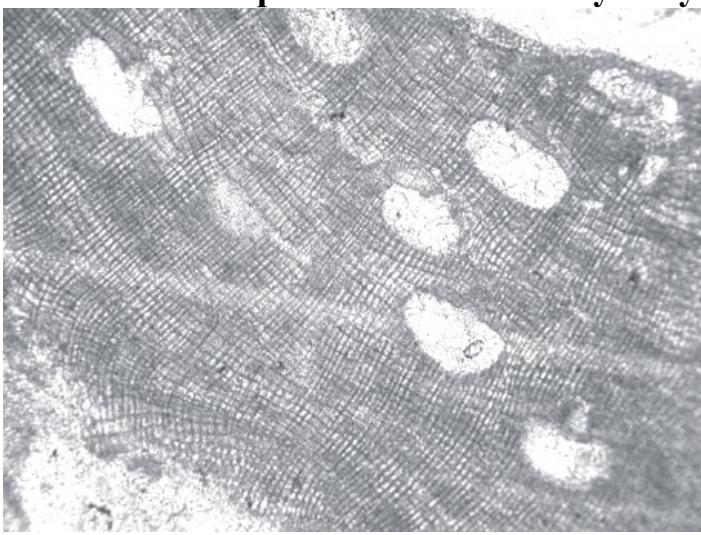


(Doláková et al. 2005)



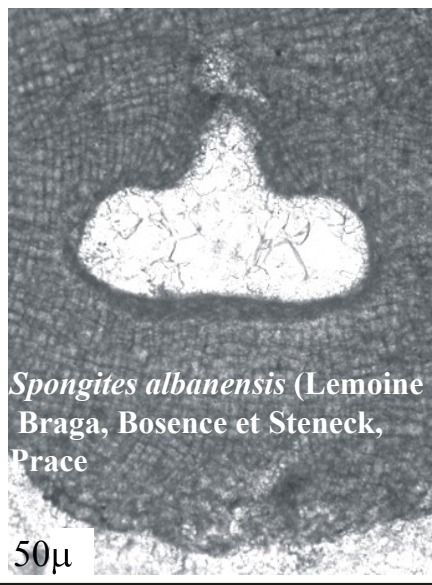
Pracký kopec – vápence –pískovce - písky

Melobesioideae (*Mesophyllum*, *Lithothamnion*, *Sporolithon*) – dominují, **Mastoporoideae** (nejčetnější *Spongites albanensis*) a **Lithophyloideae** (*Lithophyllum duplex*) – méně častá. Takové společenstvo = hloubky vody 70-100 m.



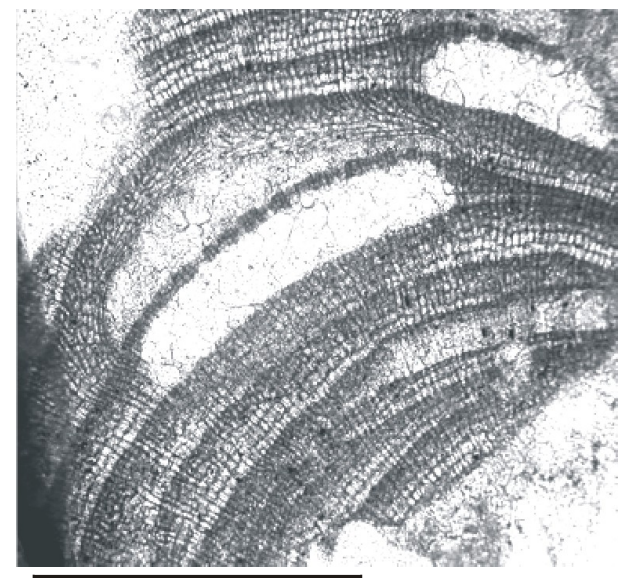
Lithophyllum duplex Masov,
Lomnice

50μ



Spongites albanensis (Lemoine
Braga, Bosence et Steneck,
Prace

50μ

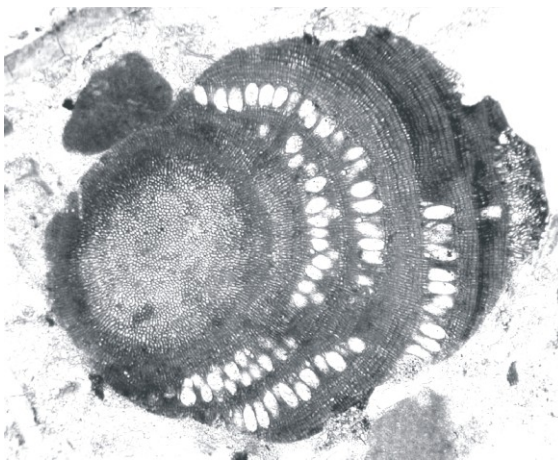


50μ

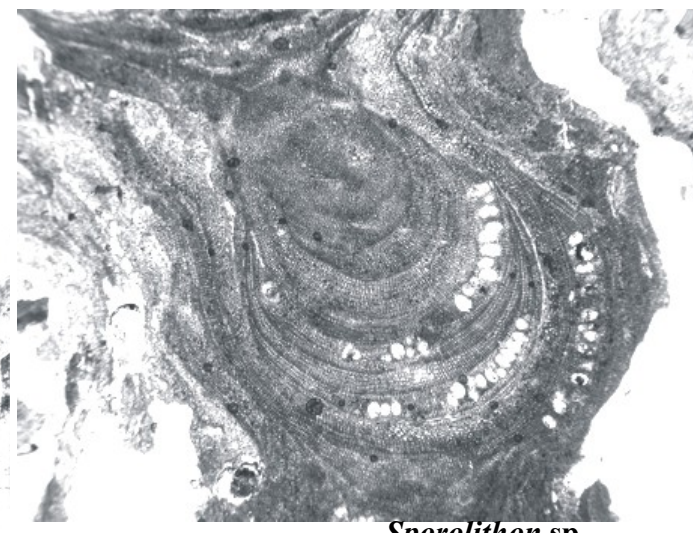
Lithothamnion ponzonense
Conti, Paměťice



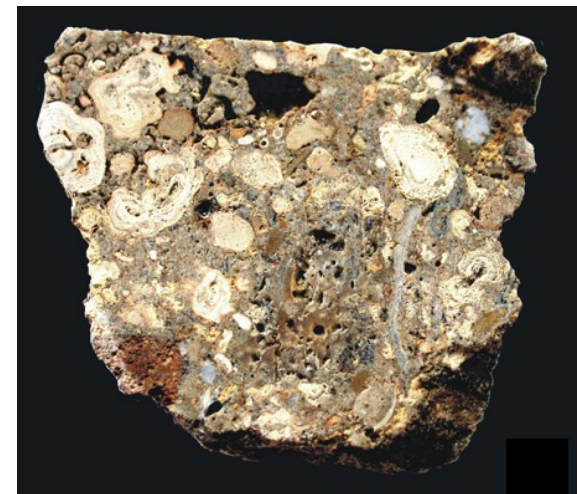
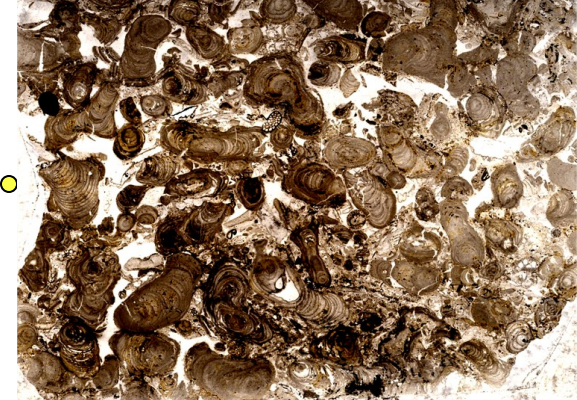
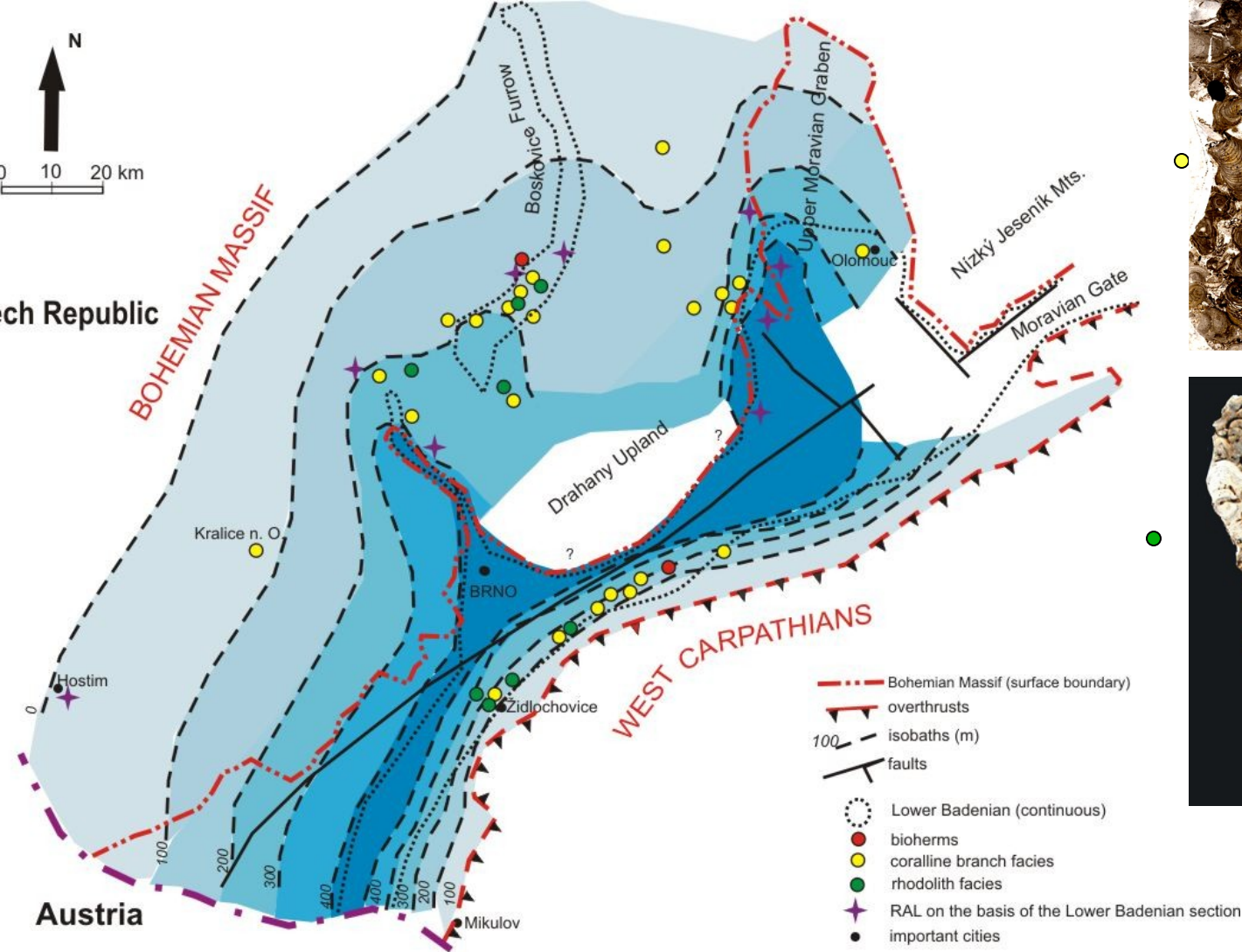
50μ *Mesophyllum koritzae*
Lemoine, Prace



100μ *Sporolithon* sp., Lomnice



100μ *Sporolithon* sp.,
Lomnice



Rozšíření řasových vápenců, jejich faciální typy a paleobatymetrie vápnatých jíľů podle otolitů (upraveno podle Doláková, Brzobohatý, Hladilová & Nehyba, 2005)

Souhrn řasových vápenců

V minulosti byly ruduchové vápence považovány za sedimenty transgresní i regresní, které vznikly v subtropickém klimatu a mělkovodních podmínkách, což bylo často v rozporu s interpretacemi okolních pelitů (spodní sublitorál až svrchní batyál).

Dnešní stav poznání středního badenu umožňuje odlišnou interpretaci ruduchových vápenců karpatské předhlubně na Moravě.

V ruduchových vápencích jsou přítomné **facie spojované v recentu s tvorbou „chladnovodních“ (=netropických) karbonátů** ve Středozemním moři. Tvoří se v **subtropickém až teplejším mírném prostředí**

Analýza facií zmírňuje, resp. eliminuje i rozpor s paleobatymetrií okolních vápnitých jíílů (Brzobohatý 2001).

Některé facie a jevy ukazují na hloubky vyšší než 90 m, gradační zvrstvení vyžaduje transport do větších hloubek.

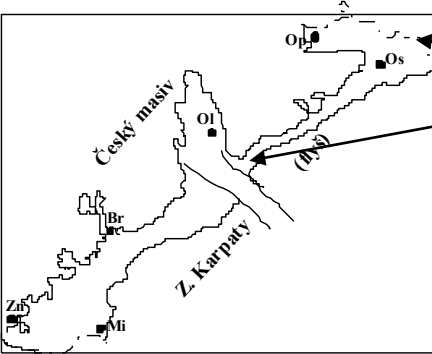
Ruduchové vápence se vyskytují v pelitech pouze do paleohloubek 250 m, ve vápnitých jílech z větších hloubek zcela chybějí.

Pozici ruduchových vápenců uvnitř vápnitých jíílů není nutno interpretovat jako důsledek oscilací dna (jiné fenomény potvrzující tak silný tektonický neklid chybějí).

Izotopická studia O a C provedená na fosiliích i horninách ze tří lokalit z moravské části karpatské předhlubně ukazují na širší spektrum paleoteplo, což může být způsobeno nejen paleoklimatickými podmínkami, nýbrž i různými pozicemi studovaných lokalit v pánvi.

Tyto interpretace korespondují i se současnými závěry z polské části karpatské předhlubně, kde se předpokládá sedimentace ruduchových vápenců vyššího badenu v podmínkách mírného až subtropického pásma (Studencki 1999).

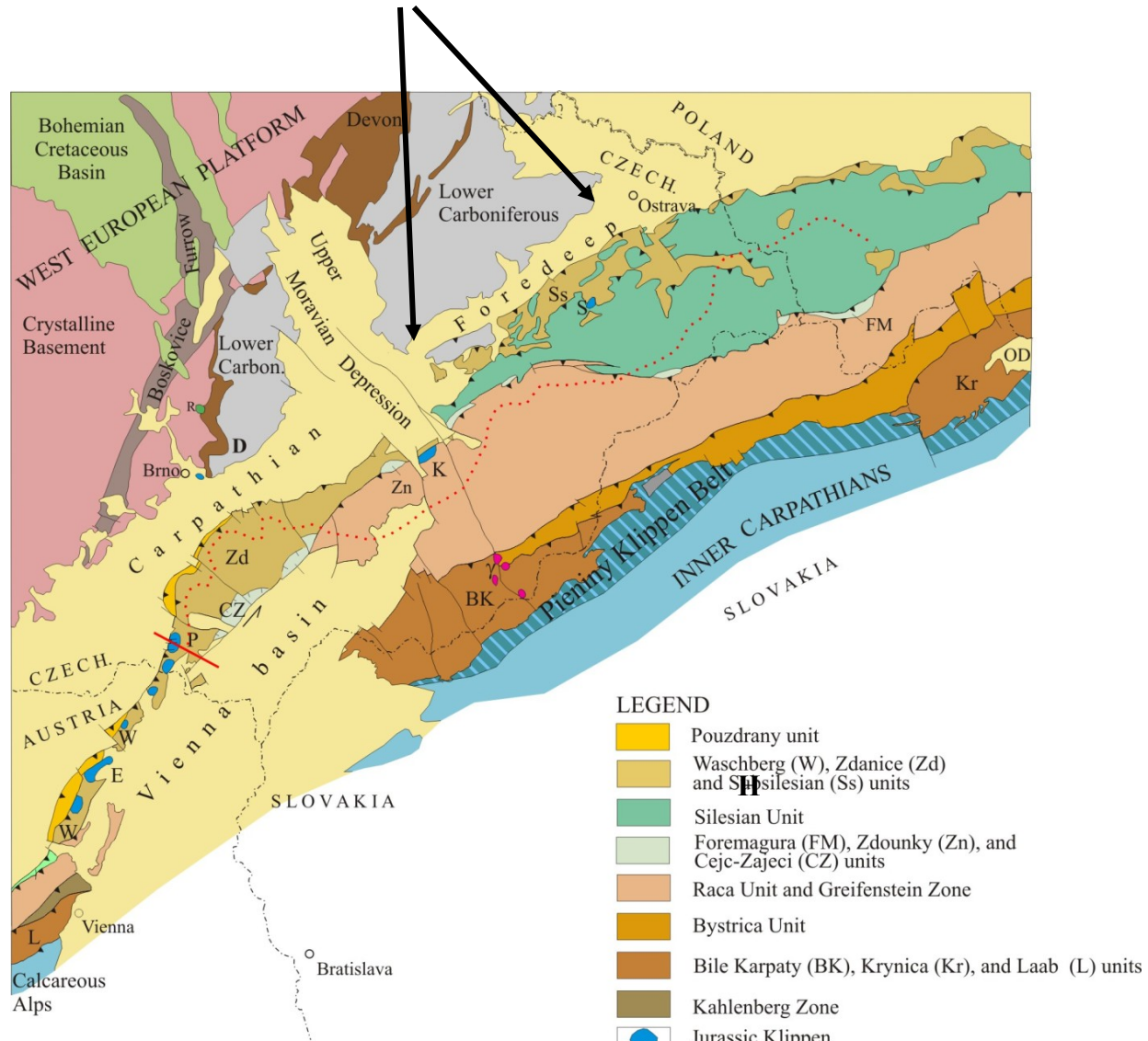
Baden Moravské brány a na Ostravsku (Eliáš 1999):



Vývoj:

- hranice ka/ba = úzká ústřední deprese (šířka 5-7 km), omezení – na V slavkovsko těšínský hřbet, na Z Český masív – zlomové omezení,
- v bečevské a oderské části Moravské brány má směr JZ – SV,
- na Ostravsku probíhá V-Z směrem a štěpí se na výmol bludovický a dětmarovický (mezi leží ostravsko-karvinský hřbet),
- Z a V svah deprese modelován zpětně zahlubbenými údolími (některá vysutá) do sp. karbonu, karpátu i příkrovů,
- počátek sedimentace = klastika různých názvů a zřejmě ne vždy synchronní, v centrálních částech deprese „**detrit**“ (až 280 m) = zřejmě ekvivalent **debowického slepence** v Polsku (v „Jerlochovických stěnách“ odkrytá klastika = **jerlochovické pískovce** zahrnované v návrhu do **žukovského s.** jako souborného názvu pro klastika mimo centrální depresi) => pískotoky, zrnitosti, skluzy a sesuvy + řízení údolních stěn,
- nadloží tvoří vápnité jíly-tégly – tato pelitická sedimentace má unifikační ráz jako na jižní Moravě (viz výše)
 - návrh **lobodické s.** (odpovídá **skawinskému s.** v Polsku).Překrývá i velkou část ostravsko-karvinského hřbetu a zasahuje i na Opavsko.

Struktura Moravské brány

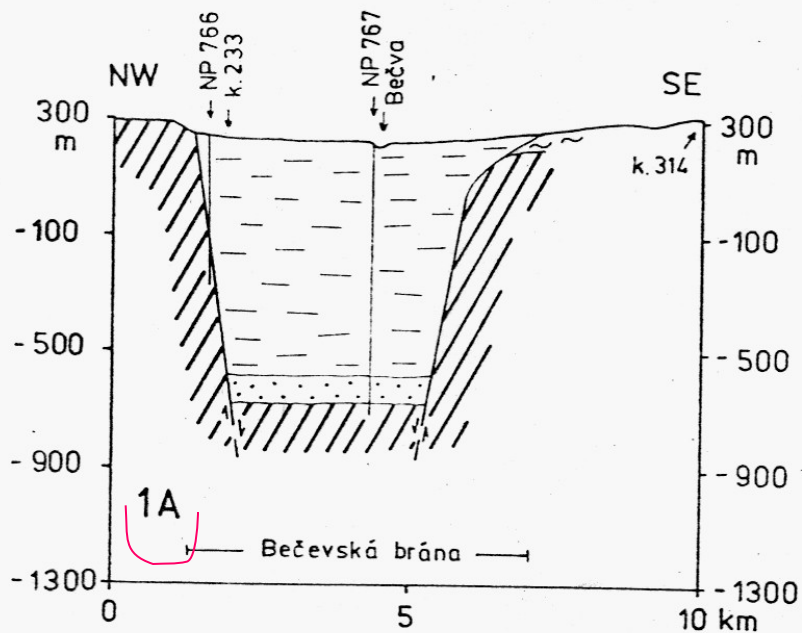


- LEGEND**
- Pouzdrany unit
 - Waschberg (W), Zdanice (Zd) and Silesian (Ss) units
 - Silesian Unit
 - Foremagura (FM), Zdounky (Zn), and Cejc-Zajeci (CZ) units
 - Raca Unit and Greifenstein Zone
 - Bystrica Unit
 - Bile Karpaty (BK), Krynica (Kr), and Laab (L) units
 - Kahlenberg Zone
 - Jurassic Klippen
 - Extent of Miocene deposits beneath the Carpathians






- | | | | |
|----|------------------|---|--------------------|
| B | Brno Jurassic | P | Pavlov Hills |
| E | Ernstbrunn | R | Rudice Member |
| K | Kurovice klippe | S | Stramberk klippe |
| OD | Orava Depression | γ | Tertiary volcanics |

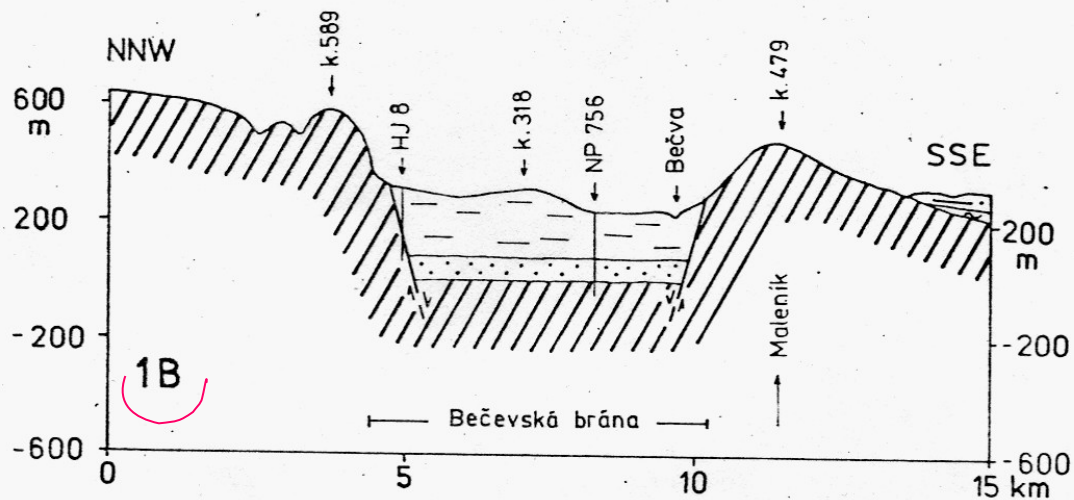
Picha et al. (2006)





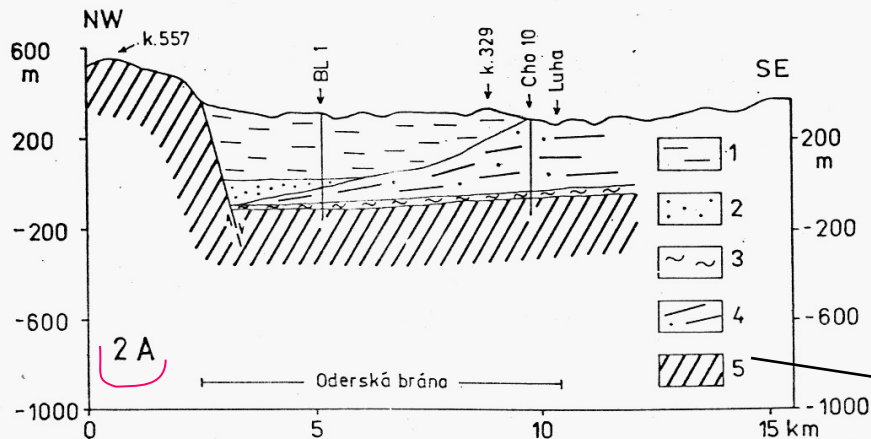
Moravská brána na JZ – badenská výplň až 900 m = hluboký prolom ukončený na jz. příčnými dislokace SZ-JV (bušínský zlom), výraznější kerná tektonika vlivem větších mocností rigidnějšího proterozoického podloží než v sv. části.

-  1 stř. baden (přev. pelity)
-  2 stř. baden (klastika)
-  3 karpát
-  4 příkrovy ZK
-  5 sedimenty paleozoika



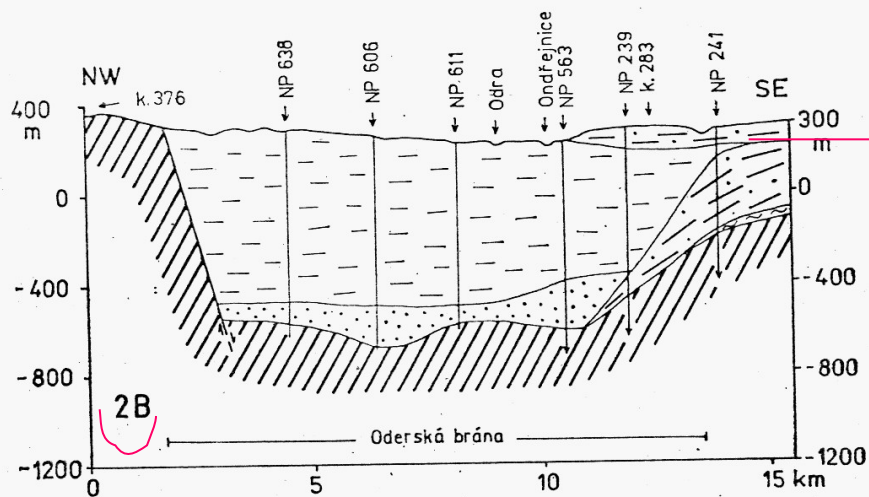
(Czudek et Dvořák 1989)

Obr. 1A. Profil jz. části Moravské brány 5 km sv. od Přerova. Obr. 1B. Profil jz. části Moravské brány 5,5 km sv. od Lipníku n. B. Vysvětlivky viz obr. 2B,



Na SV je Moravská brána mělká, vyplněna i karpatem, který zasahoval až k okraji N. Jeseníku, a starším štýrským příkrovem => pokles brány nastal dříve než v jz. části a byl plastičtější (větší mocnosti paleozoika).

(vysvětlivky viz předchozí obr.)

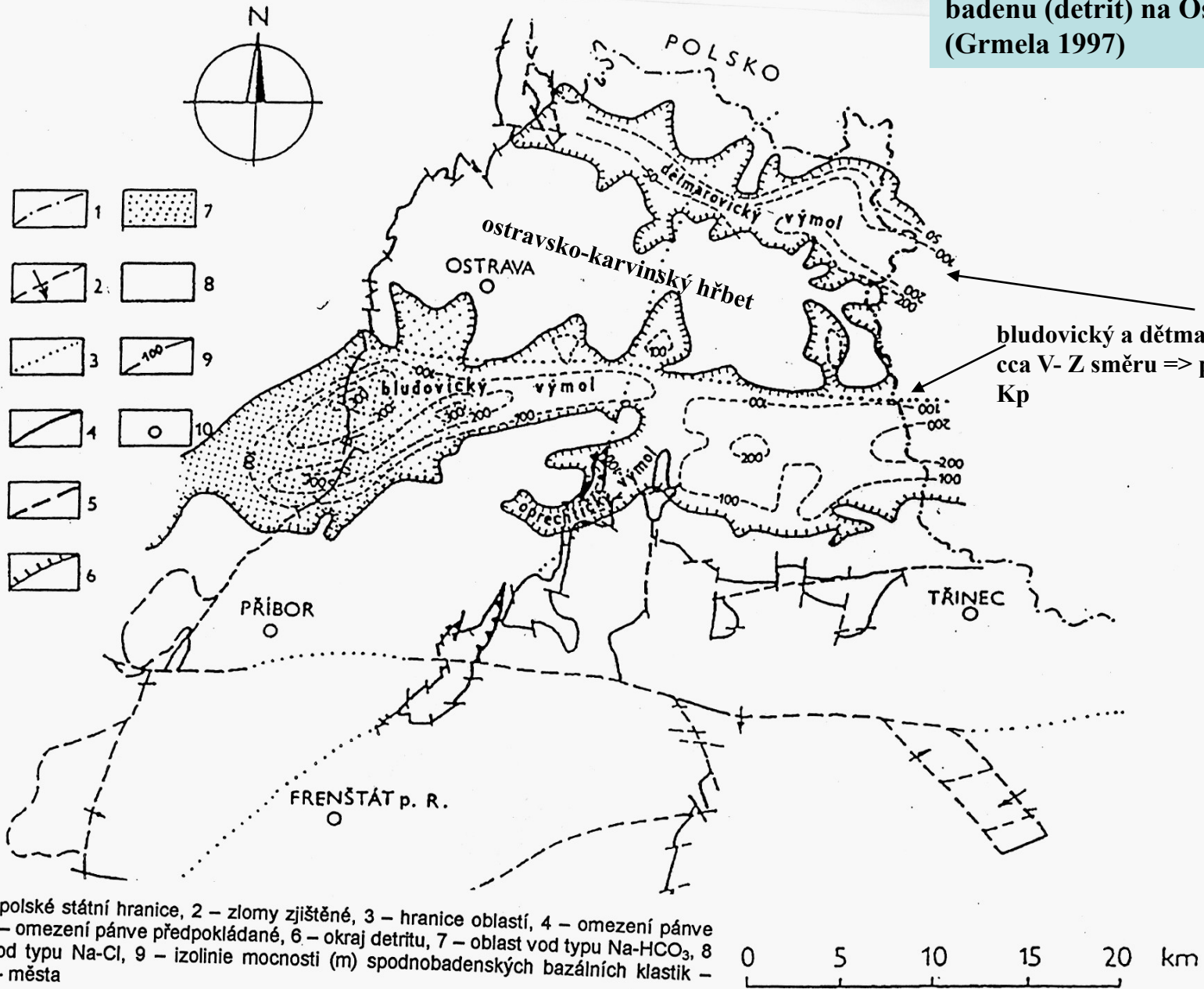


plocha mladšího štýrského příkrovu

Obr. 2A. Profil sv. části Moravské brány 3,5 km sv. od Běloutína. Obr. 2B. Profil sv. části Moravské brány 1,5 km sv. od Jistebníku. Vysvětlivky: 1 – sedimenty badenu (převážně pelity); 2 – sedimenty badenu (bazální klastika); 3 – sedimenty karpátu; 4 – sedimenty karpatských příkrovů; 5 – sedimenty paleozoika (devon, karbon). Geologie převážně podle vrtů bývalého Geologického průzkumu, n. p. [nyní UNIGEO, s. p.] Ostrava. Profily (5× převýšené) sestavili T. Czudek a J. Dvořák.

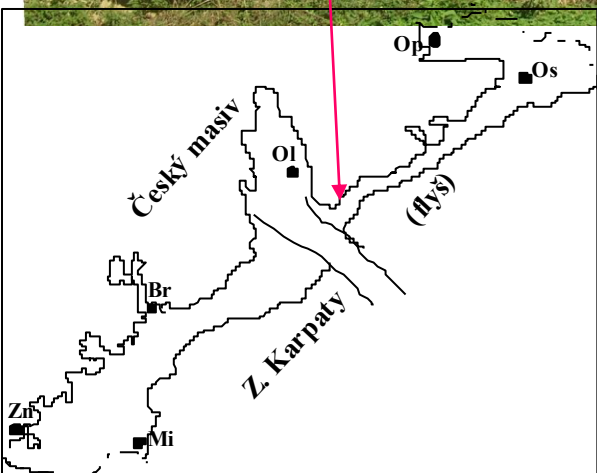
(Czudek et Dvořák 1989)

Rozšíření bazálních klastik spodního badenu (detrit) na Ostravsku
(Grmela 1997)



1 – česko-polské státní hranice, 2 – zlomy zjištěné, 3 – hranice oblastí, 4 – omezení pánve zjištěné, 5 – omezení pánve předpokládané, 6 – okraj detritu, 7 – oblast vod typu Na-HCO₃, 8 – oblast vod typu Na-Cl, 9 – izolinie mocnosti (m) spodnobadenských bazálních klastik – detritu, 10 – města

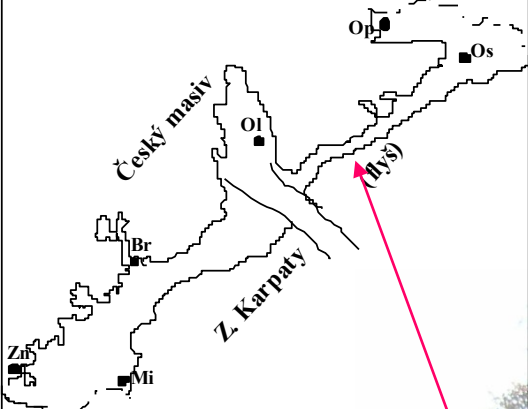
0 5 10 15 20 km



**Čekyně (ssz.od Přerova, jz. okraj Moravské brány),
střední baden, bazální klastika**

Čekyně (sz.od Přerova, jz. okraj Moravské brány), střední baden, bazální klastika, detail





Černotín, jv. od Hranic n. M., ? střední baden, klastika



(Foto Tomanová Petrová)

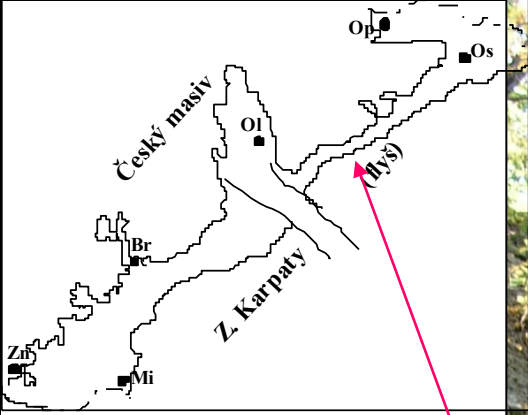
Černotín, jv. od Hranic n. M., ? střední baden, klastika



(Foto Tomanová Petrová)



Dtto - detail



Teplice n. B.,
střední baden,
báľvanitá bazální klastika
na paleozoiku

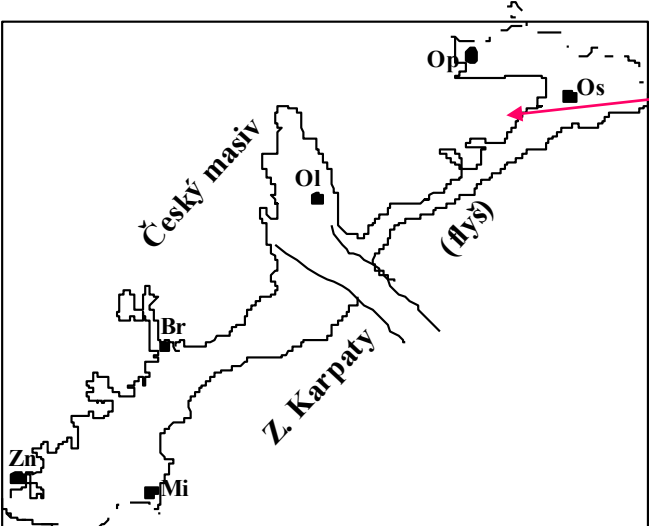


(Foto Tomanová Petrová)

Dtto, detail



(Foto Tomanová Petrová)



**žukovské souvrství,
jerlochovické pískovce,
Jerlochovice, z. od Fulneku,
střední baden**



(foto: Tomanová Petrová)

**jerlochovické pískovce, Jerlochovice z. od Fulneku,
střední baden**



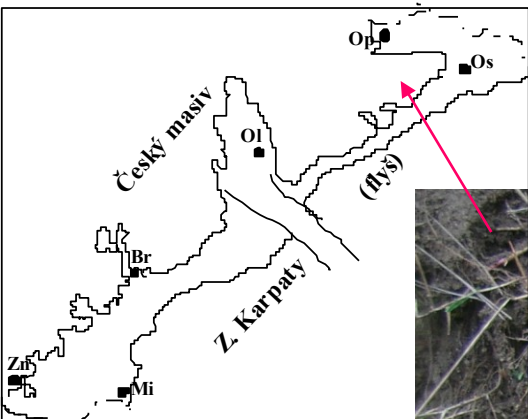
(Foto Tomanová Petrová)

**jerlochovické pískovce, Jerlochovice z. od Fulneku,
střední baden**



(Foto Tomanová Petrová)

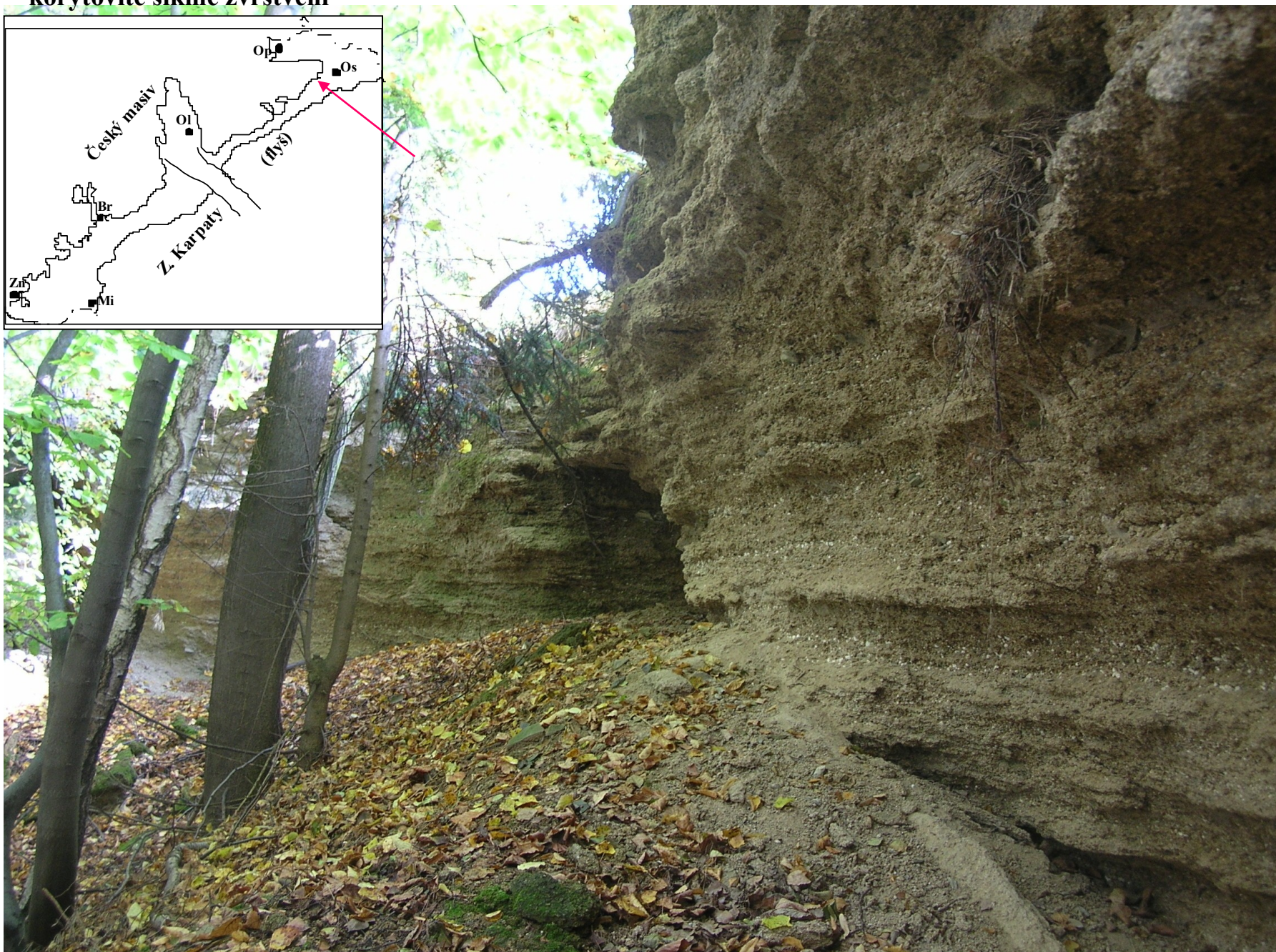
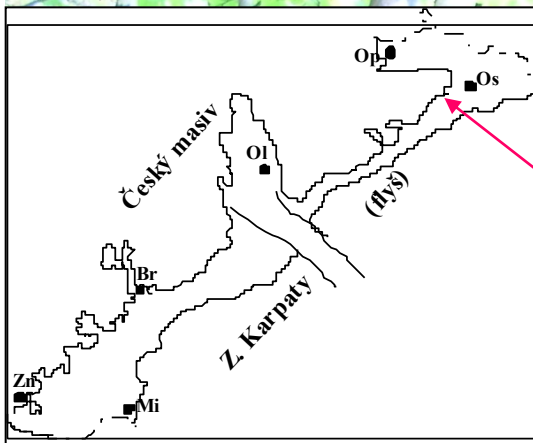
Jindřichov (jz. od Oder), střední baden, intraklast v bazálních klastikách žukovského souvrství



Jindřichov - dtto



Kletné (j. od Fulneku), žukovské souvrství, střední baden, okrajová klastika, drobnno- až střednozrnné slepence, korytovité šikmé zvrstvení

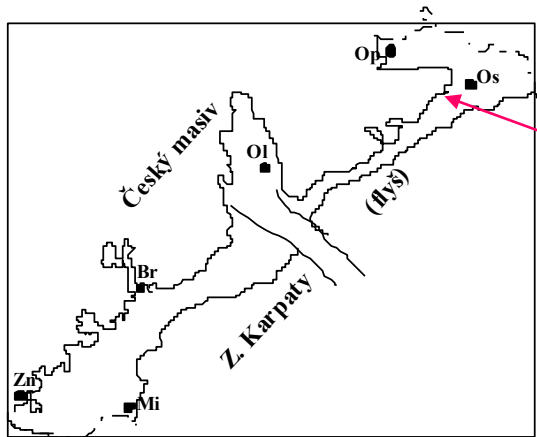


Kletné (j. od Fulneku), žukovské souvrství, střední baden, okrajová klastika, klast spodnokarbonské břidlice



(Foto Tomanová Petrová)

**Stachovice (jv. od Fulneku),
žukovské souvrství, střední baden,
špatně vytríděné hrubozrnné písky
s vložkami štěrků a velkým
šikmým zvrstvením, delta ?
forams + úl. mechovek, měkkýšů, ruduch
(Nehyba et al. 2009)**



Dtto – křížové zvrstvení velkých měřítek („foresety“)



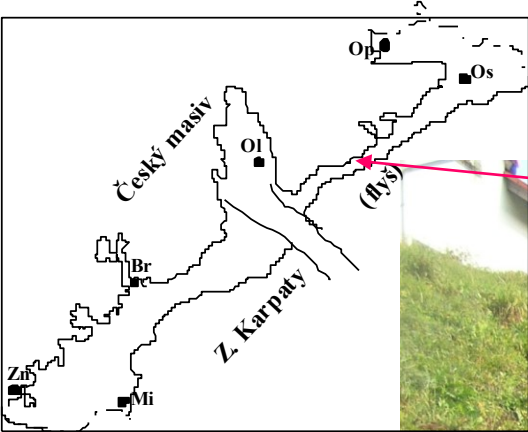
(Foto Tomanová Petrová)

Dtto – křížové zvrstvení velkých měřítek



(Foto Tomanová Petrová)

**Bělotín (sv. od Hranic n. M.,
Moravská brána, střední baden, vápnité jíly - tégly**



Bělotín, střední baden, vápnité jíly – tégly, detail



(Foto Tomanová Petrová)

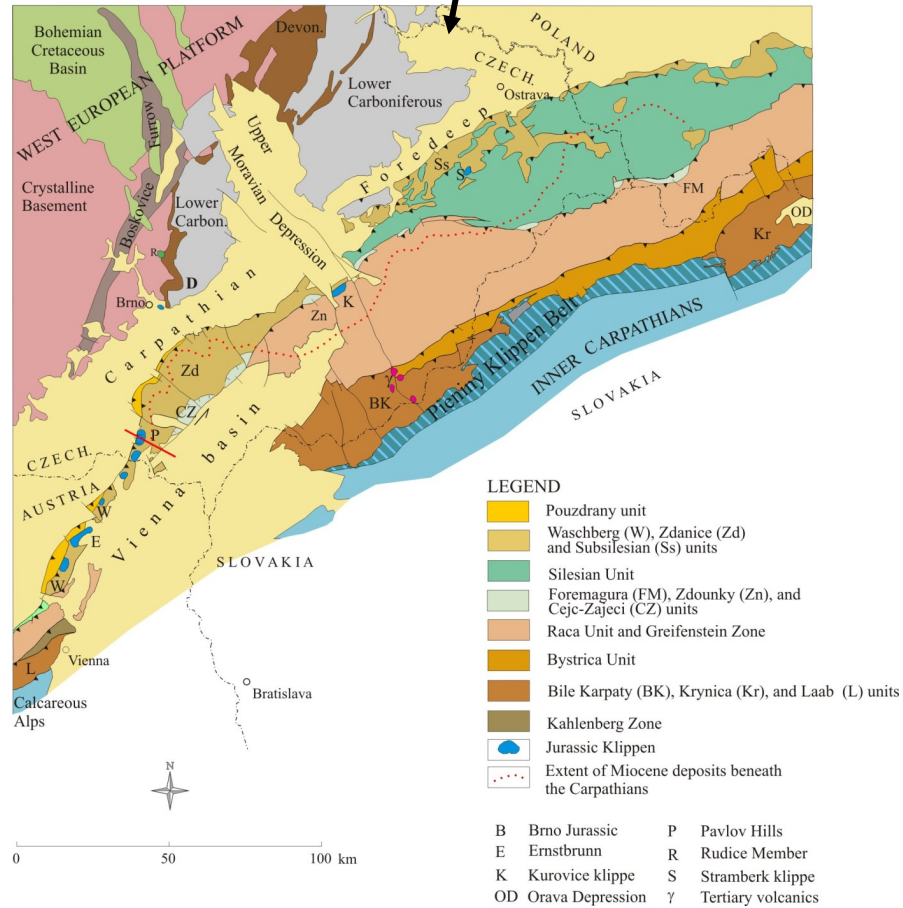
Na Opavsku se vývoj uloženin badenu od převážné části předhlubně liší:

V tomto okrajovém zálivu se v nadloží bazálních klastik (pískovce a slepence s valouny spodnokarbonských hornin – návrh **hat'ské s.) uložily písky a písčité jíly pestrých barev obsahující vločky uhelných jílu a lignitu návrh (návrh - **smolkovské s.**).**

Představují splachy fosilních často kaolinizovaných zvětralin spodního karbonu do jezerní pánve. Do ní proniklo v období maximální záplavy střednobadenské moře a uložily se šedé vápnité jíly (návrh – **jachowské s.) s bohatou foraminiferovou faunou a doprovázené čedičovým vulkanismem (střídání čedičů, č. tufů a tufitů s jíly se sádrovcem a anhydritem).**

Mořská transgrese rozšířila sedimentační oblast opavské dílčí pánve a postoupila i přímo na spodnokarbonské podloží.

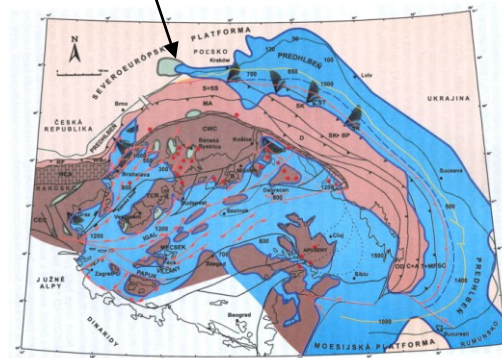
K četným projevům vulkanismu během vyššího badenu na Opavsku patří povrchový výskyt **nefelinického čediče u Bendova mlýna u Koberčic.**



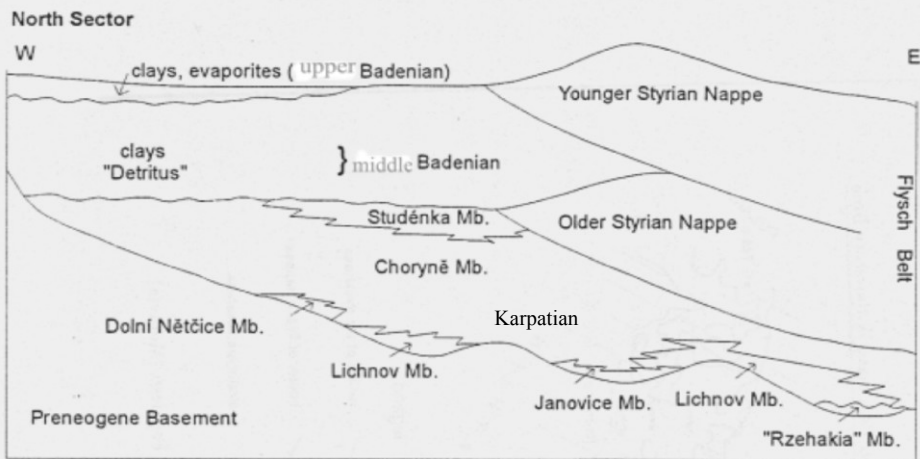
Vyšší střední a svrchní baden

Dosunutí příkrovů na Ostravsku a v Polsku bylo po uložení vápnných jííl (téglů s řasovými vápenci) spojeno s výzdvihem karpatské předhlubně v oblasti od Moravské brány na jih a zánikem souvislého sedimentačního prostoru.

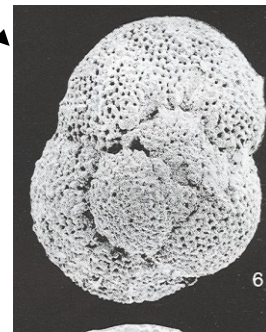
Pouze na Ostravsku a Opavsku pokračovala sedimentace bez přerušení až do konce badenu. V zálivu karpatské předhlubně, který sem zasahoval z Polska, se uložily ve vyšším středním badenu nejprve šedé vápnné jíily, v jejichž vyšších polohách lze sledovat výrazné změlčování. To mělo ve vyšším badenu za následek tvorbu salin a ukládání evaporitů (**kobeřické sádrovce**) v mocnostech až 65 m. Bylo spojeno se salinitní krizí a sedimentací evaporitů širokého dosahu ve středním (v Polsku i zčásti svrchním) badenu vnějších pánví celé centrální Paratethydy.



86 R. Brzobohatý, I. Cicha, M. Kováč & F. Rögl, eds 2003, Masaryk University Brno



Ve **svrchním badenu** se v tomto zálivu uložily již jen jíily a jílovce (~250m) s hojnými rostlinnými zbytky a při bázi s vložkami kompaktních vápenců. Nižší část těchto jííl je charakterizována hromadným výskytem pteropodů rodu *Spiratella* a vyšší pak výskytem endemického druhu planktonních foraminifer *Velapertina indigena* (cca BBZ vid. pánve). V nejvyšší části profilu foraminiferová fauna mizí, i tento sedimentační prostor se zvedá a **mořská sedimentace v prostoru moravskoslezské části karpatské předhlubně definitivně končí**.



Velapertina indigena Lucz.

(svrchní baden)

Během badenu představovala CP epikontinentální moře s občasnou komunikací s VP a Mediterránem.

Počáteční badenská transgrese zastoupená vývoji s *Praeorbulina glomerata* uvnitř zóny NN 4 (okolo 15.97 Ma) dosáhla do severových. chorvatské p., štýrské p., jihoslovenské p., dolnorakouské molasy a transylvánské p.

Transgrese se šířila prostřednictvím slovinského koridoru stejně jako druhá fáze transgrese, která již obsahuje společenstva s *Orbulina suturalis* nastupující okolo 14.8 Ma a zaplavující celý systém pannonských pánví, tedy celou chorvatskou, vídeňskou, dunajskou, východoslovenskou pánev a karpatskou předhlubeň.

Izolace ve vyšším badenu vyústila do salinitní krize v oblastech východních částí CP a ukládání evaporitů v předhlubni, transylvánské a transkarpatské pánvi.

Závěrečná mořská transgrese ve svrchním badenu se odehrála okolo 13.6 Ma a pokryla celou zaobloukovou oblast CP a severní a východní část Kp. Je doložena druhem *Velapertina indigena* a společenstvy zóny NN6. Místo a průběh propojení s Mediterránem jsou diskutovány a nejsou zcela jednoznačné.

Koncem badenu začíná závěrečná izolace CP vůči otevřenému moři.

Klima v badenu je dokumentováno především terestrickými společenstvy jako široce uniformní stabilně subtropické s mírným ochlazováním moře a se severojižním gradientem nastupujícím od báze středního badenu.

Výraznější biogeografická diferenciacie je však pozorována až během nejvyššího badenu. V tomto období lze také pozorovat stratifikaci vodního sloupce a hypoxické podmínky na dně pánví v celé CP.

Badenská sekvenční stratigrafie je ovlivněna jak globální eustasií tak regionálními tektonickými faktory. Lze rozlišit až 3 cykly třetího řádu relativního kolísání hladiny, které lze srovnat s celosvětovými cykly jen velmi zhruba.

Spodní a střední baden lze srovnávat s globálními výkyvy světové hladiny cyklů TB 2.3 a TB 2.4 a svrchní baden pak s cyklem TB 2.5 (viz Haq et al. 1988).

Tektonika:

- Kontinuální podsouvání platformy pod orogén = flexurní prohyb okraje platformy od sp. miocénu = vznik předhlubně
- Postup Karpat k SZ = překládání předhlubně ve stejném smyslu
- Vznik výdutě před člem příkrovů ve sp. Miocénu – slavkovsko-těšínský hřbet
- Nárůst příkrovového přesunutí od JZ k SV

Miocénní sedimenty předhlubně jsou převážně **subhorizontálně** uloženy na předneogenním podkladu. **Zvrásněny** jsou jen v blízkosti čel příkrovů a pod příkrovy. V Moravské bráně u Bělolína zjistili Havíř et al. (2004) dva systémy vrás. Starší systém severovergentních asymetrických vrás **metrových rozměrů** je převrásněn systémem **desetimerových vrás**. **Přesmyky spodního karbonu přes sedimenty středního badenu** (lom Pod Hůrou u Lipníku nad Bečvou) a karbonátů devonu až spodního karbonu přes **sedimenty karpatu** (lom Skalka hranické cementárny) doložili (Krejčí et al.(2002) a Havíř & Otava (2004). Stejně orientované přesmyky v paleozoických horninách v okolí cementárny v Hranicích pokládali Dvořák & Friáková (1978) za variské.

Levostranná rotace orogénu Západních Karpat koncem spodního a začátkem středního miocénu se rozhodujícím způsobem podílela na jeho obloukovitém tvaru (Roth 1980, Fodor 1995). V kompresním severojižním režimu vznikly poruchové zóny sv.- jz. směru, z nichž některé mají charakter levostranných strike-slip zlomů a výrazně se uplatňují ve stavbě předhlubně (Kováč 2000). **Dílčí badenskou předhlubeň omezuje na Z okrajový zlom, který lze sledovat od Bílovice v Moravské bráně až do j. okolí Brna. Tam se zlom štěpí ve dvě větve, z nichž východní větev směřuje k Troskotovicím a západní větev pokračuje přes Hatě do Rakouska. Východní zlomové omezení badenské předhlubně je prokázáno v Moravské bráně a na j. Moravě mezi Slavkovem u Brna a Ivání.**

Paralelní s tímto zlomem je složitý **systém věstonického zlomu**, který probíhá od státní hranice s Rakouskem přes Březí, Dolní Dunajovice, Horní Věstonice ke Strachotínu. Svou těsnicí funkcí se podílí na uchování přírodních uhlovodíků v bazálních klastikách spodního miocénu na dunajovické struktuře. Na základě vrtů a seismických měření přisuzuje Adámek zlomu v nižším spodním miocénu synsedimentární a antitetický charakter s poklesem 200 až 250m západní kry. V karpatu zlom postupně vyznívá.

Márton et al. (2011) interpretují tektoniku předhlubně mechanismem pull-apart podél levostranných strike-slip zlomů v badenu založených, které jsou aktivních dodnes. Prokázaná mocnost 897m vrtem NP-767 spodnobadenských sedimentů v Moravské bráně a jejich relikty na vysokých krátech východně i západně od Moravské brány dokládají minimálně **1000m vertikální pohyby na těchto zlomech**. Pohyby probíhaly od spodního badenu až do pleistocénu a byly doprovázeny mohutnými sesuvy a ve svrchním miocénu až pleistocénu ovlivňovaly překládání koryta řeky Bečvy (Krejčí et al. 2008).

V **Ostravské pánvi** severně od Příbora se jz.- sv. průběh badenské **předhlubně** a slavkovsko-těšínského hřbetu **stáčí do směru Z - V**. Změna směru se projevuje i v reliéfu paleozoického podkladu, ve kterém západo-východní zlomy predisponovaly ve spodním badenu vznik bludovické, dětmarovické a janovické deprese (tzv. výmoly). Pobadenské pohyby na těchto zlomech dokládá rozdílná výška baze spodního badenu na slavkovsko-těšínském hřbetu a v bludovickém výmolu u Paskova (Martinec & Dopita 1997). Zlomy byly aktivní i v pleistocénu (Petránek 1956). V bludovickém výmolu jsou sedimenty spodního badenu více než 1000 m mocné.

Stavbu a depoziční historii předhlubně silně ovlivňují strukturní prvky sz.-jv.(sudetského) směru. Významnou strukturou sudetského směru je na jižní Moravě a v Dolním Rakousku deprese Dyje-Thaya (Picha et al. 2006) založená v juře **oživením starých předneoidních poruch**. **Pohyby, často inverzní**, podle těchto poruch probíhaly až do recentu a často porušují podélné strukturní prvky jak v předhlubni tak v příkrovech. V miocénu v tektonicko-erozivních dílčích paleoúdolích **vranovickém a nesvačilském deprese** Dyje – Thaya proniklo moře hluboko k SZ do platformy. Spodnobadenský slavkovsko-těšínský hřbet v této depresi zaniká. Významný pouzdřanský zlom na j. straně vranovické deprese dislokuje mezi Strachotínem a Pouzdřany čelo příkrovů a při jv. okraji brněnského masívu u Němčiček se na něm stýkají sedimenty středního badenu se sedimenty spodního miocénu. Protiklonné zlomy na jz. a sv. straně dílčí nesvačilské deprese pokračují do Blanenského prolomu, vyplněného sedimenty spodního badenu.

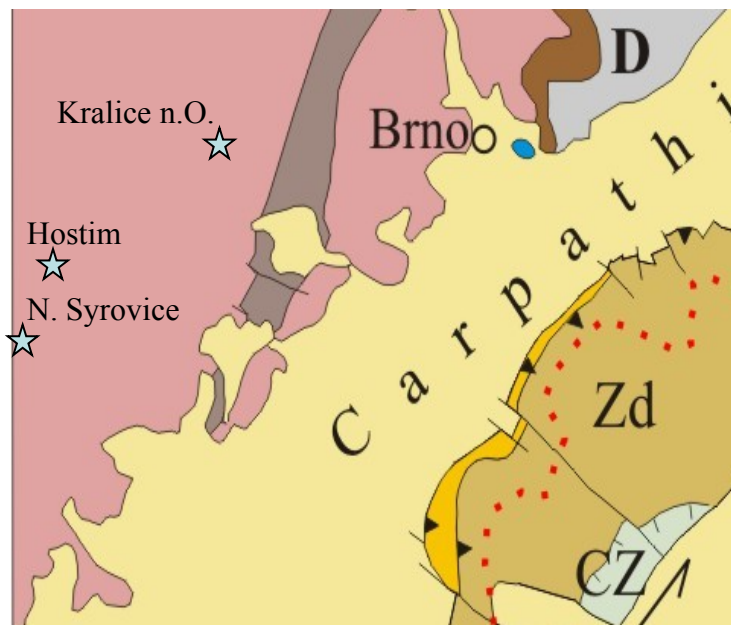
Některé izolované výskyty badenu na Českém masívu:

Vysoko na Českém masívu na z. od souvislého výskytu badenu Kp leží některé lokality dokreslující obraz sedimentace v této periferní oblasti v období maximální záplavy:

Hostim – mořské písky se stopami bioturbace a žraločími zuby a písky s bloky a ččkami ruduchových vápenců (mlži, gastropodi, svijonožci – *Crassostrea*, *Chama*, *Balanus*). Interpretace (Hladilová, Nehyba, Doláková): relikv progradující klastické březní linie středního badenu s vysokou dynamikou vody, hloubkou cca 12-20 m, teploty u dna 14-20 st. C.

Kralice n. Osl. (koryto Jenešovického potoka) – žlutošedé vápnnité jíly v nadloží s žlutými a bílými prachovito-jílovitými organodetritickými vápenci (forams, radiolárie, porifera, červi, brachiopoda, měkkýši, ostrakoda, ostnokožci, ruduchy – Hamršmíd 1984). Interpretace: čistě marinní sedimentace středního badenu, při bázi až 90 hloubka (? i více) s teplotami u dna 11-17.5 st. C, výše pak změlčení (30 – 50 m) spojené s regresními tendencemi.

Nové Syrovice: bělavě žluté až světle šedé písky místy s bioturbací a ve svrchních částech s Fe konkrécemi a krustami (zde fosílie – mlži, plži, korálnatci, ostnokožci, ichnofosílie a četné redepozice ze staršího miocénu - Tejkal et Laštovička; Hladilová et al.). Interpretace: mořské prostředí sedimentace s vysokou dynamikou vody, hloubka do 30 m.



Po badenu se ukládají j. od Moravské brány již jen v lokálních a malých depresích jak na starším podloží Českého masívu tak i na mořském miocénu předhlubně terestrické neogenní sedimenty.

Představují dnes izolované relikty říčních či jezerních uloženin, většinou dosud nepřesně zjištěného stáří (na krystalinickém podloží místy snad i předbadenského).

Četnější jsou zvláště v prostoru mezi Třebíčí, Náměští nad Oslavou, Moravskými Budějovicemi a Znojmem. K nejznámějším a nejrozsáhlejším patří jíly, písky, křemence a štěrky s vltavíny v. od Třebíče až po Dukovany („vltavínonosné“ nebo tzv. „dukovanské“ štěrky). Nejsou zřejmě vždy synchronní, leží místy v nadloží marinních střednbadenských jílu, obsahují i přeplavené fosílie z rzhakiových vrstev ottnangu a badenských hornin. Vzhledem k tomu, že impakt Ries je datován na 14.9 Ma lze předpokládat, že jejich materiál byl nebo mohl být opakovaně přemístován i do mladších sedimentů (Čtyroký 1987 – ? sv. baden, ? sarmat). Další skupina podobných hornin – mezi Dalešicemi a Slavěticemi – vltavínonosné štěrky s redepozicemi mořských měkkýšů (*Cerastoderma edule*). Vltavíny se tak mohou vyskytovat v uloženinách různého původu, pozice a stáří.

Zvláštní a významnou strukturu tvoří Hornomoravský úval (viz dále)



Legend





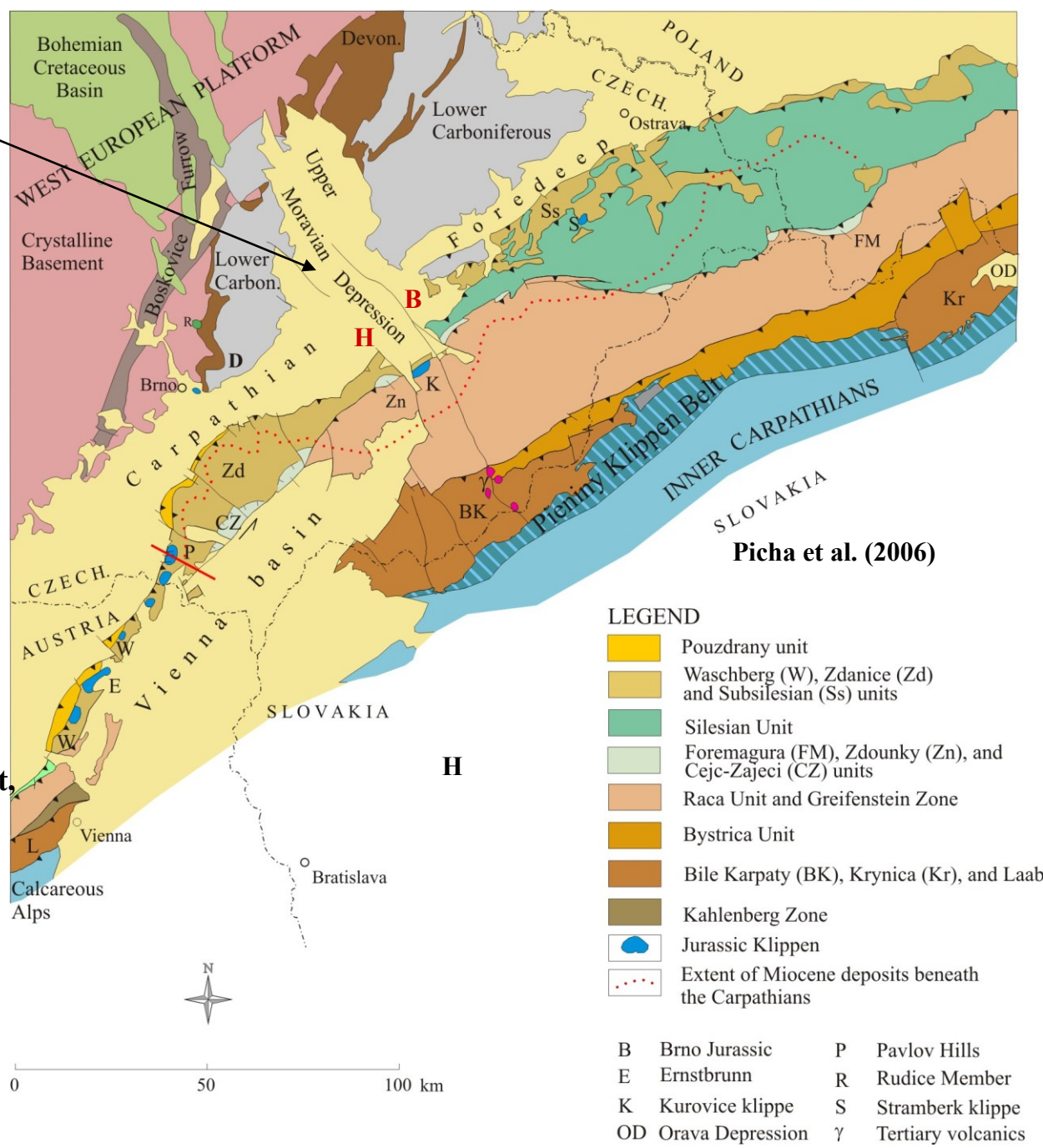
- | | | |
|---|---|--|
|  Neogene Foredeep |  Magura group of nappes |  oil fields |
|  External units of Flysch belt |  Vienna basin |  gas fields |
| | |  oil and gas fields |

Figure 25. Map of oil and gas fields in the Neogene foredeep, the Western Carpathian thrust belt, the Vienna basin, and the European subthrust plate in Moravia. PKB = Pieniny Klippen Belt.

Struktury karpatské předhlubně, vídeňské pánve, karpatských příkrovů a jejich podloží – významná ložiska zemního plynu a ropy

Hornomoravský úval

- jednotka kolmá na karpatský směr
- geneticky nesouvisí se ZK soustavou
- tektonicky predisponovaný prostor, SZ-JV systém horizontálních zlomů, holešovský - **H** (= přerovský) a bušínský - **B**
- od nejvyššího miocénu a především v pliocénu výplň lakustrinních, fluviální či proluviálních sedimentů (jíly, prachy, písky, štěrky)
- provenientní oblasti: Český masív, brněnská jednotka = s. část, flyšové jednotky Z. Karpat = j. část
- poklesové pohyby v úvalu pokračovaly i v pleistocénu a místy dosáhly i hodnoty 300 m.



Litologie výplně Hornomoravského úvalu:

-celá výplň úvalu dnes označována jako **křelovské souvrství** (Eliáš, Pálenský & Růžička 2002), má dvě stáří i litologií odchylné části:

„svrchní část“ – mladší výplň úvalu, vertikálně i horizontálně proměnlivé písky, prachy, jíly až plastické jíly (**šedé, šedo zelené, černohnědé**). Rudé barvy jsou velmi vzácné, časté jsou polohy uhelných jílu a lignitu.

Tato část profilu je omezena na zúžený sedimentační prostor vymezený poklesovými zlomy SZ-JV směru (holešovská porucha, okrajové zlomy lutínské, zlom na v okraji nivy Moravy v Mohelnické brázdě) uvnitř vlastního úvalu a má menší rozšíření než podložní část výplně. V uhelných jílech vzácná fauna (ostrakoda – *Candona*, *Illyocypris*, měkkýši – *Gyraulus* a hlodavci – *Mimomys cf. stehlini*) a flóra (semena a plody) umožňuje srovnání se savčí zónou MN 16 (**svrchní pliocén, ruman** v paratehdydní stratigrafii). Flóra má chladnomilný ráz vodních rostlin mělkých jezer.

„spodní část“ - leží zčásti na středním badenu (=> mladší), štěrky, písky, prachy, jílovce **pestrých barev** – červenohnědá, rezavá, místy modrozelená – místy v nich černé smouhy uhelného pigmentu až uhelné jíly, pokrývají prakticky celý Hornomoravský úval a Mohelnickou brázdou, maximální mocnost 100m, geneze: **přeplavené, spláchnuté zvětraliny většinou paleozoických hornin** v sv. okolí úvalu. V minulosti různými autory tato část profilu srovnávána s gbelským souvrstvím Vp (pestré horniny, aridní klima etc.), adekvátní doklady o stáří však chybí.

V okolí Hornomoravského úvalu jsou dnes vytyčovány další litostratigrafické jednotky nejistého stáří (mapování ČGS):

Východně od předhlubně v oblasti flyšových příkrovů:

- **těšetické vrstvy** (okolí Horních Těšetic a Sušice - štěrky)
- **želatovické vrstvy** (okolí Želatovic – štěrky)

Západně od předhlubně na paleozoiku u Tršic v Tršické pahorkatině:

- **tršické vrstvy** – štěrky, písky a jíly

Tektonika:

V Hornomoravském úvalu složitý zlomový **system nectavsko-holešovský** sz-jv. směru je **pokračováním labské linie**. Zlomy přerušují povrchový průběh karpatské předhlubně a vymezují plio-pleistocenní výplň Hornomoravského úvalu. Inverzní pohyby v badenu a pliocénu na holešovském zlomu východně od Olomouce uvádí Roth et al. (1962). Jv. od Holešova se holešovský zlom výrazně projevuje v morfologii krajiny. Podle vrtů a geofyzikálních měření se odhaduje **výška skoku na 300-800m** (Stráník et al. 2004). **Pliocenní a pleistocenní pohyby po zlomech dokládají mocná plio-pleistocenní výplň Hornomoravského úvalu, výstupy bazického magmatu, výrony juvenilního CO₂, kyselek (Horní Moštěnice) a travertinové kupy (Tučín, Kokory aj.).**

Literatura (výběr a doporučení):

- Brzobohatý, R., Cicha I., Kováč, M. & Rögl, F. (eds) (2003): *The Karpatian – a Lower Miocene stage of the Central Paratethys.* – Masaryk University, pp. 360, Brno.
- Brzobohatý, R. & Stráník, Z. (2011): *Paleogeography of the Early Badenian connection between the Vienna Basin and the Carpathian Foredeep.* - *Central European Journal of Geosciences* (in print).
- Cicha, I., Rögl, F., Rupp, Ch. & Čtyroká, J. (1998) : *Oligocene-Miocene foraminifera of the Central Paratethys.* – *Abh. Senck. Naturforsch. Gess.* 549: 1-325. Frankfurt a. M.
- Doláková, N., Brzobohatý, R., Hladilová, Š. & Nehyba, S. (2008): *The red algal facies of the Lower Badenian limestones of the Carpathian Foredeep in Moravia (Czech Republic) .* – *Geologica Carpathica* 59, 2, 133 -146.
- Golonka, J. & Picha, F. (eds) (2006): *The Carpathians and Their Foreland: geology and Hydrocarbon Resouces.* – *AAPG Memoirs* 84, pp. 856, Tulsa (Oklahoma).
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J. & Stráník, Z. (2002): *Geologická minulost České republiky.* – *Academia*, pp. 436. Praha.
- Jiříček, R. (1994): *Nové pohledy na stratigrafii, paleogeografii a genezi sedimentů autochtonního paleogénu jižní Moravy.* – *Zemní Plyn a Nafta* 38 (3): 185-246. Hodonín.
- Jiříček, R. & Seifert, P.H. (1990): *Paleogeography of the Neogene in the Vienna Basin and the adjacent part of the Foredeep.* – In: *Minarikova, D. & Lobitzer, H. (eds): Thirty years of geological cooperation between Austria and Czechoslovakia,* 89-105, ÚÚG Praha.
- Kováč, M. (2000): *Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónského regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska.* – *VEDA*, pp. 202, Bratislava.
- Kováč, M., Baráth, I., Harzhauser, M., Hlavatý, I. & Hudáčková, N. (2004): *Miocene depositional systems and sequence stratigraphy of the Vienna Basin.* – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenber.* 246: 187-212. Frankfurt a M.
- Kvaček, Z., Kováč, M., Kovar-Eder, J., Doláková, N., Jechorek, H., Parashiv, V. Kováčová, M. & Sliva, L. (2006): *Miocene evolution of landscape and vegetation in the Central Paratethys.* – *Geologica Carpathica* 57, 4, 295-310. Bratislava.
- Papp, A., Cicha, I., Seneš, J. & Steininger, F. (1978): *M4, Badenien.* – *Chronostratigraphie und Neostratotypen*, pp. 593. Bratislava.
- Řehánek, J. (1994): *Litostratigrafická klasifikace, sedimentační model a faciální vývoj autochtonního paleogénu nesvačilského příkopu.* - *Zemní Plyn a Nafta* 38 (3): 105-151. Hodonín.

Dále použity různé internetové databáze (především paleontologická obrazová dokumentace)