

Paratethys a neogén na Moravě

Část II
Neogén na Moravě

IIb
Karpatská předhlubeň – úvod a spodní miocén

(výběrová přednáška)

2017

Rostislav Brzobohatý

Karpatská předhlubeň

Na Moravě je součástí periferních alpsko- karpatských pánví v předpolí flyšových jednotek a napojuje tak na jz. na molasovou zónu Rakouska a pokračuje na sv. do karpatské předhlubně v Polsku.

Zahrnuje soustavu miocenních pánví přemísťujících v čase svůj prostor v souvislosti s postupujícími příkrovy směrem do předpolí a současně i svoji osu od směru zhruba V-Z v eggenburgu do SV-JZ ve spodním badenu.

Tyto pánve vznikají jako deprese na prohýbajícím se okraji Českého masivu zatíženého hmotou příkrovů.

Příkrovová dynamika spojená se sedimentací před čely příkrovů způsobila, že sedimenty předhlubní leží dnes pod příkrovy, před příkrovy, místy na příkrovech nebo jsou do nich zabudovány.

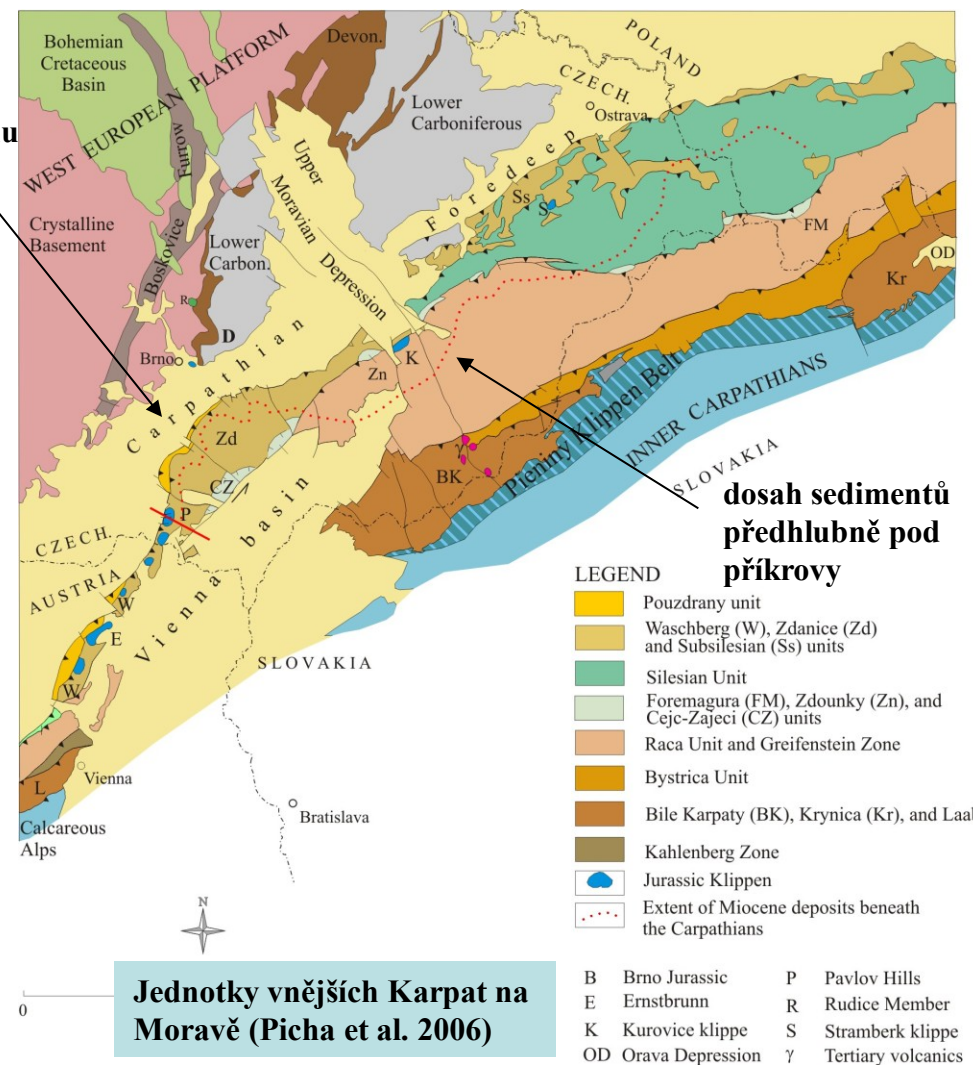
Způsobila rovněž i častou tektonickou redukci až eliminaci těchto sedimentů nebo naopak tektonické zvětšení jejich mocnosti.

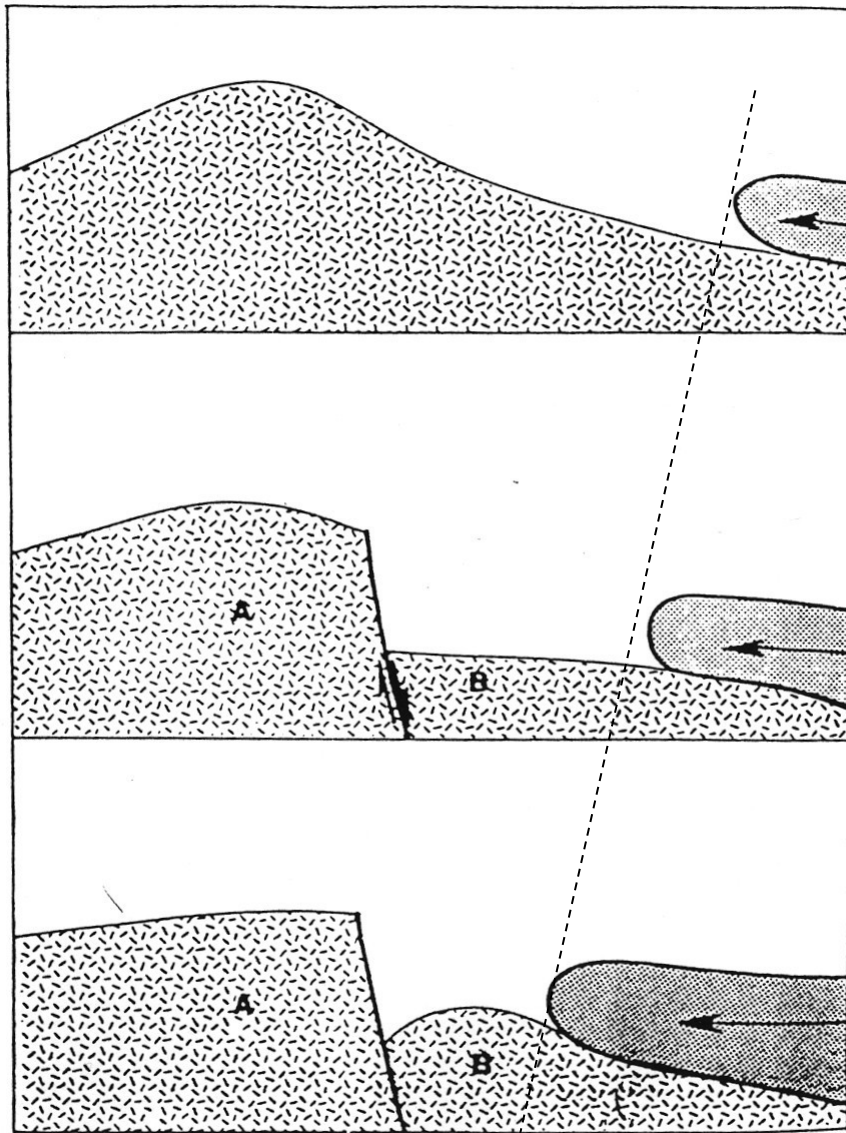
Silná pliocenní a pleistocenní denudace většinou nezpevněných sedimentů rovněž přispěla k tomu, že dnešní obraz představuje pouze relikty původní výplně předhlubňových pánví.

Tyto složité vztahy znesnadňují často stratigrafickou i paleogeografickou interpretaci a kladou četné dosud nevyřešené otázky.

V povrchovém obrazu vyplňují sedimenty karpatské předhlubně souvisleji především deprese na Ostravsku a Opavsku, Hornomoravský a Dyjskosvratecký úval a Boskovickou brázdou. Patří k nim geneticky i řada izolovaných výskytů miocenních sedimentů z. od těchto depresí na Českém masívu.

Jejich souhrnná mocnost nepřevyšuje 2 500m.





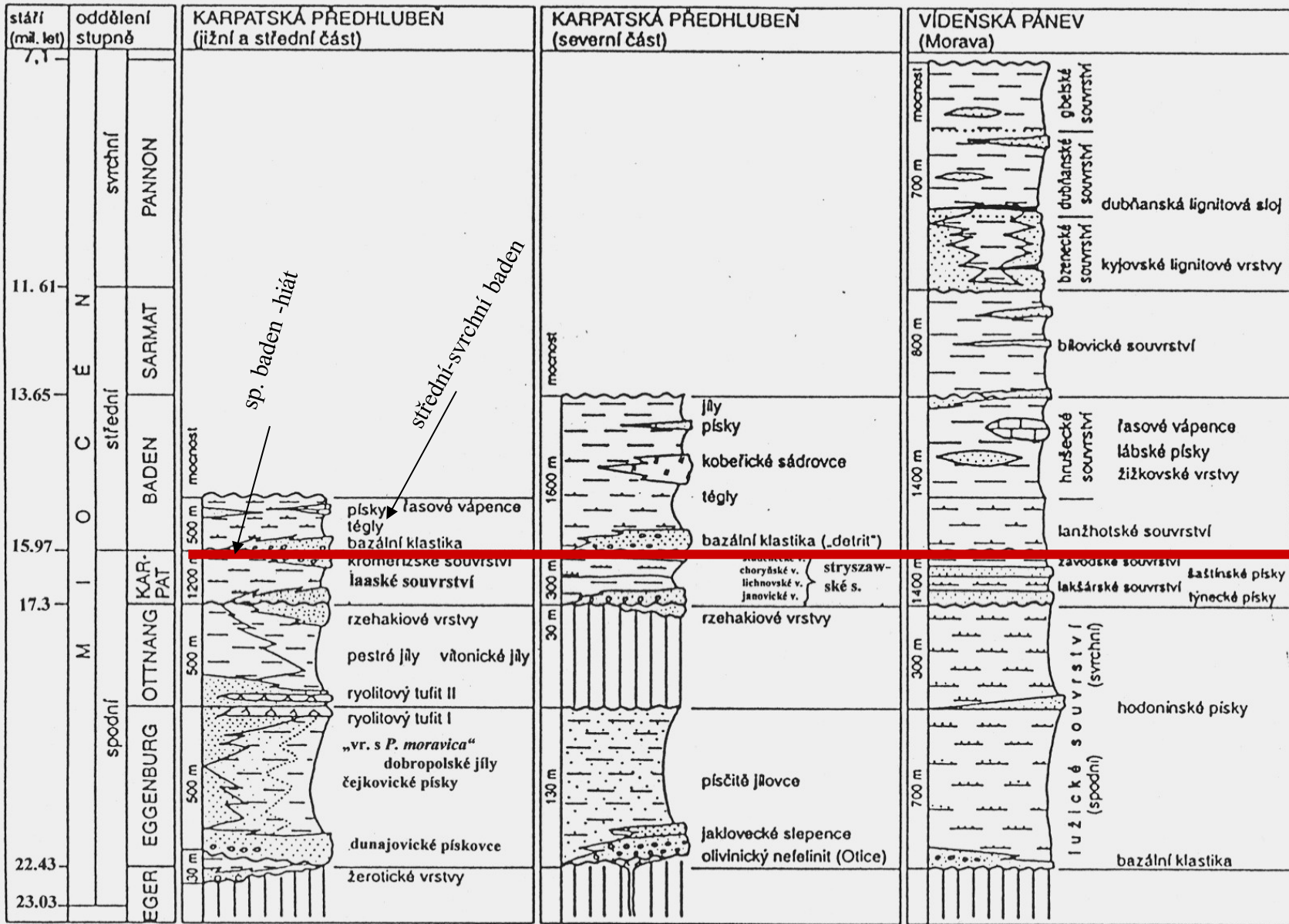
Zatížení příkrovů - flexurní prohyb platformy - tvorba čelní výdutě

Zlomová ruptura - pokles zatížené kry

Eroze nezatížené kry - postup příkrovů - flexura, tvorba další výdutě

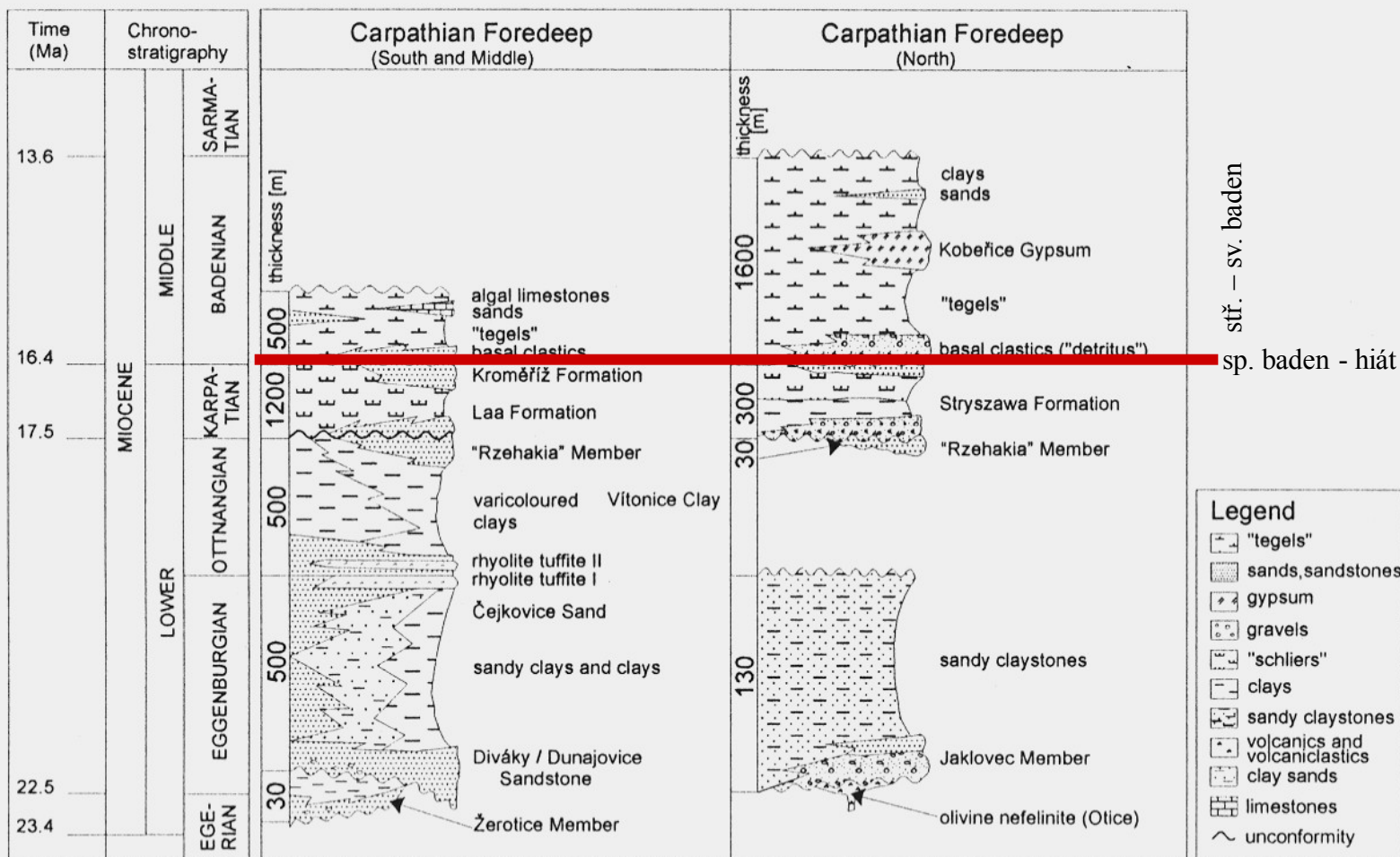
Figure 21 Conceptual model for the development of flexure in separate fault blocks. Detailed description given in text.

← čas



Pozn.: Litostratigrafické jednotky nejsou dosud definovány ve všech úrovních

Stratigraphic scheme of the Miocene of the Carpathian Foredeep in Moravia (modified after Brzobohatý in Chlupáč et al. 2002, Adámek et al. 2003 and Adámek 2003)



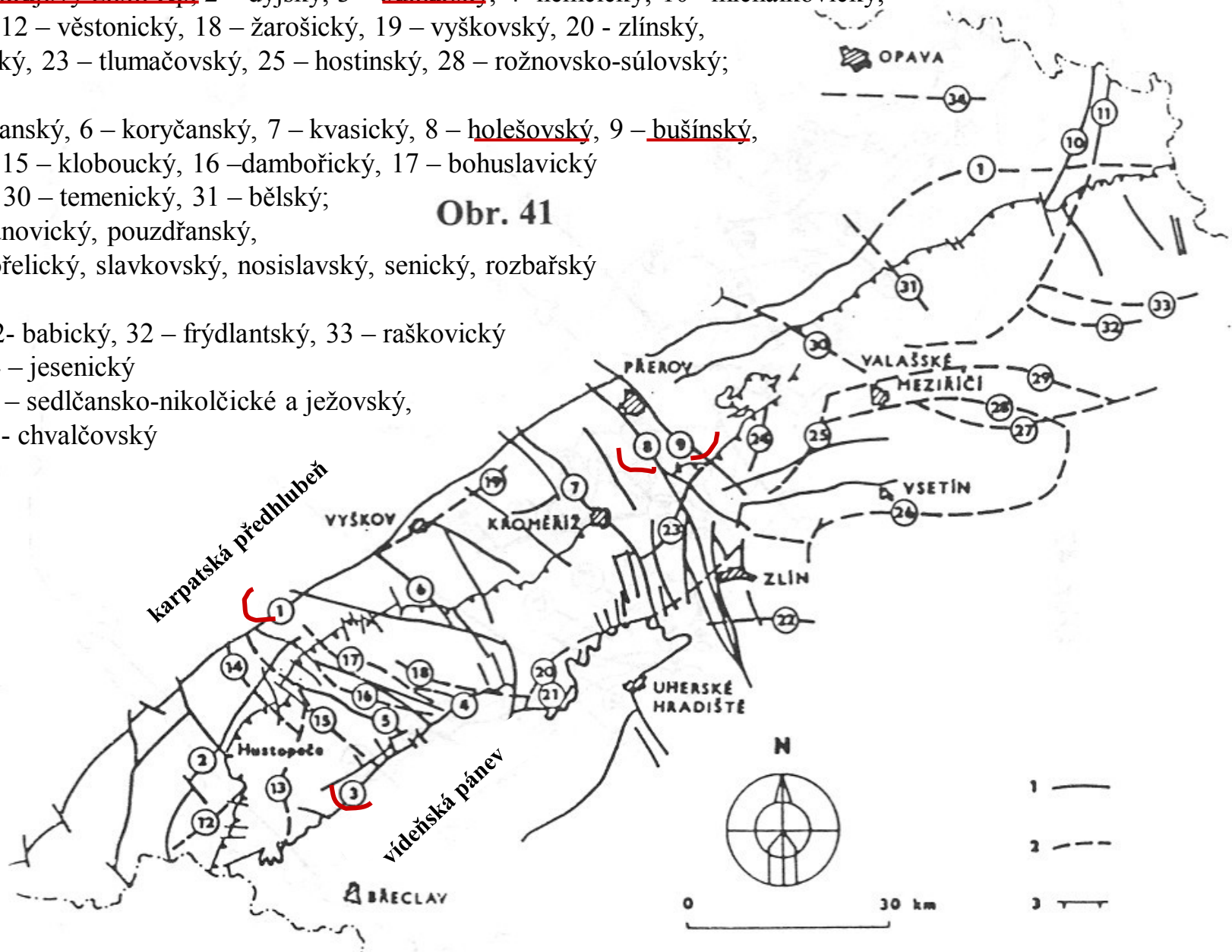
Pozn.: Litostratigrafické jednotky nejsou dosud definovány ve všech úrovních

Podélné: 1 – okrajový zlom Kp, 2 – dyjský, 3 – bulharský, 4 – němčický, 10 – michálkovický, 11 – orlovský, 12 – věstonický, 18 – žarošický, 19 – vyškovský, 20 – zlínský, 21 – buchlovický, 23 – tlumačovský, 25 – hostinský, 28 – rožnovsko-súlovský;

Příčné: 5 – těšanský, 6 – koryčanský, 7 – kvasický, 8 – holešovský, 9 – bušínský, 14 – křepický, 15 – kloboucký, 16 – dambořický, 17 – bohuslavický, 27 – rusavský, 30 – temenický, 31 – bělský; dále nečísl. vranovický, pouzdřanský, újezdský, pohořelický, slavkovský, nosislavský, senický, rozbařský

Z-V směru: 22 – babický, 32 – frýdlantský, 33 – raškovický, 34 – jesenický
S-J směru: 13 – sedlčansko-nikolčické a ježovský, 24 – chvalčovský

Obr. 41



Zlomy karpatské předhlubně na Moravě (Suk et al. 1996)

nejstarší jednotka: **malešovické vrstvy**, sz. cíp vranovického příkopu, cca 3 m hnědo- až černošedých slabě vápnitých jílovců zjištěných v jediném vrtu, mikrofauna (*Miogypsina*) i makrofauna ukazují na stáří egeru, paleogeografické návaznosti sporné, ? drobný denudační relikt ústupových sedimentů paleogenního moře z vranovického příkopu (Dvořák 1995) – nelze akceptovat, oligocén prakticky chybí, ? nová transgrese v egeru do příkopu – nemá však v bližším okolí jakékoliv návaznosti.

78 PÍCHA ET AL.

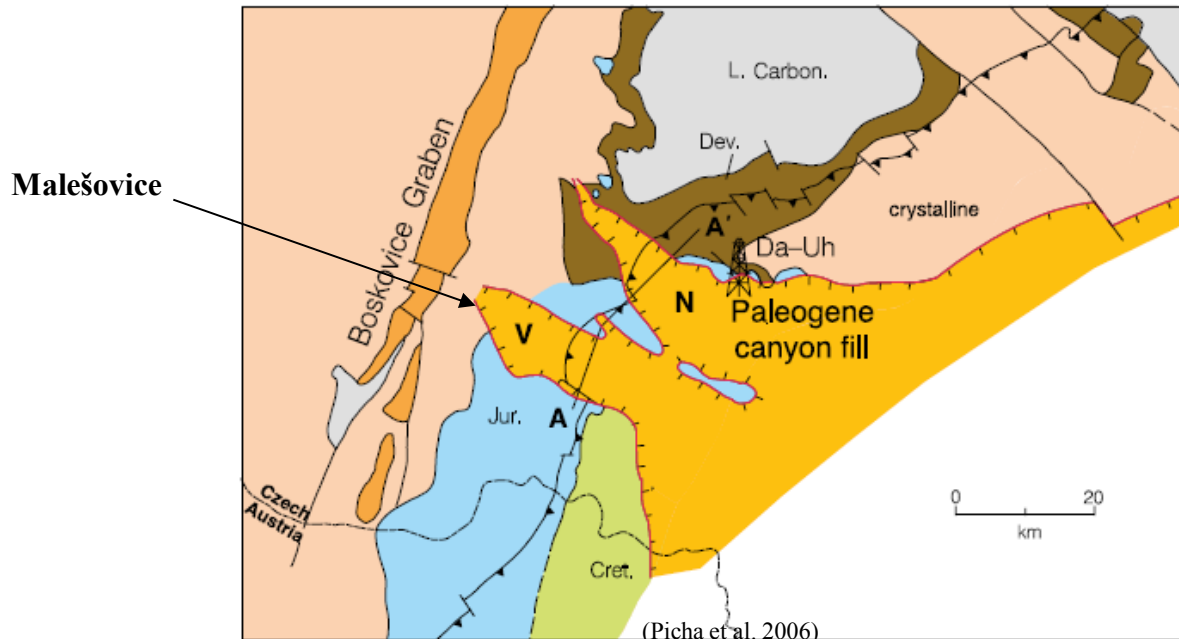
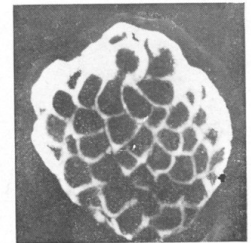


Figure 12. Pre-Neogene subcrop map showing the Nesvacilka (N) and Vranovice (V) paleovalleys cut into the European foreland plate, filled with Paleogene deposits, and later buried below the edges of the Western Carpathian thrust belt and the Neogene foredeep. Da-Uh marks the location of the Dambořice and Uhrice oil and gas fields, respectively (Picha, 1996). Cross section of AA' shown in Figure 13. (Picha et al. 2006)



5

Miogypsina sp.

- během vyššího egeru (?) – na Znojemsku pokles, splachy zvětralin krystalinika a paleozoika do depresí = počátek sedimentace pestrých štěrků, písků a jílu **žerotických vrstev** (aluviálně-fluviální, popř. lagunární sedimentace předcházející mořské transgresi v eggenburgu)
- nástup mořské sedimentace v předhlubni lze spojit s kombinací sávkých pohybů spolu se zvýšením hladiny světového oceánu, transgrese jde od jihu, zasáhla na jz. Moravu (Znojemsko- Mikulovsko, zatímco oblast dnešního Hornomoravského úvalu a Moravské brány = elevace) a Ostravsko (část doložených sedimentů eggenburgu je skryta pod pozdějšími příkrovy flyšových jednotek)

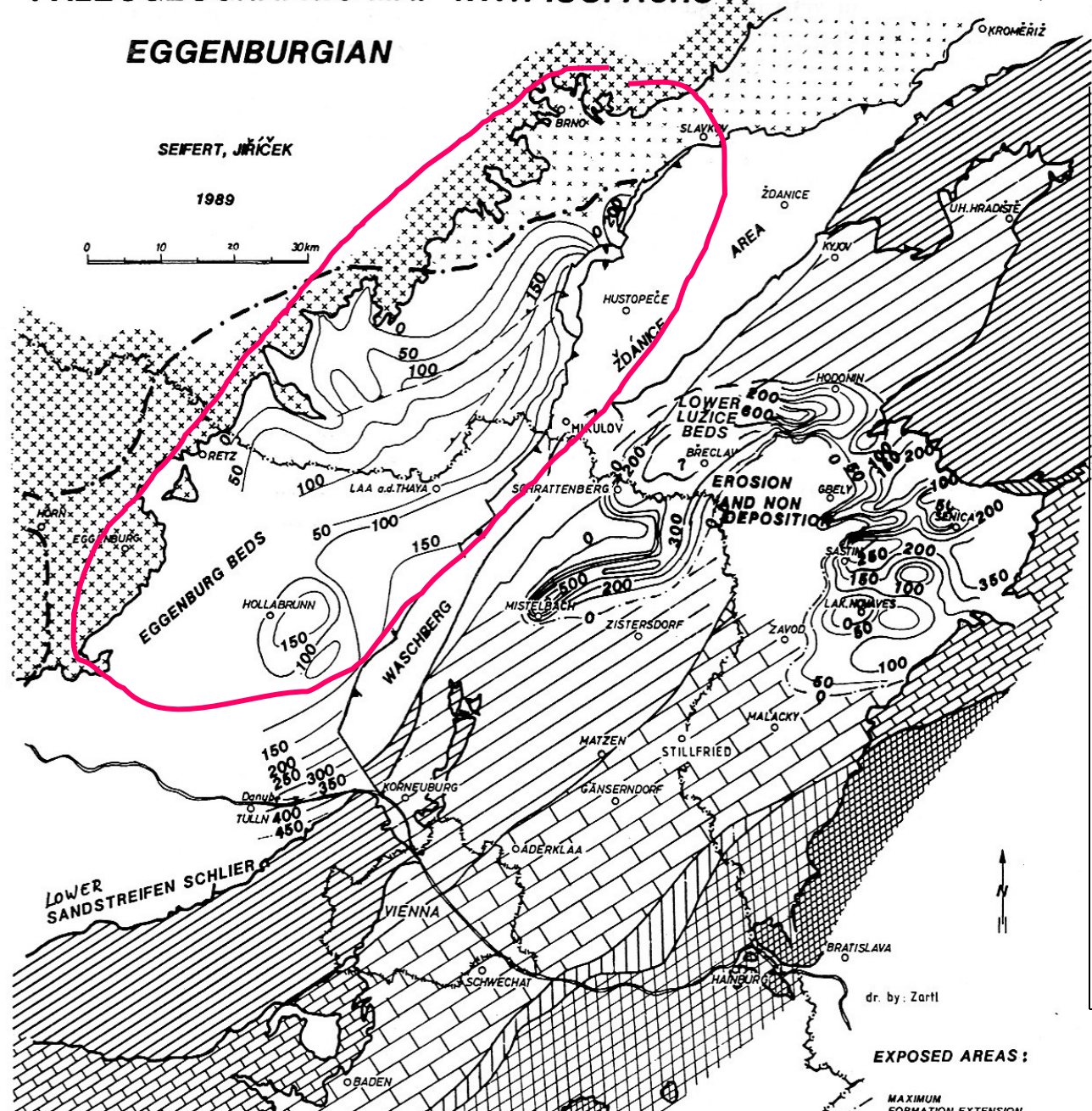
VIENNA BASIN AND MOLASSE FOREDEEP PALEOGEOGRAPHIC MAP WITH ISOPACHS

(podle
Jiříček 1995)

EGGENBURGIAN

SEIFERT, JIŘÍČEK

1989



Mořská sedimentace na okrajích pánve -
profil Znojensko:

písky (sterilní) s chodbami krabů
(*Ophiomorpha*) - ? změlčení, uzavírání
mořské komunikace (? egg/ott)



Ve vyšší části souvrství vyvinuta poloha
ryolitového tufitu (horizont I, 20.3+-2.6
mil.) s malolistou flórou



silty, písčité jíly, vápnité/neváp. jíly
s vložkami uhelných jílu, střídání
rytmů s mořskou/brakickou faunou,
(*Pirenella moravica*, *Cerastoderma-
Congeria*, *Nematurella*), mělkovodní
(do 40 m), okrajové **čejkovické písky**
v okolí Božic a Čejkovic (pláže, kosal, valy)



šterky, písky, pískovce (na elevacích
často chybí)

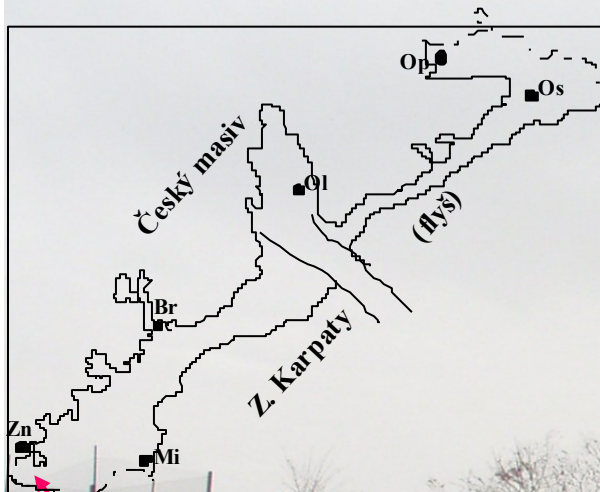
předmiocenní podklad

dr. by: Zartl

EXPOSED AREAS :

MAXIMUM
FORMATION EXTENSION

Šaldorf, eggenburg, písky



Šaldorf, eggenburg, písky, detail



(foto Petrová Tomanová)

Sedimentační prostředí eggenburgu jihozápadní části předhlubně na Moravě bylo tedy velmi proměnlivé s kolísající salinitou, provzdušněním, čistotou i hloubkou vody, která nepřevyšovala většinou 40 m, občas zhoršeným spojením s volným mořem a s výraznou deltou u Miroslavi (Nehyba, Hladilová, Doláková 1997). Složení jeho sedimentů ovlivnila i činnost vzdálených severomadžarských nebo východoslovenských vulkánů, jejichž kyselý ryodacitový vulkanismus dodával materiál **ryolitovým tufitům** jak v nejvyšším eggenburgu u Znojma (horizont I, radiometrické stáří 20,3 ± 2,4 miliony let) tak ještě během nejnižšího ottngangu (okolí Miroslavi, horizont II) (Nehyba et Roetzel 1999).

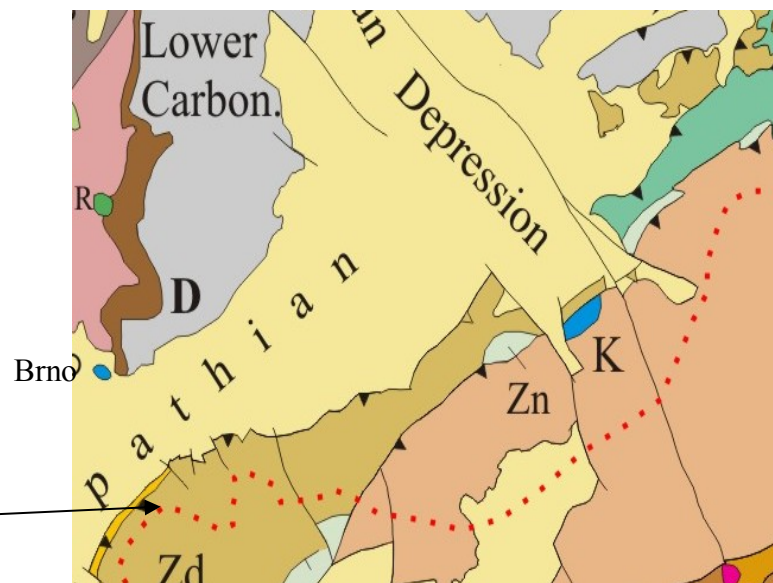


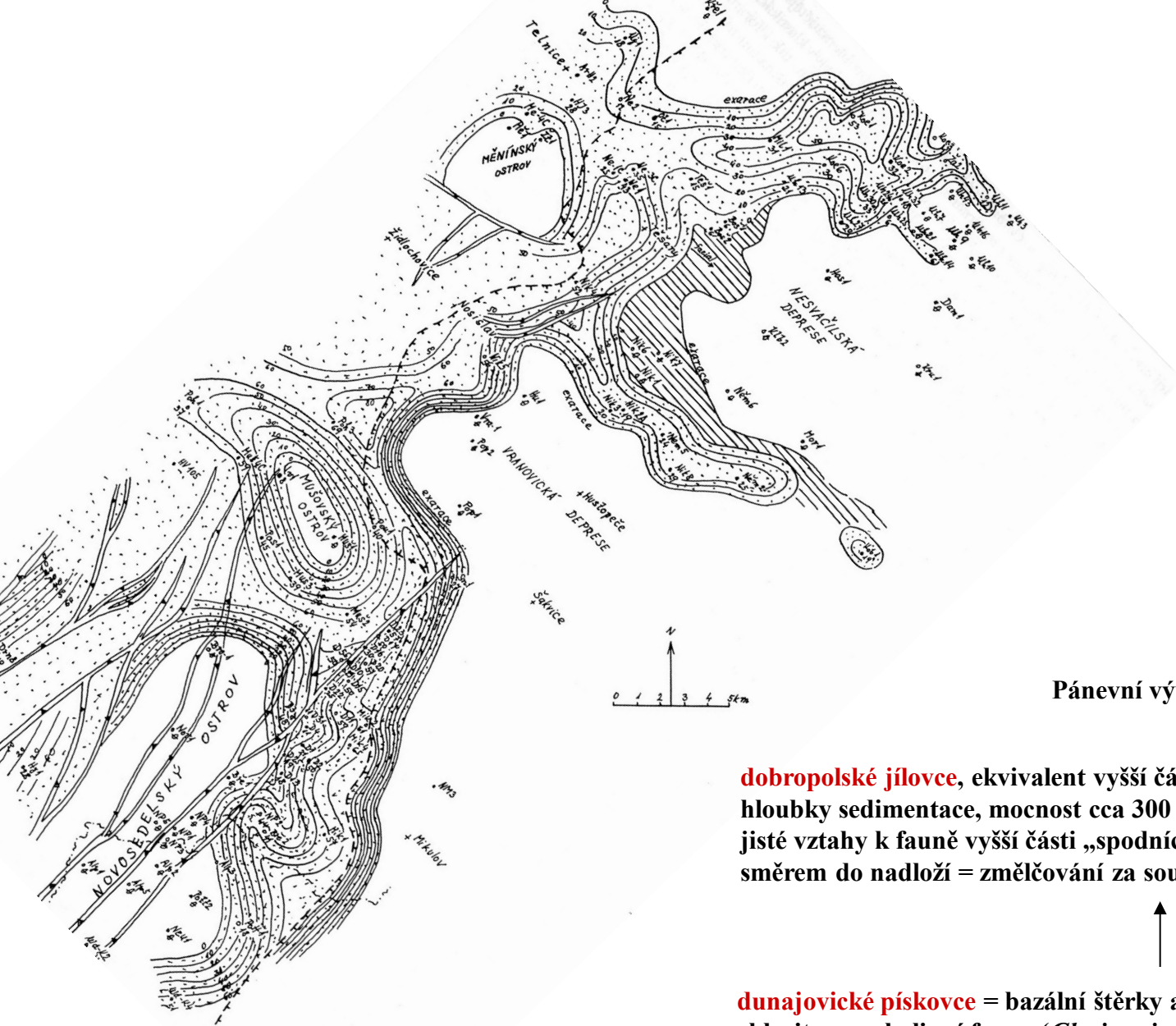
Metaxytherium krahuletzi, Kühnring (D. Rakousko), eggenburg (Foto Krahuletz Museum, Eggenburg)

Velmi pestrý obraz sedimentačního prostředí a jeho okolí dokládají i floristické a palynologické nálezy ukazující na přítomnost jak suchomilných subtropických flór typu středomořských macchií (okolí Znojma), tak hnědouhelných bažin s vodními kapradinami (Šafov) (Knobloch 1982). V brakických uloženinách jsou místy masově hojná semena rodu *Limnocarpus*. V Dolním Rakousku se v okolí Eggenburgu v sedimentech stejného stáří vyskytují i četné zbytky kytovců (sirény rodu *Metaxytherium*). V oblasti Božic a Čejkovic završují vrstevní sled eggenburgu tzv. **čejkovické písky** nesoucí charakteristické znaky sedimentů bariérových ostrovů a pláží.

Směrem k východu (do pánve) litofaciální stabilita eggenburgských sedimentů vzrůstá. Na Mikulovsku leží na bázi **dunajovické pískovce** (chloriticko-galukonitické). Ty přecházejí do nadloží do **dobropolských jílu** s bohatou foraminiferovou faunou, která již ukazuje na vztahy k vývojem vídeňské pánve. Směrem do nadloží dokládá fauna v jílech tendenci ke zmlčování a k anoxickým podmínkám sedimentačního prostředí.

Obdobné marinní vývoje eggenburgu zachytily vrty pod příkrov v okolí Žarošic, Lubné, Chvalkovic a Bučovic, brakické vývoje pak především v okolí Šaratic => doklad „obtáčení“ elevace střední Moravy. I zde však nejsou definovány litostratigrafické jednotky.





Pánevní vývoj:

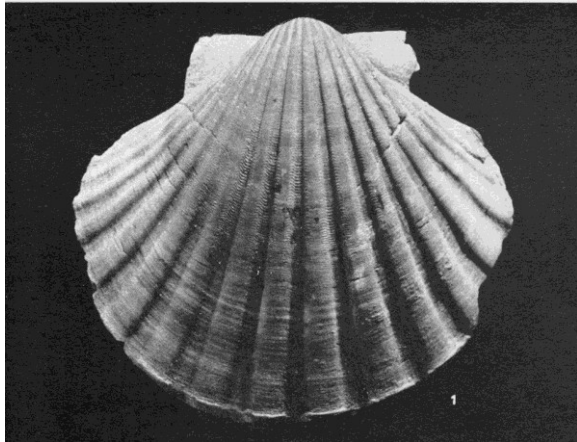
dobropolské jílovce, ekvivalent vyšší části profilu na Znojemsku, větší hloubky sedimentace, mocnost cca 300 m, foraminiferová fauna = jisté vztahy k fauně vyšší části „spodních lužických vrstev“ Vp, směrem do nadloží = změlčování za současného snižování kyslíku u dna.



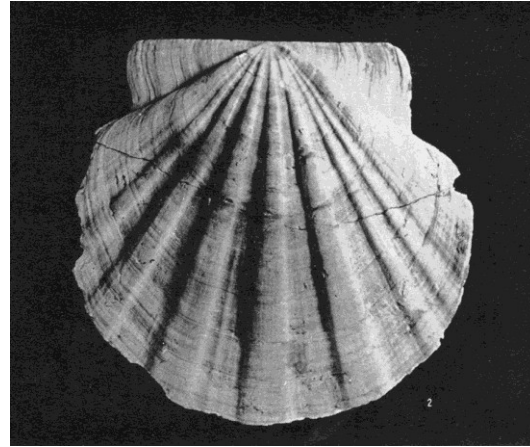
dunajovické pískovce = bazální šterky a písky s hojným glaukonitem a chloritem, euhalinní fauna (*Glycimeris cor*, *G. fichteli*, *Ancilla*, *Linga* etc. = mořské, normální salinita, hloubka 40-100 m, k Z změlčení, písčité dno) mocnost cca 100 m

Mapa mocností „glaukonitických pískovců“ (Jiříček 1995)

Transgrese eggenburgu zasáhla i na Ostravsko. Okrajové sedimenty v této oblasti však mají odchylný ráz. V dobře prokysličeném prostředí bez sladkovodních vlivů se zde uložily mechovkové vápence a hrubozrnné pískovce a slepence s mlži *Venus burdigalensis*, *Chlamys jakloweciana*, *Ch. scabrella* a *Pecten hornensis* – **jaklowecké slepence**. Faciálně se tedy shodují s typickými okrajovými vývoji eggenburgu Dolního Rakouska, vídeňské pánve a dalších oblastí Centrální Paratethydy. Tento „**horizont s velkými pektény**“ lemoval okraje pánví od Bavorska až po Gruzii a je uváděn i z Pacifiku. Propojení mezi severní a jižní částí karpatské předhlubně v eggenburgu je dnes skryto pod příkrovy. Střední část předhlubně mezi Brnem a Hranicemi na Moravě byla během tohoto časového úseku a zřejmě i v ottnangu elevací. Na Opavsku, které v této době bylo rovněž souší, se vylily před ~20 milióny lety bazické vulkanity typu **olivinických čedičů** na Kamenné Hůrce u Otic.



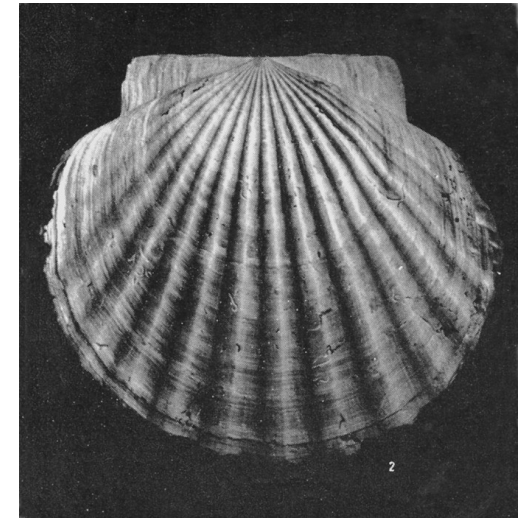
Pecten pseudobeudanti Dep. et Rom.
Kühnring, eggenburg (Steininger et al. 1971)



Chlamys holgeri inaequicosta (Gein.)
Maissau, eggenburg (Steininger et al. 1971)



Balanus concavus, eggenburg,
Eggenburg (Rakousko)

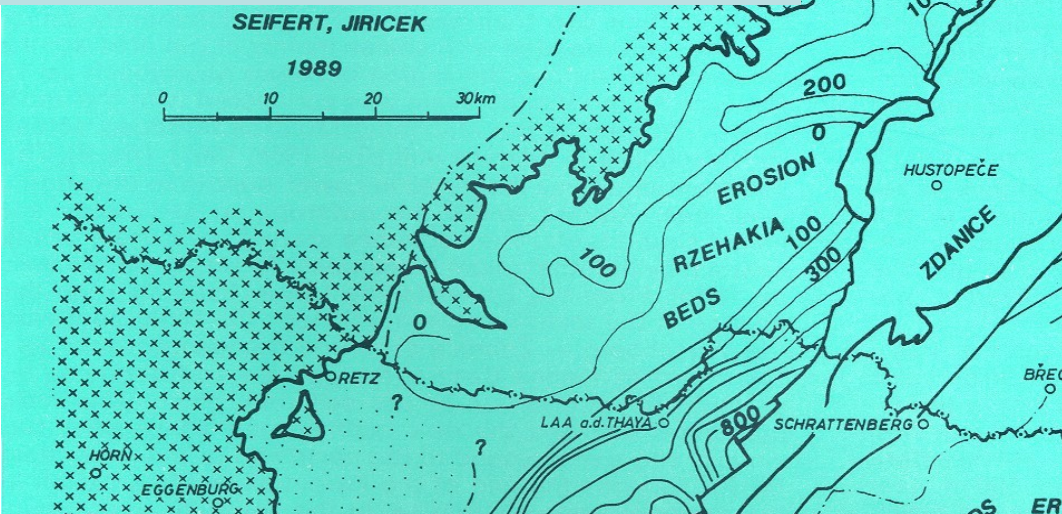


Oopecten gigas (Schloth.)
Loibersdorf, eggenburg
(Steininger et al. 1971)

VIENNA BASIN AND MOLASSE FOREDEEP PALEOGEOGRAPHIC MAP WITH ISOPACHS

ONCOPHORA + RZEHAKIA BEDS (MOLASSE)

Mocnosti ottnangských sedimentů (**rzhakiové v.** a **věstonické v.** a ekvivalenty) v předhlubni severně od Dunaje (upraveno podle Seifert et Jiříček 1989)



ottnang

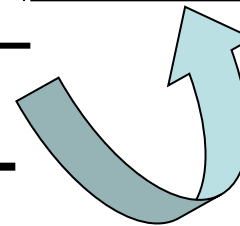
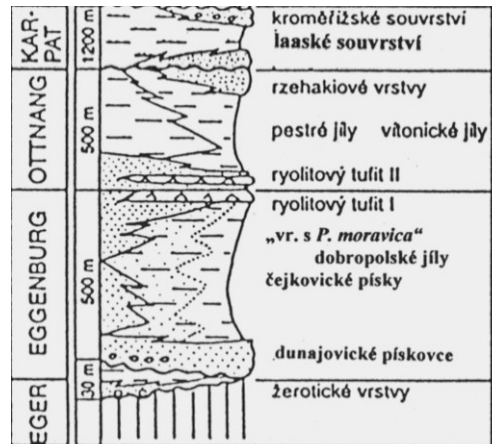
Sedimenty ottnangu mají větší plošné rozšíření než eggenburgu. Profil na z. okraji jižní části Kp:

nevápnité, „pestré“ jíly, vzácně ostrakoda, gyrogonity char, plakoidní šupiny žraloků (podobné jako v křepickém s.), rozšíření mezi Ivančicemi, M. Krumlovem a Brnem (včetně některých depresí Mor. Krasu)

rzhakiové vrstvy, transgresivně k SZ, jemně-hrubě zrnité písky až štěrky (četné valouny rohovců, < jura) hojná fauna mlžů s *Rzehakia socialis*, *Congeria*, *Limnopsis* etc. – směrem k V představují jejich pánevní facii zřejmě věstonické pískovce (viz dále)

vítonické jíly (dříve „rybí šlíry“), severně od Znojma, četné zbytky ryb (šupiny, kosti) + zuhelnatělé úlomky rostlin

nevápnité jíly - ovce s **ryolitovými tufity** (horizont II), v polohách písků – *Ophiomorpha*, stopy po hrab. krabech

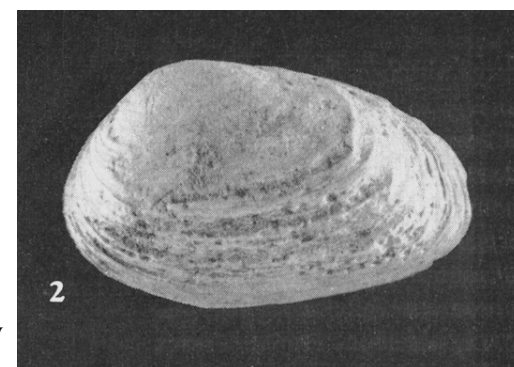


Po eggenburgu a ještě během ottnangu pokračuje vývoj Vnějších Západních Karpat kompresním režimem a štýrskými pohyby. Oblast předhlubně na Moravě se relativně zvedá, část eggenburgských sedimentů je erodována, spojení s mořským prostředím silně omezeno. Ve velmi diferencovaném prostředí mělkovodních sladkovodních, oligohalinních až brachyhalinních pánví místy s anoxickým režimem se ukládají v ottnangu písky, slabě vápnité až nevápnité jíly s rybími zbytky (šupiny, kosti) a zuhelnatělými úlomky rostlin. Severně od Znojma jsou označovány jako **vítionické jíly**. Na bázi mají II. horizont vulkanoklastik a *Ophiomorpha*).

Jv. od Moravského Krumlova mají vítionické jíly ve své spodní části měkkýší faunu s *Pirenella moravica*, ve vyšší části s *Congerina* sp., *Clithon pictus*, *Melanopsis impressa impressa*, *Hydrobia* sp. a *Nematurella* sp. Typická jsou pro ně palynospektra s hojně zastoupenými teplomilnými prvky a různými rody brakického a sladkovodního fytoplanktonu. Tento vrstevní sled je interpretován jako produkt deltové sedimentace na bázi s marinními prvky, postupným vyslazováním směrem do nadloží a znaky regrese. Horizont vulkanoklastik je korelován s vulkanoklastiky zellendorfského souvrství Dolního Rakouska (Nehyba 1997; Nehyba & Roetzel 1999).

Na sever od miroslavské hrásti však transgredují vlivem pohybu příkrovů a poklesu Českého masívu v předpolí přímo na eggenburgské sedimenty nebo na starší podloží tzv. **rzehakiové vrstvy** představující rozsáhlejší litotyp ottnangu. Jejich sedimentace je podle P. Čtyrokého (1991) spojena s chladně klimatickými oscilacemi a možným průnikem chladných vod z boreálních oblastí. Nově byly též zjištěny vrtně i na severní Moravě v podloží příkrovů v okolí Frýdku-Místku (viz dále).

Rzehakiové vrstvy jsou tvořeny jemně zrnitými i hrubě zrnitými písky až štěrky s hojnými valouny tmavých rohvců pocházejících především z jurských vápenců. Ukládaly se v oligo- až brachyhalinním prostředí, v němž došlo k hromadnému rozvoji endemického mlže *Rzehakia socialis*. Výraznou endemicitu fauny dokládají i další druhy a rody mlžů a plžů (např. *Ctyrokya*, *Staliopsis*) i kostnatých ryb rodů *Dapalis*, *Morone* a *Channa* zastoupených četnými otolity. Svrchní část rzehakiových vrstev vykazuje znaky regrese (Nehyba et al. 1997). Ve vrtech východně od Moravského Krumlova byly v této stratigrafické úrovni zjištěny palynofacie s výrazným zastoupením čeledí Taxodiaceae, Myricaceae a Polypodiaceae, indikující bažinné či močálovitě prostředí.



Rzehakia socialis socialis (Rzehak)
Maršovice-Jezeřany, rzehakiové vr.,
ottnang (Foto Steininger et al. 1973)



Dapalis sp., s otolitem in situ
– oligocén, Aix-en-Provence
(Foto Reichenbacher)

Mezi Ivančicemi, Moravským Krumlovem a Brnem a na jižním okraji Moravského krasu se s rzhakiovými vrstvami sdružují i **pestré zbarvené nevápnité jíly**, písčité jíly a písky. U Želešic a Moravan v nich byla zjištěna fauna limnických měkkýšů, skořepatců a zbytků ryb (Čtyroký 1972, Kheil 1973, Říha 1984). Pestré sedimenty leží většinou na krystaliniku a devonu brunnie. Rzhak (1912) popsal z těchto sedimentů na Červeném vrchu v Brně limnické a suchozemské měkkýše a zbytky obratlovců. U Ořechova jsou uloženy na krystaliniku chloritické písky se savčí faunou, která je charakteristická pro zónu MN4b (Fejfar & Schmidt-Kittler (1984). Daxner-Höck (2003) koreluje tyto písky s nejvyšším ottngem.

Obdobné sedimenty vyplnily i značně hluboká údolí jižní části Moravského krasu (např. v prostoru Bílovice - Řícmanice - Ochoz). Vzácná ostrakoda, plakoidní šupiny žraloků, gyrogonity char i redepozice starších mikrofaunistických prvků dokumentují jejich časoprostorovou blízkost k oligohalinním vývojm rzhakiových vrstev a podle některých autorů i stratigrafickou blízkost ke křepickým vrstvám ždánické jednotky.

Rzhakiové vrstvy a sedimenty s nimi spojené tvoří podle sedimentologických analýz transgresně-regresní cyklus oddělený zřetelně od pozdějšího mořského cyklu karpátu. Směrem k jihovýchodu k čelu příkrovů je tento vztah problematizován, ve vrtech na Mikulovsku jsou tzv. **věstonické vrstvy** (světle šedé, vápnité, silně slídnaté rozpadavé pískovce a písky vzácně s *Congerina* sp. a rybími zbytky, divergentní uspořádání reflexů v seismickém obrazu) řazeny některými geology již do spodního karpátu.

Na severní Moravě byly zjištěny uloženiny mělkovodního vývoje ottnangu ve vrtu NP-812 u Frenštátu. Čtyroký (1996) z nich určil měkkýší faunu s *Rzehakia socialis* a *Cerastoderma* sp. a koreloval je s rzehakiovými vrstvami jižní Moravy. Eliáš et al. (2002) je na základě podobné litologie srovnávali halcnovským souvrstvím ottnangu v Polsku (Osczytko 1977).

Marinní vývoj ottnangu je znám jen z vnitřní části předhlubně při čele flyšových příkrovů ve vranovické a nesvačilské depresi. Ve spodní části písčito-jílovitého souvrství ve vrtech Nosislav-1 a Nosislav-2 zjistil Cicha (in Kalásek et al. 1963) foraminiferové společenstvo s hojným druhem *Lenticulina inornata*, doprovázeným druhy *Stilostomella ottnangensis*, *Heterolepa dutemplei*, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *C. budayi*, *Hanzawaia boueana*, *Florilus boueanus*, *Bulimina elongata*, *Elphidium macellum*, aj. Srovnával je se společenstvem z klastické báze miocénu ve vrtu Nesvačilka-1. Svrchní bezfosilní část písčito-jílovitého souvrství, ve kterém ve vrtu Nesvačilka-3 byla zjištěna *Rzehakia socialis*, odpovídá brakickým rzehakiovým vrstvám (Čtyroký 1972, 1987). Mořské a brakické sedimenty ottnangu ve vrtu Nosislav-3, poskytly měkkýší faunu *Aloidis*, *Psamobia*, *Thracia*, *Cerastoderma*, *Hinia* a *Hydrobia* (Čtyroký 1990).

78 PÍCHA ET AL.

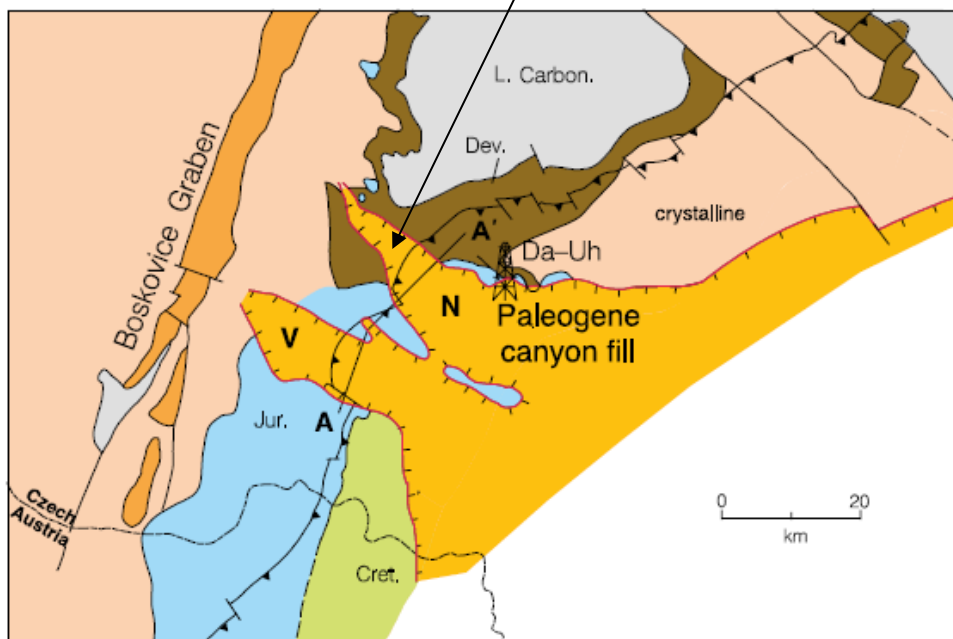
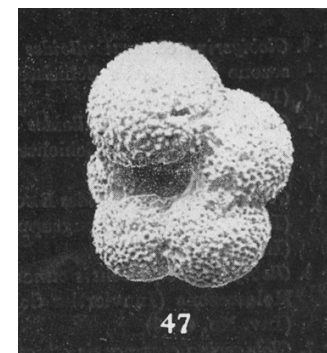
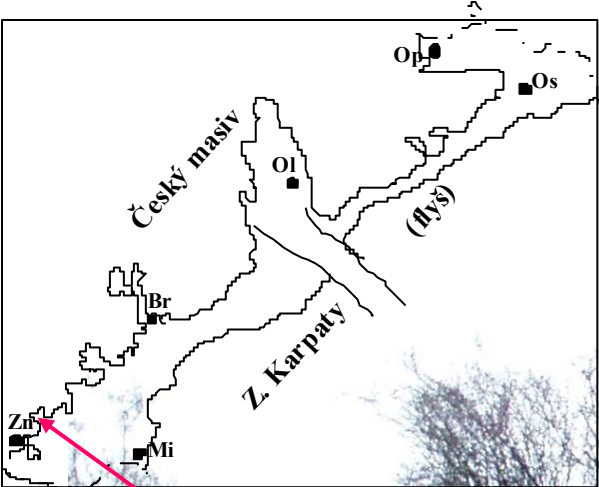


Figure 12. Pre-Neogene subcrop map showing the Nesvačilka (N) and Vranovice (V) paleovalleys cut into the European foreland plate, filled with Paleogene deposits, and later buried below the edges of the Western Carpathian thrust belt and the Neogene foredeep. Da-Uh marks the location of the Dambořice and Uhrčice oil and gas fields, respectively (Pícha, 1996). Cross section of AA' shown in Figure 13.



Globigerina ciperoensis ottnagensis Rögl
Plesching bei Linz,
ottnang (Foto Cicha et al.
1973), typická plankton. foram.
marinních vývojů ottnangu
(rakouská molasa)

Žerotice, otnang, písky



Žerotice, otnang, písky

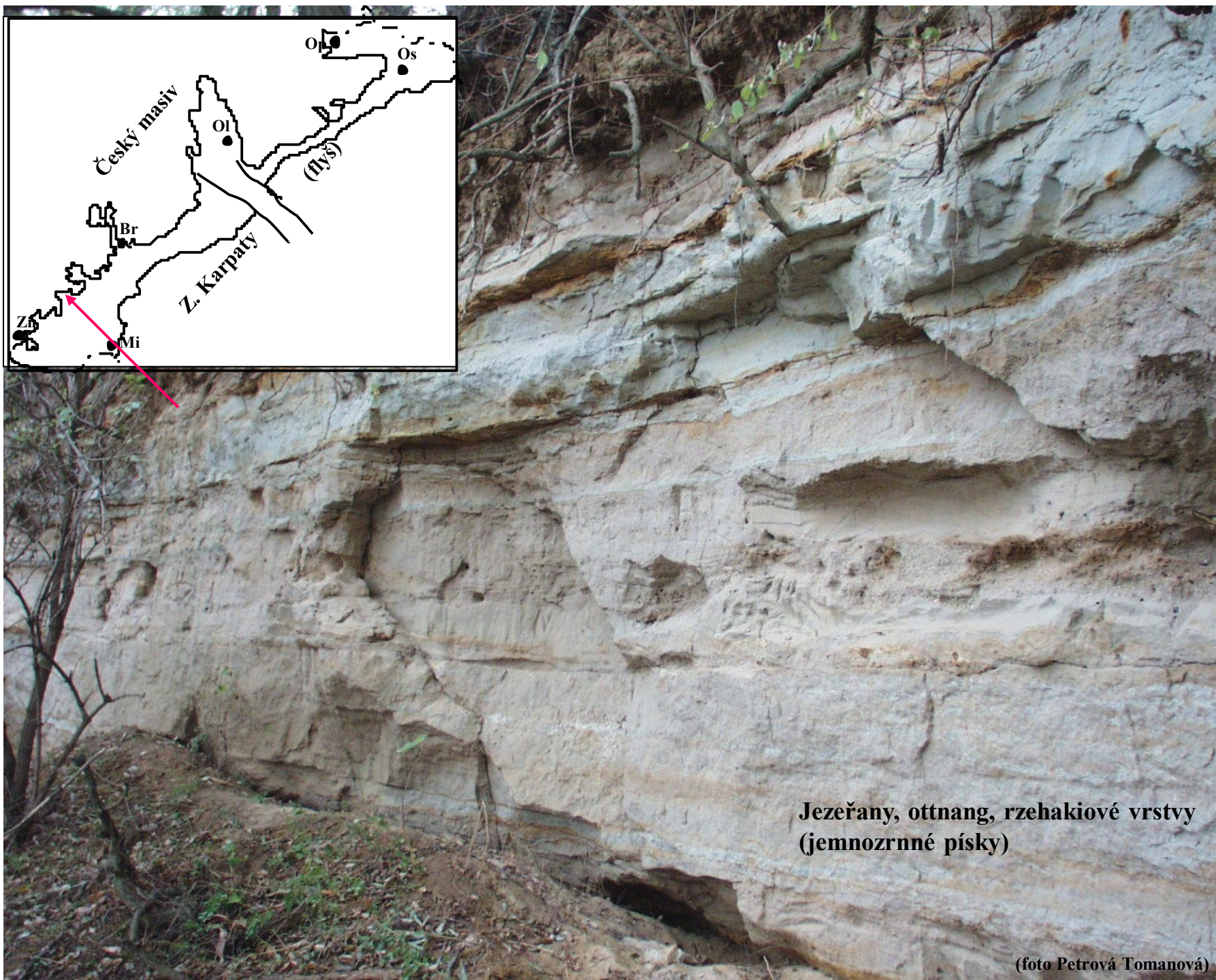
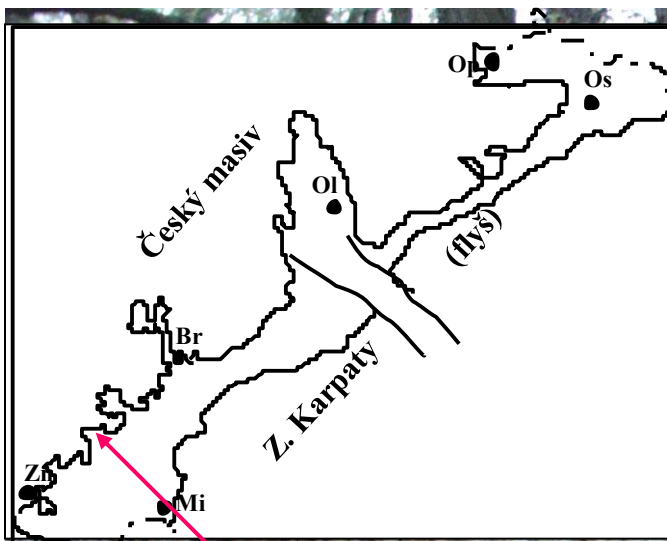


(foto Petrová Tomanová)

Žerotice, otnang, písky



(foto Petrová Tomanová)



Jezeřany, ottnang, rzehakiové vrstvy
(jemnozrnne písky)

**Jezeřany, ottnang, rzehakiové vrstvy
(jemnozrnné písky)**



(foto Petrová Tomanová)

Jezeřany, ottnang, rzehakiové vrstvy

~ hrubozrné štěrky
(+ val. černých rohovců)

střednozrné písky

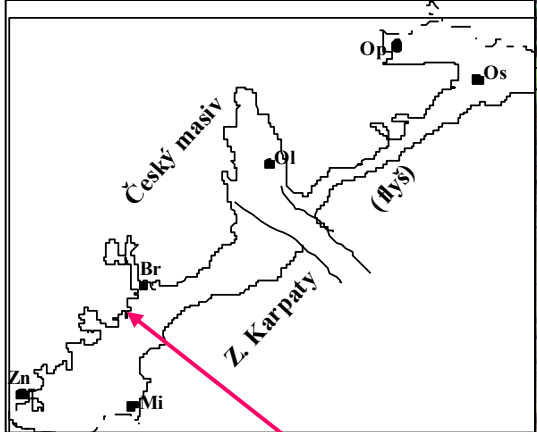
drobnozrné štěrky

jemnozrné písky

5 cm

(foto Petrová Tomanová)





Němčičky, ottang, rzehakiové vrstvy
jemnozrnné písky

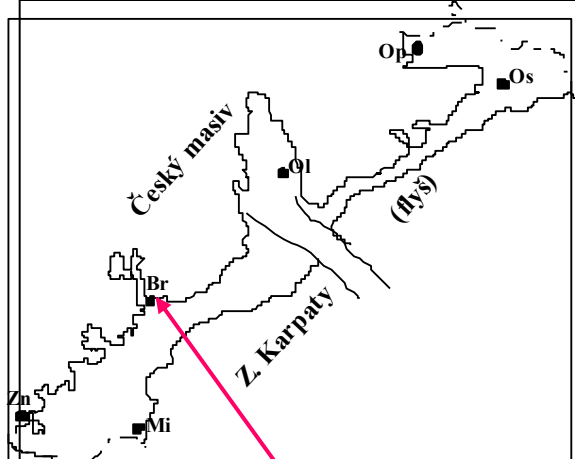


Němčičky, ottang, rzhakiové vrstvy
jemnozrnné písky



(foto Petrová Tomanová)

**Kanice u Brna, otnang, písky
a štěrky výplně
řícmanicko-kanické deprese**



(foto Petrová Tomanová)

**Kanice u Brna, ottnang, písky
a šterky výplně
řícmanicko-kanické deprese, detail**



(foto Petrová Tomanová)

**Kanice u Brna, ottnang, písiky
a štěrký výplně
řícmanicko-kanické deprese, detail**



(foto Petrová Tomanová)

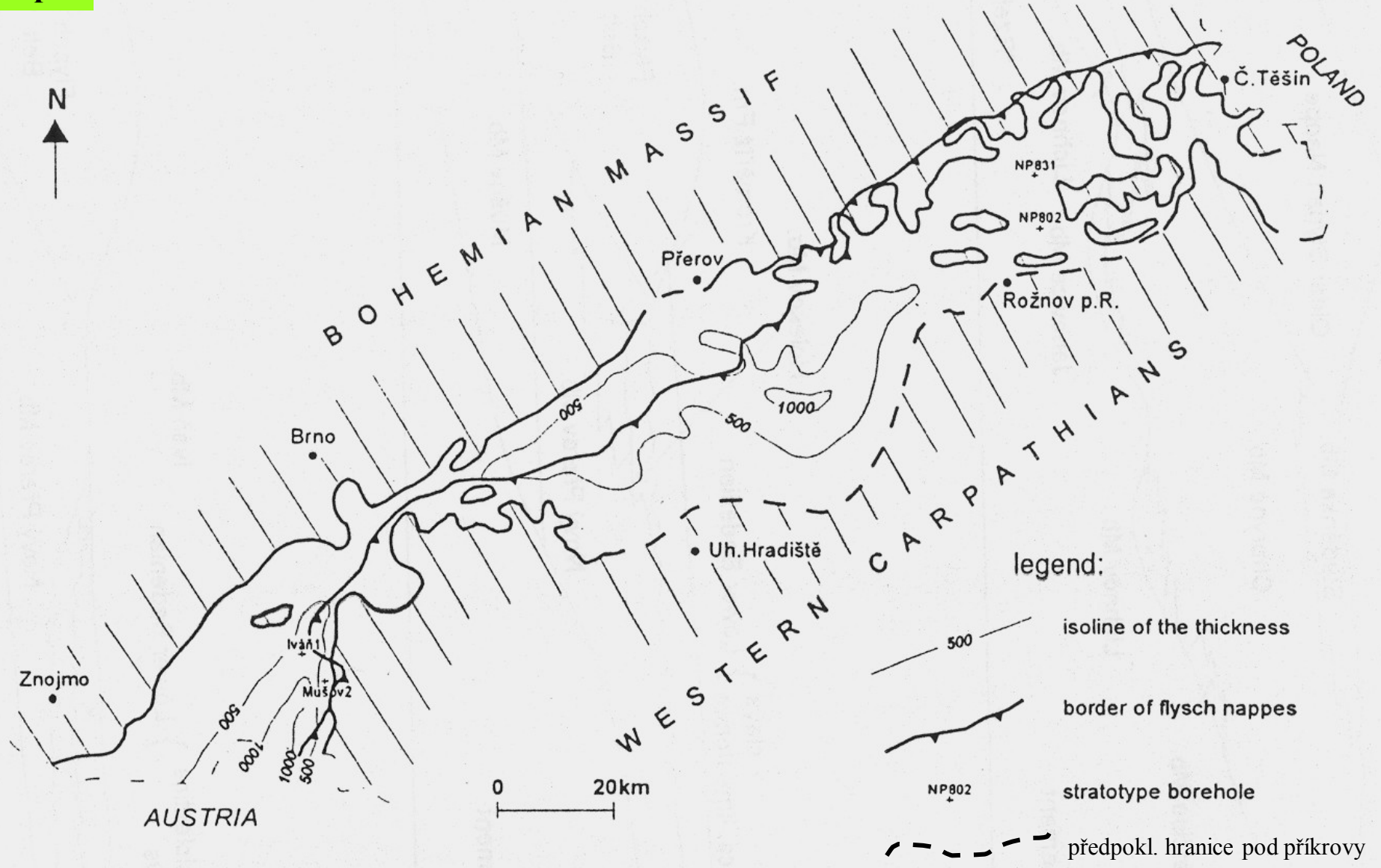
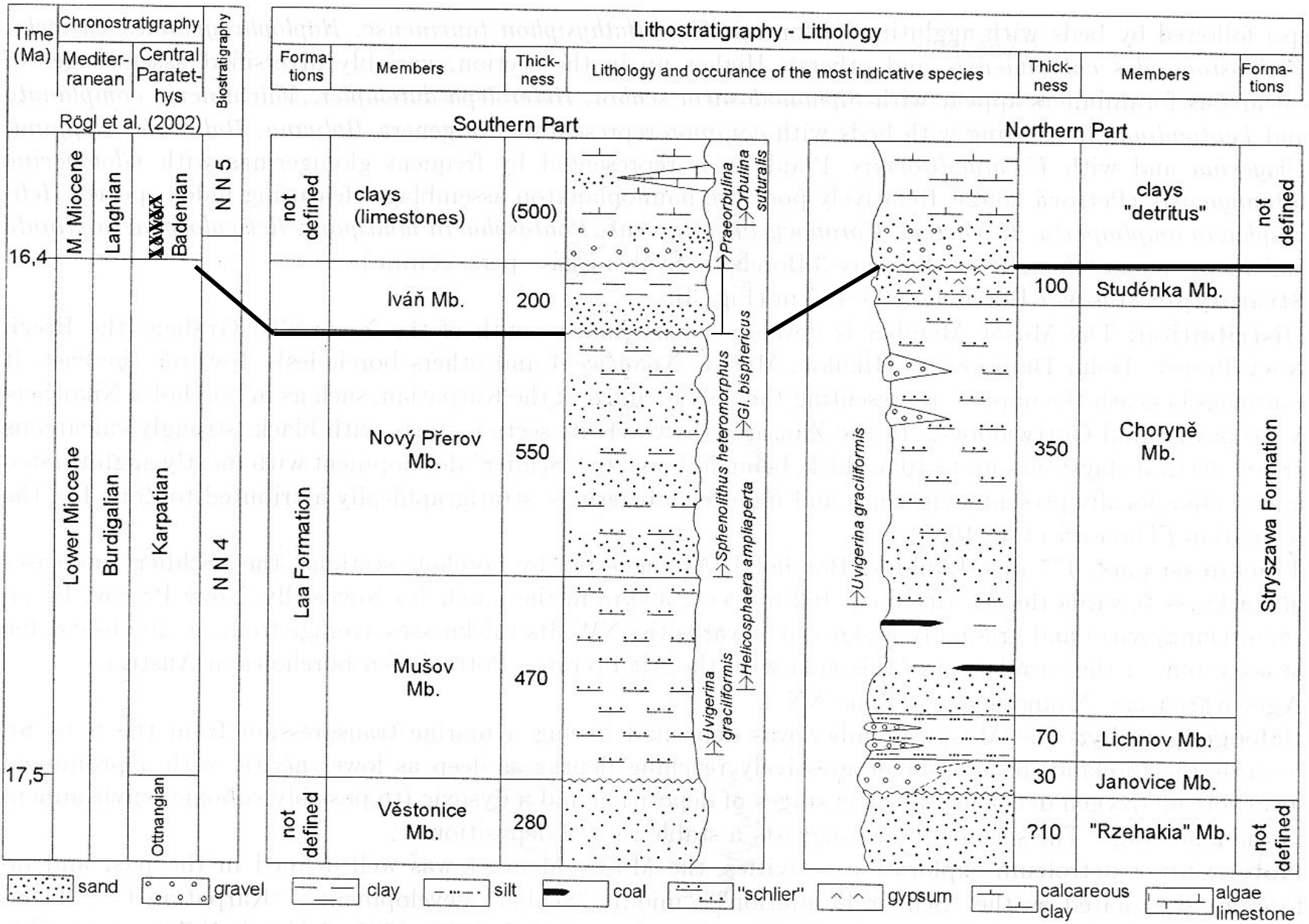


Figure 1: Thickness map of the Karpatian deposits of the Carpathian Foredeep (Moravia).

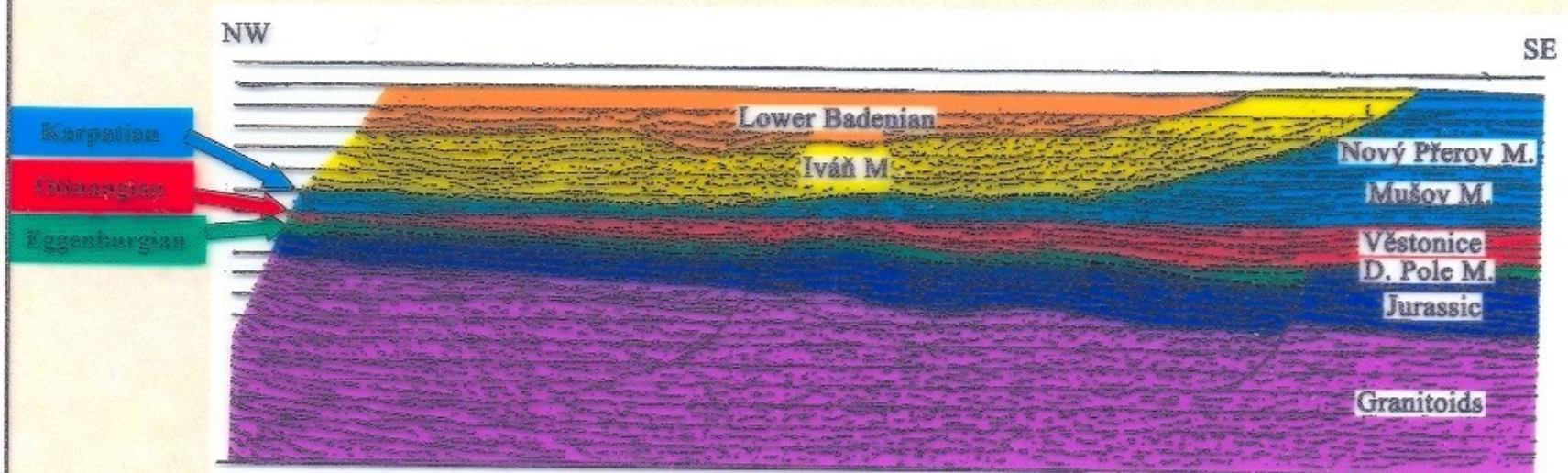
(Adámek et al. 2003)



Litostratigrafie karpátu v předhlubni na Moravě (Adámek, Brzobohatý, Pálenský & Šikula 2003, upraveno)

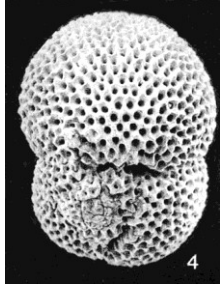
SEISMIC PROFILE 317/84

(CARPATHIAN FOREDEEP, SOUTH MORAVIA)



Seismic profile 317/84 (Carpathian Foredeep, South Moravia: Jiříček 1995, compiled by Adámek 2002)

Globigerinoides bisphericus Todd
sv. karpát-sp. morav



iváňské vrstvy – nasedají diskordantně na novopřerovský člen, plocha diskordance seče podložní členy karpátu, na bázi drobně zrnité vápnité pískovce (cca 50 m), výše pak šedé, vápnité jílovce s *Globigerina praebulloides*, *Globigerinoides bisphericus* a *U. graciliformis*) – zde problematika stáří iváňských vrstev, v jejichž nadloží leží s úhlovou diskordancí transgresivně baden s *Orbulina suturalis* + problematika hranice karpát/baden (viz dále)



novopřerovské vrstvy – konkordantně na mušovském členu, na Z transgresivně na starší miocén nebo předneogenní podloží, vyšší podíl prachové složky než mušovské v. + zpevněné polohy pískovců a nižší podíl aglutinancí, šedé silně vápnité prachovité jíly a jílovce a prachovce střídající se a písky a pískovci se zbytky flóry, polohy mikrofaunisticky bohaté i sterilní – foraminifera (euryoxibiontní - *Bolivina*, *Bulima*, *Uvigerina* + mělkovodnější *Ammonia*, *Elphidium*, *Cibicidoides*) vzácně s *Globigerinoides bisphericus*, otolity (*Lampanyctus carpaticus*), nannoplankton (*H. ampliaperta*, vzácně *Sphenolithus heteromorphus*), porifera, měkkýši, ostrakoda, mocnost ~ 550 m. Mělkovodnější jemnozrné jílovitosiltovité světle šedé písky vystupující dnes v povrchovém obrazu především mezi Slupem a Hrušovany n. J. obsahují četnou měkkýši faunu s druhy *Nucula nucleus*, *Anadara diluvii*, *Linga columbella*, *Terebralia bidentata*, *Turritella eryna* aj. a vzácněji i flóru. Na střední Moravě převážně pod příkrovy přecházejí výše do **kroměřížského souvrství** („pestré vrstvy“ starších autorů) – střídání šedozelených vápnitých jílu, písků, pískovců, štěrků a slepenců s ochuzenou karpatskou mikrofaunou a materiálem převážně z Karpat. Před čely příkrovů jsou ekvivalentem jejich nejvyšších částí **holešovské štěrky** (nesouvislá tělesa štěrků a písků s valouny křemene, černých rohovců, flyšových pískovců i mesozoických vápenců a kvarcitů, vzácně granitoidů a metamorfitů).

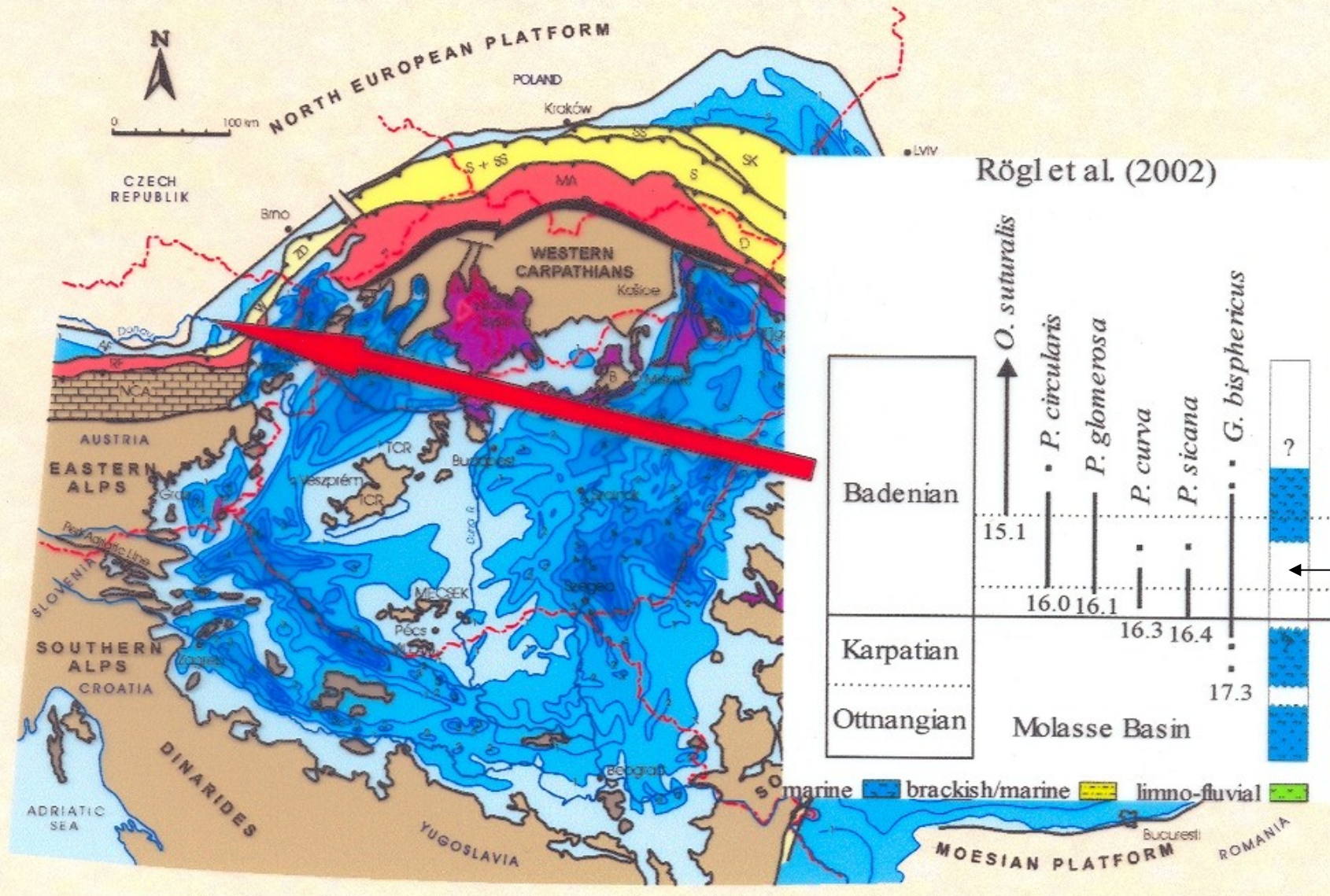


Uvigerina graciliformis
P. et T.

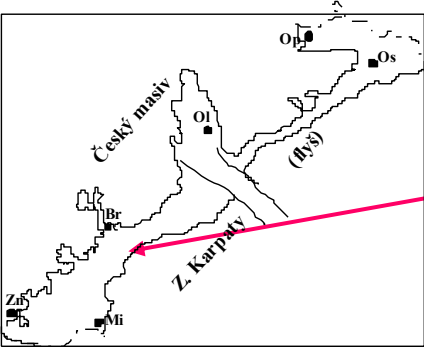
mušovské vrstvy – transgresivní, ostře nasedají na věstonické pískovce, zelenavě šedé, jemně slídnaté, laminované vápnité jíly vložky písků s převahou granátu v ATM, algutinance + vápnité forams (*U. graciliformis*, *Bolivina*, *Bulimina*, *Lenticulina* etc., *Globigerina ottangiensis*), nannoplankton (*Helicosphaera ampliaperta*), mocnost ~450 m.



LOWER AND UPPER BOUNDARY OF THE KARPATIAN AND SEDIMENTATION PROFILES IN SEVERAL BASINS OF THE CENTRAL PARATETHYS



Zbýšov, karpát, exotická facie před čelem příkrovu



vrstevnatý vápnitý jíl
(šlír)

biodetritický vápenec

vápnitý jílovec
petromiktní slepenec

Zbýšov, karpat, exotická facie před čelem příkrovu, lumachella



(foto Petrová Tomanová)

Zbýšov, karpat, exotická facie před čelem příkrovu, lumachella



(foto Petrová Tomanová)

Zbýšov, karpát, exotická facie před čelem příkrovu, detail lumachelly



(foto Petrová Tomanová)

Zbýšov, karpát, exotická facie před čelem příkrovu,
loděnka *Aturia aturi*

Saxolucina belardiana (Mayer)

(foto Petrová Tomanová)

Profil severně od Moravské brány:

Navazuje přímo na sedimentaci karpátu v polské části předhlubně, kde se ukládá **stryszawské souvrství**.

Tento název je platný i pro vývoje na Ostravsku:

hiát



studénecké vrstvy – (dříve „pestré vrstvy se sádrovci“) – místy přecházejí postupně z choryňských vrstev, mají však výrazně menší rozšíření (regrese), ztrácejí ráz šlirů, dostávají proměnlivé barvy, obsahují sádrovce a pelokarbonáty, olivově zelené, rezavě hnědé, červenohnědé a zelenošedé vápnité jílovce s laminami pískovců a slepenců s valounovým materiálem převážně z Karpat, četné redepozice křídových a paleogenních foraminifer, velmi vzácné autochtonní euhalinní foraminifery odpovídají karpátu, mocnost ~ 100 m.

choryňské vrstvy – (dříve „hnědé + šedé vrstvy“) – nasedají ostře na lichnovské v. nebo transgredují přímo na paleozoické podloží, při bázi hnědé, výše šedé až zelenošedé jílovce/vápnité jílovce místy s prachovci a pískovci, ojediněle s vložkami uhlí. Při bázi brakičtí měkkýši (*Congerina*, *Melanopsis*), výše mořská mikrofauna (*Uvigerina graciliformis*, *Pappina* div. sp., *Bulimina*, *Chilostomella*, *Baggina*, *Globigerina* etc.), s mořskou mikrofaunou nastupuje šlirový charakter hornin, v závěru sedimentace nástup mělkovodních foraminifer (*Ammonia*, *Cibicidoides*), mocnost (~350 m) klesá od JZ k SV, směrem k V vyklíňují, choryňské v. často v alochtonní pozici tektonicky začleněné do spodní části příkrovů.



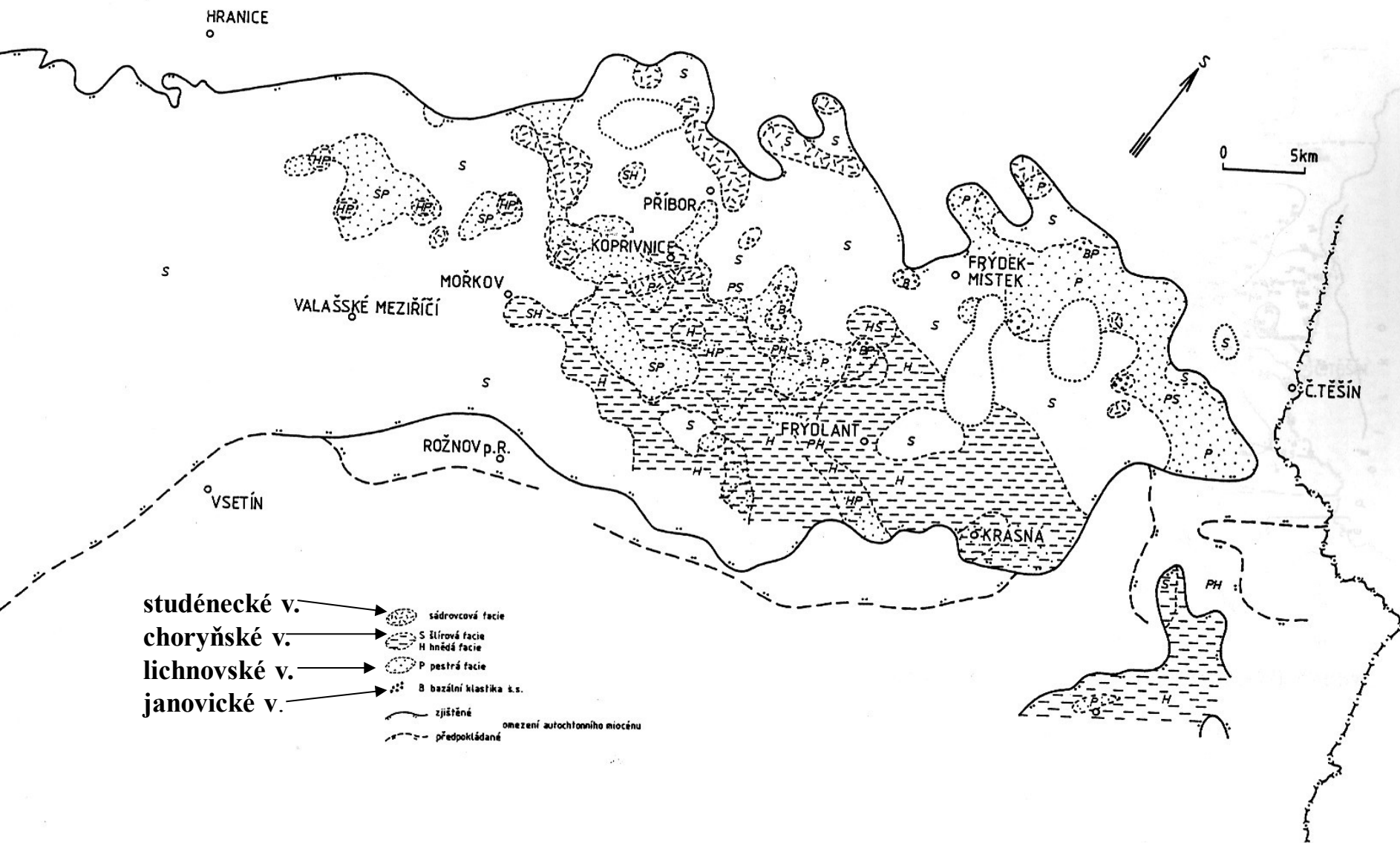
Uvigerina graciliformis P. et T.

lichnovské vrstvy – (dříve “pestré vrstvy“), nasedají na pz podloží nebo laterálně zastupují janovické v., popř. přecházejí do nadloží, modravě a zelenavě šedé, rezavé, černohnědě skvrnitě prachovce, <bezfosilní, lokálně s oligohalinními měkkýši (*Clithon*, *Unio*, *Hydrobia*) a úlomky rybích kostí, mocnost ~ 70 m (okolí Štramberka).

janovické vrstvy – (dříve tzv. „bazální klastika karpátu“), arkózové slabě zpevněné pískovce a drobnozrné slepence s převahou křemenného materiálu, pestré pískovce s glaukonitem, písčité šterky s valouny z Karpat i Čs. masívu, transgresní sedimenty, sterilní, mocnost ~ 36 m. Na střední Moravě u Dolních Netčic jsou jejich ekvivalentem **dolnoněčtické vrstvy** – denudační zbytek, balvanité šterky a šedožluté vápnité pískovce s bohatou měkkýší faunou (~*Chlamys*) + terestričtí savci.

LITOFACIÁLNÍ SCHÉMA AUTOCHTONNÍHO MIOCÉNU (KARPAT)

(Pálenský-Novotná-Šikula 1995, upraveno)



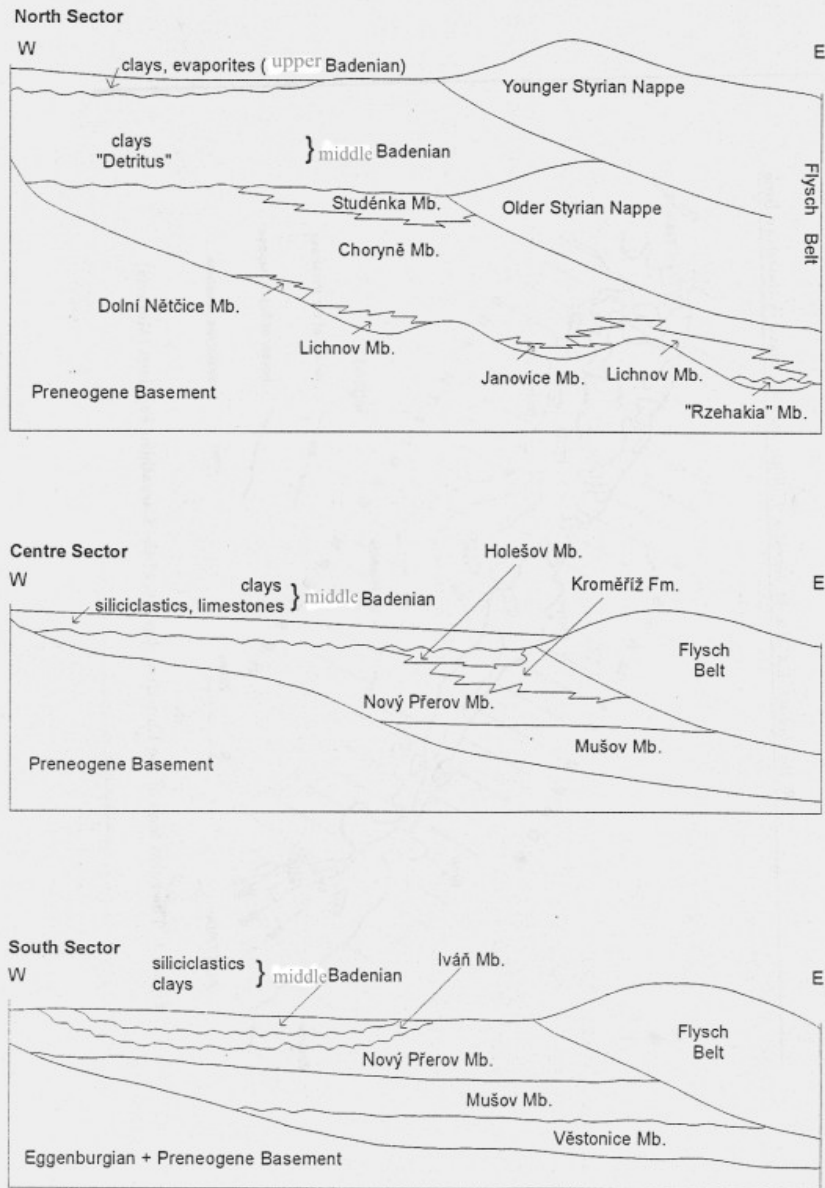


Figure 5: Model of the Carpathian Foredeep (Moravia) considering Karpatian lithostratigraphic units.

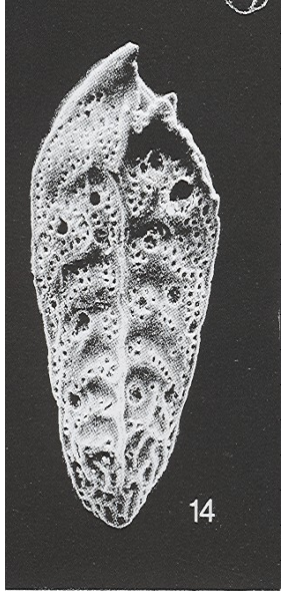
Střední Morava

Kroměřížské souvrství – provrtáno pod příkrovy v prostoru Nítkovice-Kroměříž, max. mocnost 422 m, dříve „pestré vrstvy“, střídání zrnitostně špatně vyříděných slepenců, písků a pískovců se šedo zelené vápnité jílovce a jíly, *Uvigerina graciliformis*, *Pappina breviformis*, závěr sedimentace karpát – ústupové sedimenty

Holešovský člen – nesouvislá tělesa štěrků a písků (materiál převážně z Karpat) v předpolí příkrovů mezi Holešovem a Bystřicí p. H. a v oblasti Nítkovic a Dřevohostic, ~ 20m, přechod k V do kroměřížského s.

Dolnonětčické vrstvy (Čtyroký, Fejfar 1963) – cca bodový, mocnost 10 m, *Pycnodonta*, *Chlamys*, zuby žraloků, *Hyotherium sommeri*, *U. graciliformis*, *U. parkeri breviformis* a mělkovodní Forams, litorál/sublitorál

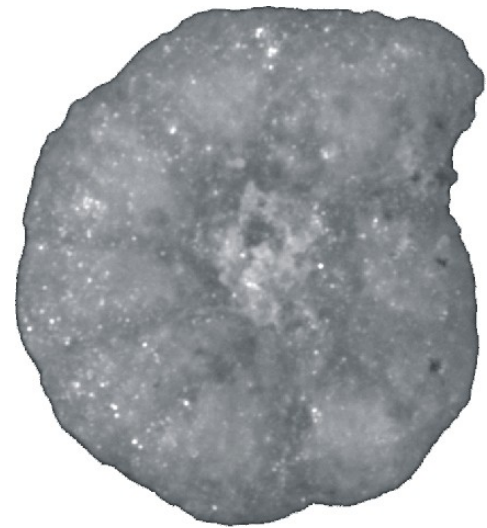
Model stavby karpatské předhlubně se zřetelem k lithostratigrafii karpát (Adámek et al. 2003)



Bolivina fastigia Cush.



Uvigerina graciliformis P. et T.



Cyclammina karpatica C. et Z.



Typický představitel foraminiferové fauny redukčních poloh sedimentů karpátu, v předhlubni (tvoří výrazné polohy)

Virgulinitella pertusa (Rss.)

Některé charakteristické druhy foraminifer šlírů karpátu Kp

Vývoj karpatské předhlubně v karpátu (souhrn):

- ovlivněn kombinací tektoniky a eustatických pohybů mořské hladiny,
- **tektonika**: stabilní blok Čs. masívu zeslabený riftingem + tvorba akrečního klínu příkrovů VK progradujícího na předpolí,
- postupný pohyb příkrovů k S provázený segmentací a rotací k SZ + nárůst zátěže = flexurní prohyb předpolí,
- výsledkem je předhlubeň odlišná od oné v eggenburgu a ottnangu – osa pánve +/- SV-JZ, zásah předhlubně dále do předpolí,
- pohyb příkrovů v čase a diferencovaná odezva předpolí => odlišná intenzita depozice a historie různých částí předhlubně,
- jižní část Kp má na počátku karpátu vyšší mobilitu, hlubší flexurní prohyb, vyšší rychlosti subsidence a větší mocnosti sedimentů, má ráz asymetrické pánve v distální části s plochým reliéfem bez zřetelnějšího vyklenutí čelní výdutě a s dozívající aktivitou příčných depresí vranovického a nesvačilského příkopu (viz relikty karpátu v jejich sz. pokračování na Čs. masívu – Dolní Dubňany, Moravské Knínice, Lipůvka),
- **transgrese** v karpátu nastupuje od J, sedimentují nejprve anoxické lagunární facie se zbytky ryb a drobnými globigerinami, přecházejí výše a do pánve do hlubší, převážně dysoxické šlírové facie (mušovské vrstvy a jejich ekvivalenty). Dosunutí příkrovů posouvá sedimentaci dále do předpolí, rozšiřuje předhlubeň k Z a SZ – ukládají se svrchnobatyální šlíry a písky novopřerovských vrstev s euryoxibiontními společenstvy foraminifer, v místech se silnou eutrofizací vod vznikají diatomity (Bohaté Málkovice),

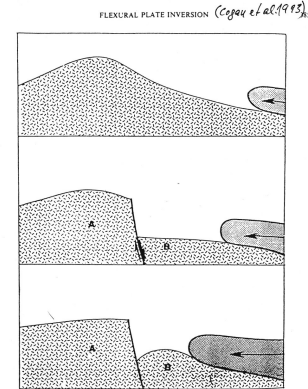


Figure 21. Conceptual model for the development of flexure in separate fault blocks. Detailed description given in text.

-výduť se vyklenula výrazněji a s jistým **časovým posunem** na severu, transgrese karpátu tak dospěla na členitější reliéf s diferencovanějšími depocentry ale **nižší mírou subsidence** a poté i **menšími mocnostmi výplně**. V okolí kry Maleníku transgredují dolnoněčtické vrstvy, na Ostravsku pak terestrické splachy a sutě fluviálních a místy i brakických janovických vrstev zaměňujících se výše s vrstvami lichnovskými a nižší částí choryňských vrstev se zdrojovou oblastí materiálu na S a SZ. Vyšší polohy choryňských v. dokládají již vrcholící marinní sedimentaci a nástup plně marinních podmínek v celé pánvi – sedimentace šlírů a převaha provenience z V.

Slepencové polohy této úrovně odrážejí akumulaci klastického materiálu nedaleko čela příkrovů. **Koncem karpátu** dosahuje výduť maxima zvedání (**vzniká slavkovsko-těšínský hřbet**) – sedimentační pánev se zužuje spolu s regresivními tendencemi a ukládáním evaporitů studéneckých vrstev. Případný nástup *G. bisphericus* v nich zjištěn nebyl.

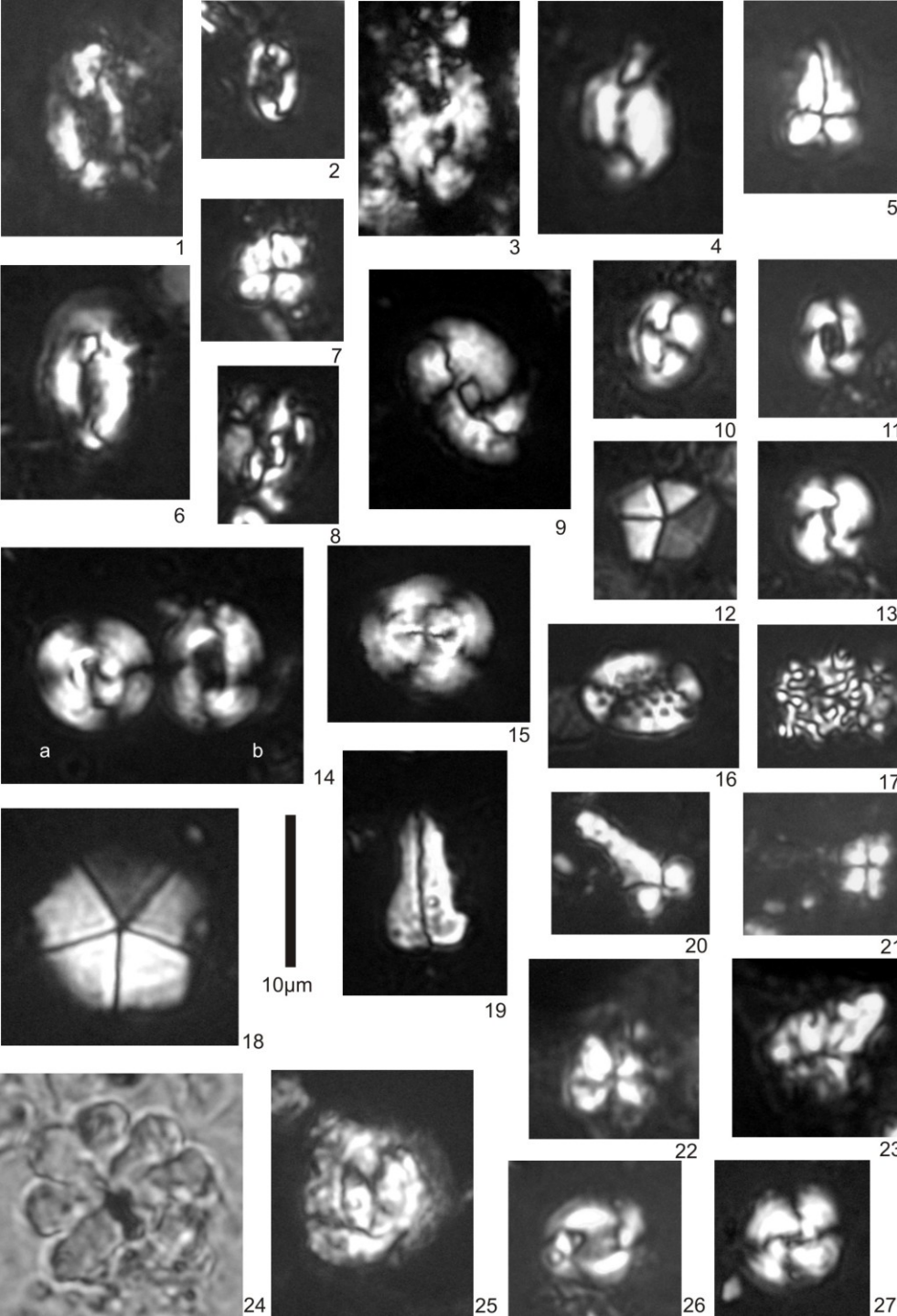
Na střední Moravě je zvedání hřbetu spojeno se sedimentací **regresního kroměřížského souvrství** a intenzivní dotací materiálu z dosouvaných příkrovů (**holešovské štěrky**),

- rozdílné jsou v podélném směru i mechanismy násunů štýrských příkrovů:

- na jihu překrývají starší část laaského souvrství a mají v imbrikacích resp. na čelech jeho mladší část,
- na sv. je starší štýrský příkrov dosunutý přes nejvyšší část profilu (choryňské a studénecké v.) a mladší štýrský příkrov i přes členy spodního badenu,

-část uloženin karpátu je sunutím příkrovů v blízkosti násunové plochy eliminována (rabotáž) a s nimi zřejmě i jejich východní hranice výskytu skrytá pod příkrovy, západní hranice výskytu karpatských uloženin je pak předbadenskou i pozdější denudací silně redukována prakticky v celé předhlubni.

Následují další ukázky fauny a flóry karpátu se zřetelem ke Kp:



Významné druhy:

1,2 – *Helicosphaera ampliaperta* Bram. et Wilc.

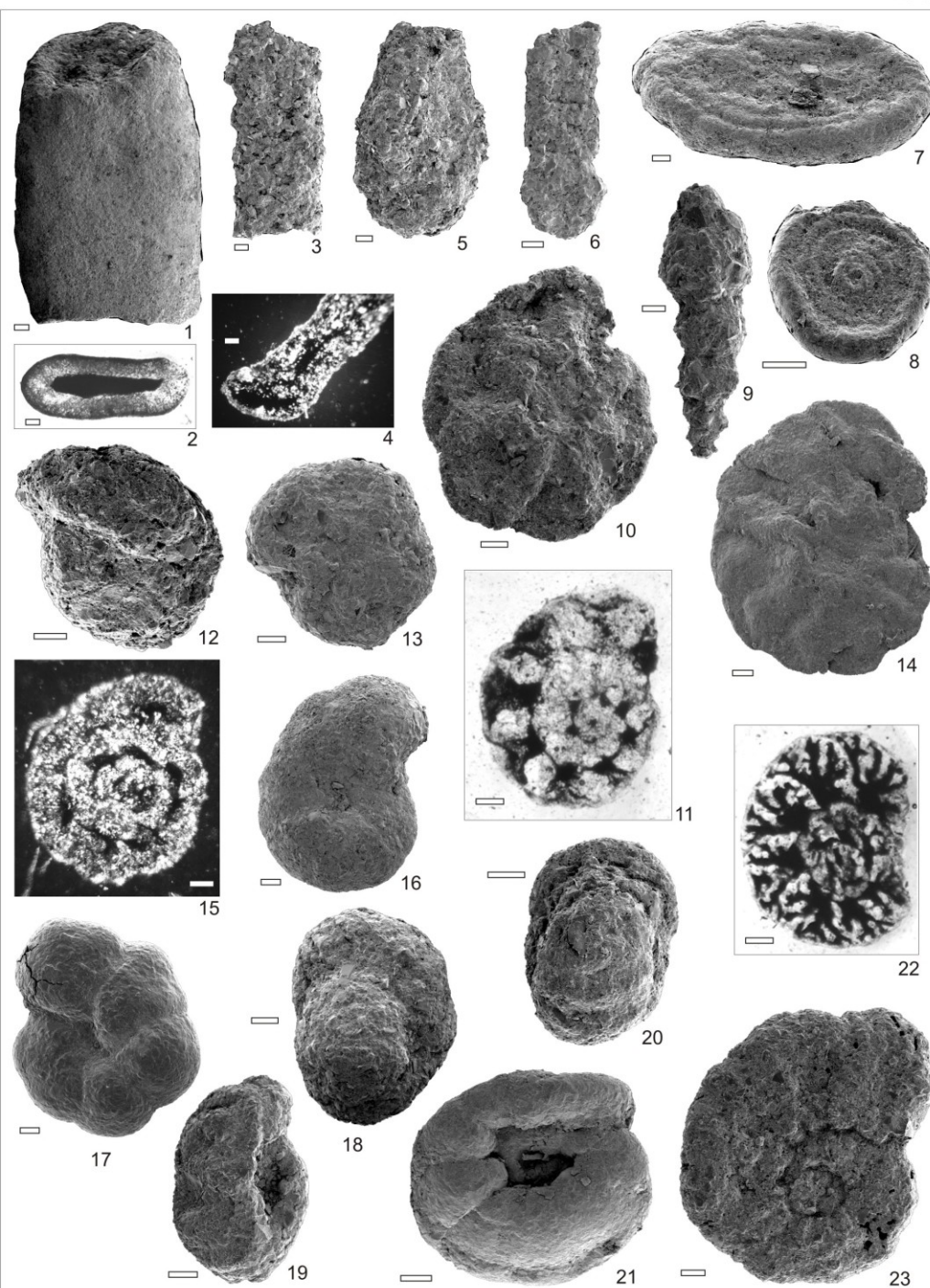
11 – *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Gart.) Gart.

20-23 – *Sphenolithus heteromorphus* Defl.

24 – *Discoaster deflandrei* Braml. et Riedl

27 – *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay)

Významné druhy aglutinovaných foraminifer karpátu CP - Cicha, Roegl et Čtyrská (2003)



Figs. 1-2. *Bathysiphon filiformis* M. Sars.

Figs. 3-5. *Hyperammina granulosa* Venglinskyi.

Fig. 6. *Hyperammina elongata* Brady.

Fig. 7. *Ammodiscus miocenicus* Karrer.

Fig. 8. *Ammodiscus cretaceus* (Reuss).

Fig. 9. *Reophax scorpiurus* Montfort.

Figs. 10-11. *Haplophragmoides laminatus* Volosh.

Fig. 12. *Haplophragmoides vasiceki vasiceki* Cicha & Zapletalová.

Fig. 13. *Haplophragmoides vasiceki pentacameratus* Cicha & Zapletalová.

Fig. 14. *Cribrostomoides kjurendagensis* (Morozova).

Figs. 15-16. *Cribrostomoides moravicus* Cicha & Zapletalová.

Fig. 17. *Cribrostomoides columbiensis* (Cushman).

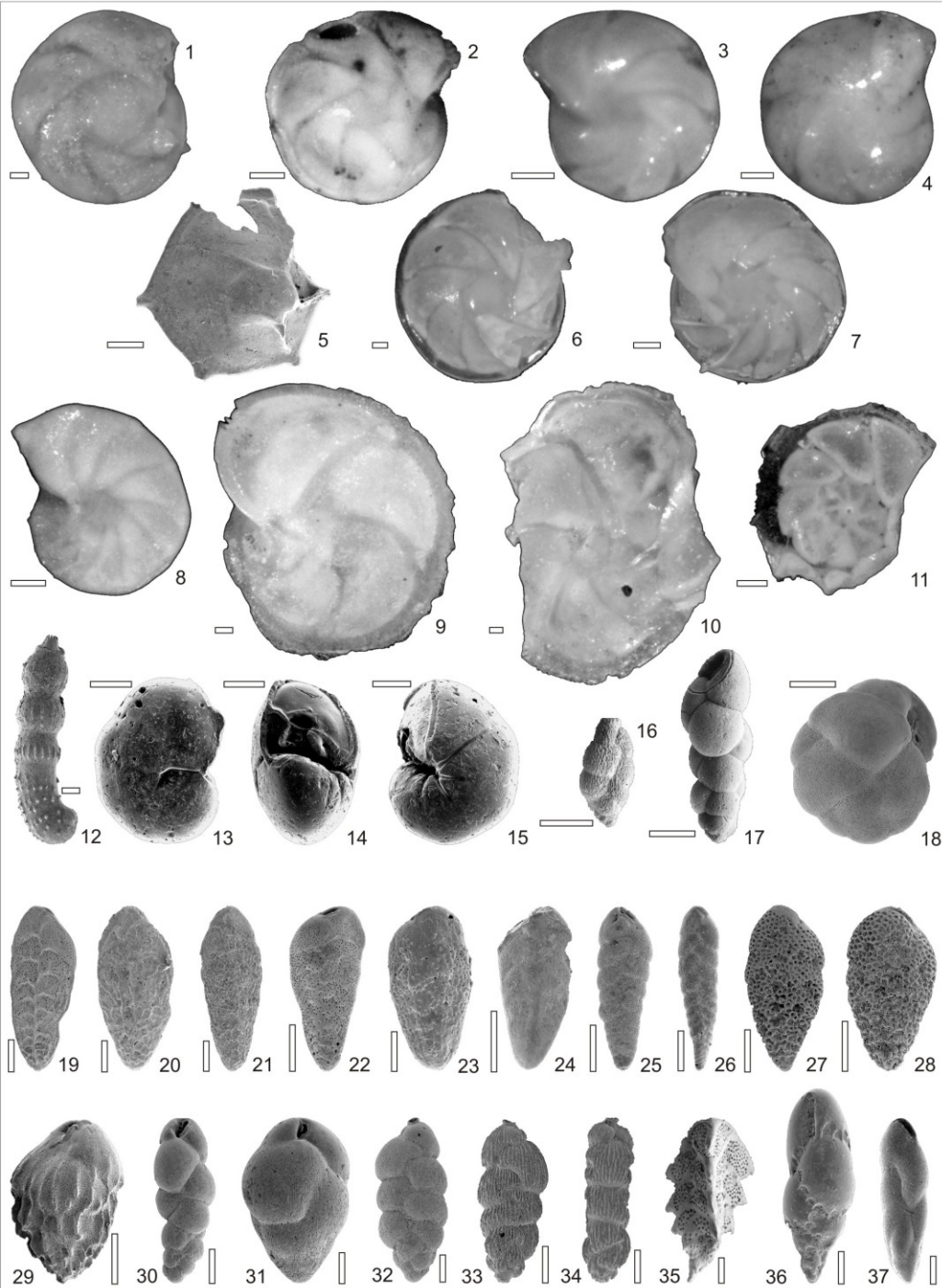
Fig. 18. *Cribrostomoides subglobosus* (Brady).

Fig. 19. *Budashevaella laevigata* (Voloshinova).

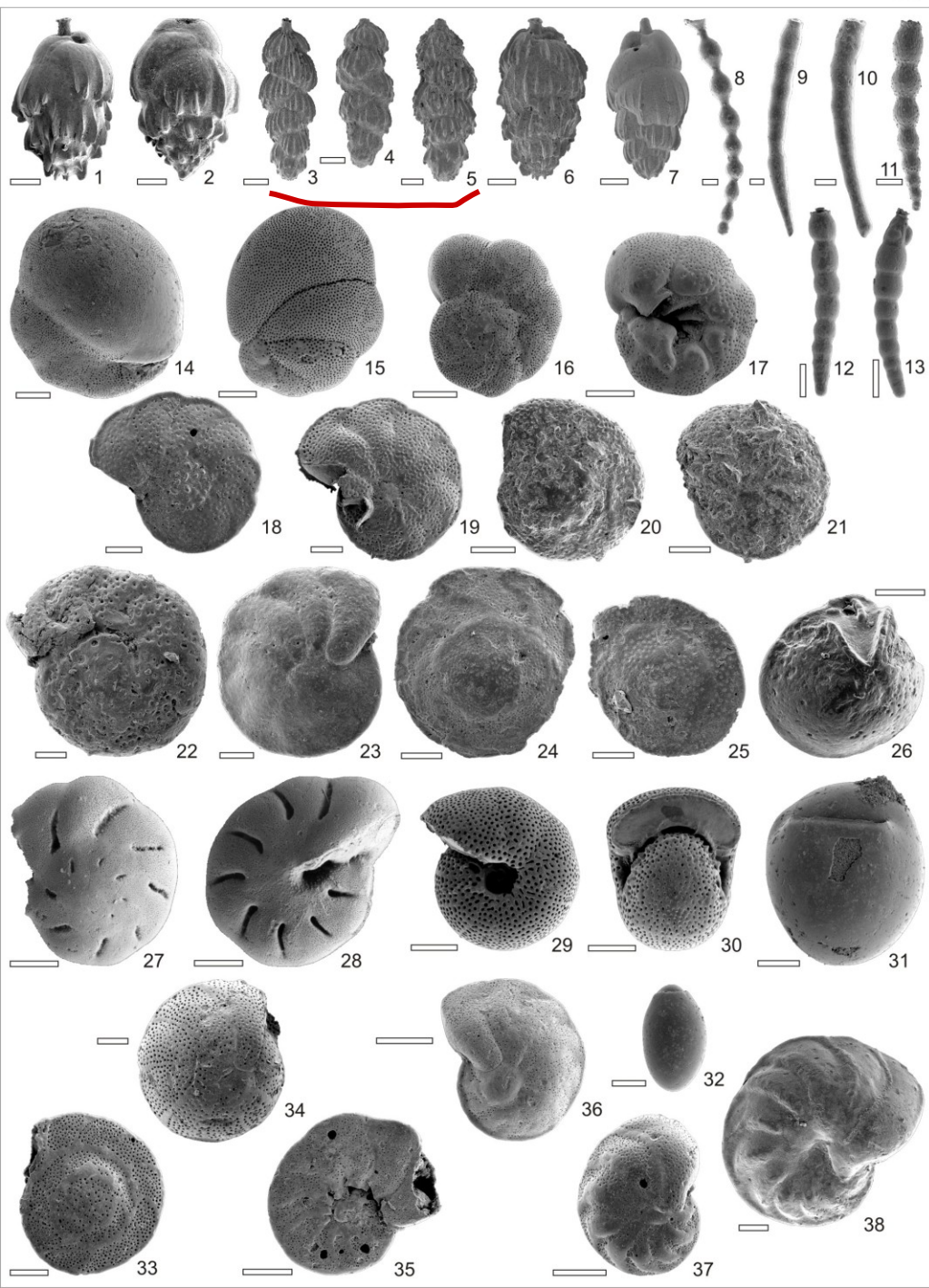
Figs. 20-21. *Budashevaella wilsoni* (Smith).

Figs. 22-23. *Reticulophragmium venezuelanum* (Maync).

Scale bar 100 μ m

Fig. 1. *Lenticulina melvilli* (Cushman & Renz).Fig. 2. *Lenticulina inornata* (d'Orbigny).Fig. 3. *Lenticulina meynae* Vespermann.Fig. 4. *Lenticulina obtusa* (Reuss).Fig. 5. *Lenticulina calcar* (Linné).Fig. 6. *Lenticulina umbonata* Molčiková.Fig. 7. *Lenticulina reussi* (Haque).Figs. 9-10. *Planularia* cf. *cassis* (Fichtel & Moll).Fig. 11. *Planularia moravica* (Karrer).Fig. 12. *Marginulina hirsuta* d'Orbigny.Figs. 13-15. *Ceratocancris haueri* (d'Orbigny).Fig. 16. *Spiroloxostoma czechoviczi* (Kantorova).Fig. 17. *Caucasina cylindrica* Zapletalová.Fig. 18. *Islandiella cruysi* (Marks).Fig. 19. *Bolivina fastigia* Cushman.Fig. 20. *Bolivina scalprata retiformis* Cushman.Fig. 21. *Bolivina viennensis* Marks.Fig. 22. *Bolivina dilatata dilatata* Reuss.Fig. 23. *Bolivina matejkai* Cicha & ZapletalováFig. 24. *Bolivina* aff. *simplex* Phleger & Parker.Figs. 27-28. *Bolivina hebes* Macfadyen.Fig. 29. *Bulimina striata* d'Orbigny.Fig. 30. *Bulimina elongata* d'Orbigny.Fig. 31. *Globobulimina pupoides* (d'Orbigny).Fig. 32. *Pappina breviformis* (Papp & Turnovsky).Fig. 35. *Reussella spinulosa* (Reuss).Fig. 36. *Virgulinitella pertusa* (Reuss).Fig. 37. *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny).

Významné druhy vápnitých foraminifer karpátu CP - Cicha, Roegl et Čtyrská (2003)



Figs. 1-2. *Uvigerina* aff. *barbatula* Macfadyen.

Fig. 6, 7. *Uvigerina acuminata* Hos.

Figs. 3-5. *Uvigerina graciliformis* P.& T.

Fig. 8. ?*Stilostomella adolphina* (d'Orbigny).

Fig. 11. *Siphonodosaria scripta* (d'Orbigny).

Figs. 12-13. *Mylostomella advena* (Cush.& Laim.).

Figs. 14-15. *Baggina arenaria* (Karrer).

Figs. 16-17. *Valvulineria complanata* (d'Orbigny).

Figs. 18-19. *Cibicidoides ungerianus* (d'Orbigny).

Figs. 20-21. *Cibicidoides slovenicus* (Cicha & Zapl.).

Figs. 22-23. *Cibicidoides pachyderma* (Rzehak)

Fig. 24. *Cibicidoides chropovensis* (Cicha & Zapl.)

Figs. 25-26. *Cibicidoides letkesiensis* (Cicha & Zapl.)

Figs. 27-28. *Monspeliensina vulpesi* Glacon & Lys.

Figs. 29-30. *Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll).

Fig. 31. *Allomorphina trigona* Reuss.

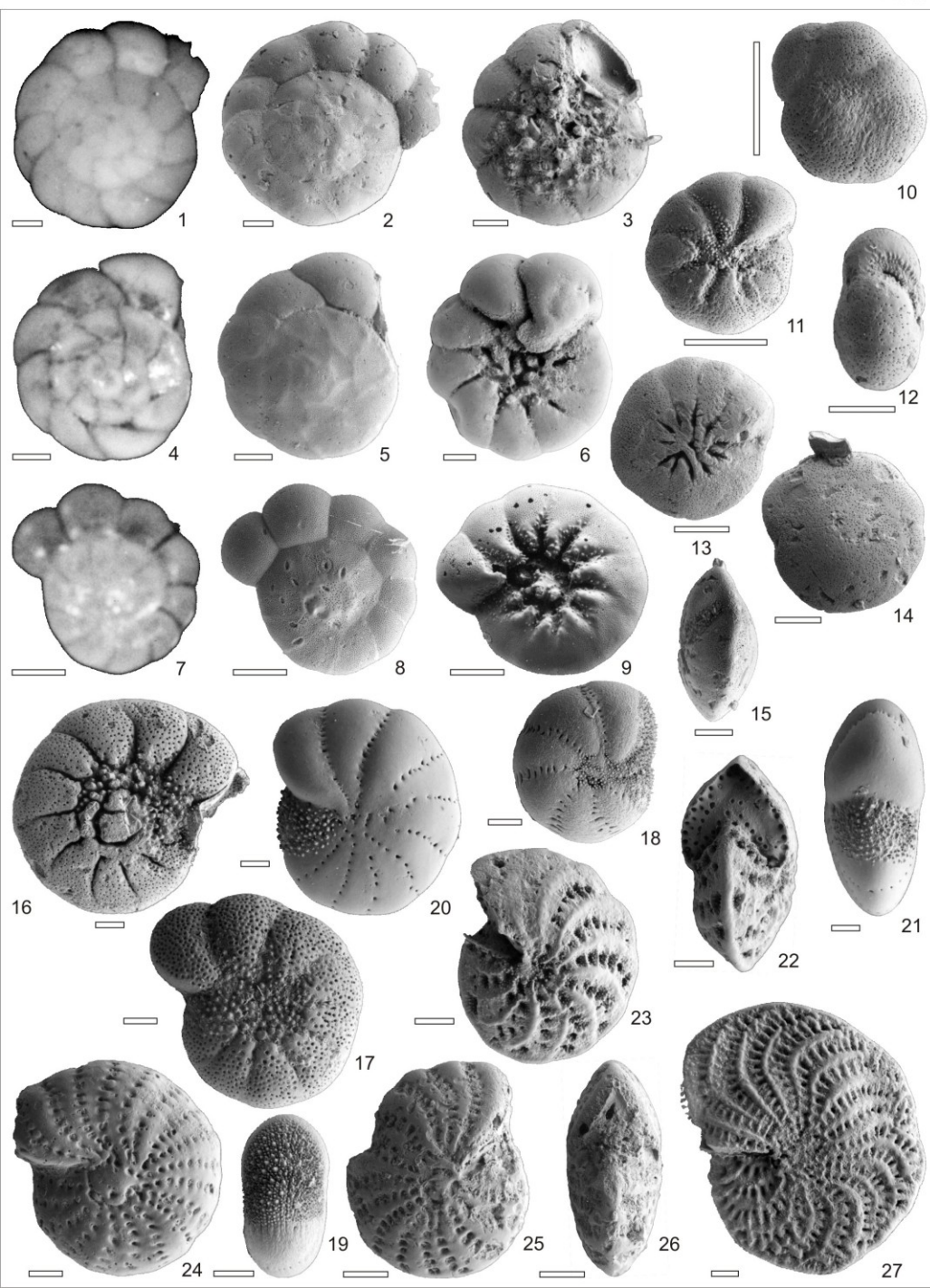
Fig. 32. *Chilostomella ovoidea* Reuss.

Figs. 33-34. *Heterolepa dutemplei* (d'Orbigny).

Figs. 35-36. *Hanzawaia boueana* (d'Orbigny).

Fig. 37. *Hanzawaia horcici* (Cicha & Zapletalová).

Fig. 38. *Hanzawaia crassiseptata* (Luczkowska).



Další ukázka vápnitých foraminifer karpátu CP - Cicha, Roegl et Čtyroká (2003)

Figs. 1-3. *Ammonia* cf. *beccarii* (Linné).

Figs. 4-6. *Ammonia viennensis* (d'Orbigny).

Figs. 7-9. *Ammonia pseudobeccarii* (Putrja).

Figs. 10-12. *Aubignyna bixi* Rögl

Figs. 13-15. *Buccella granulata* (di Napoli).

Fig. 16. *Porosononion granosum* (d'Orbigny).

Fig. 17. *Porosononion* cf. *granosum* (d'Orbigny).

Figs. 18-19. *Elphidiella heteropora* (Egger)..

Figs. 20-21. *Elphidiella minuta* (Reuss).

Figs. 22-23. *Elphidium angulatum* (Egger).

Fig. 24. *Elphidium ungeri* (Reuss).

Figs. 25-26. *Elphidium subtypicum* Papp.

Fig. 27. *Elphidium* cf. *fichtelianum* (d'Orbigny).

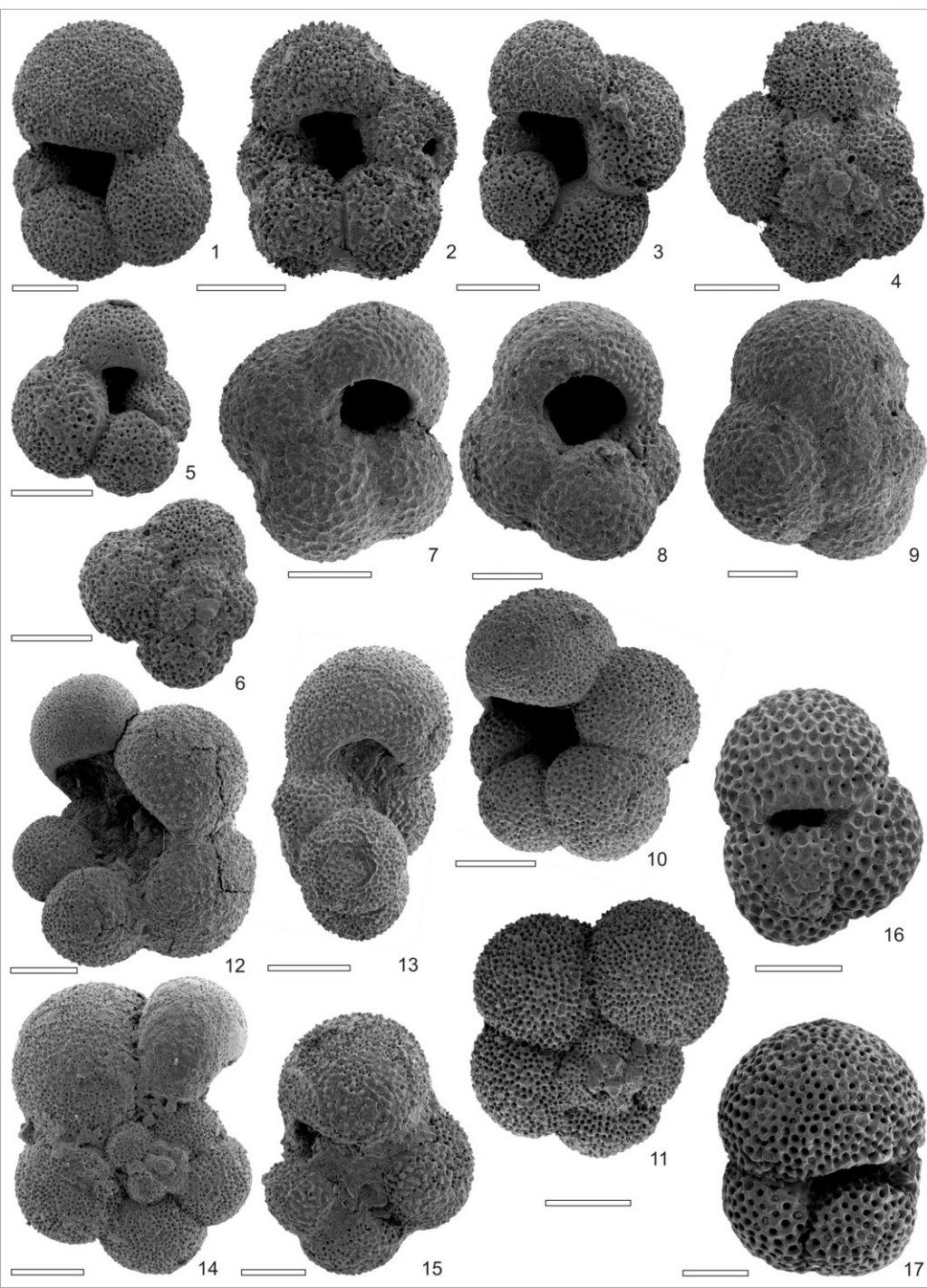


Fig. 1. *Globigerina praebulloides* Blow.

Figs. 2-4. *Globigerina ottangiensis* Rögl.

Figs. 5-6. ***Globigerina lentiana*** Rögl.

Figs. 7-9. *Globoturborotalita woodi*
(Jenkins).

Figs. 10-11. *Globigerina pseudociperoensis*
Blow.

Figs. 12-14. *Globigerinella* cf. *regularis*
(d'Orbigny).

Fig. 15. *Globigerinella obesa* (Bolli).

Fig. 16. *Globigerinoides immaturus* Bolli.

Fig. 17. *Globigerinoides trilobus* (Reuss).

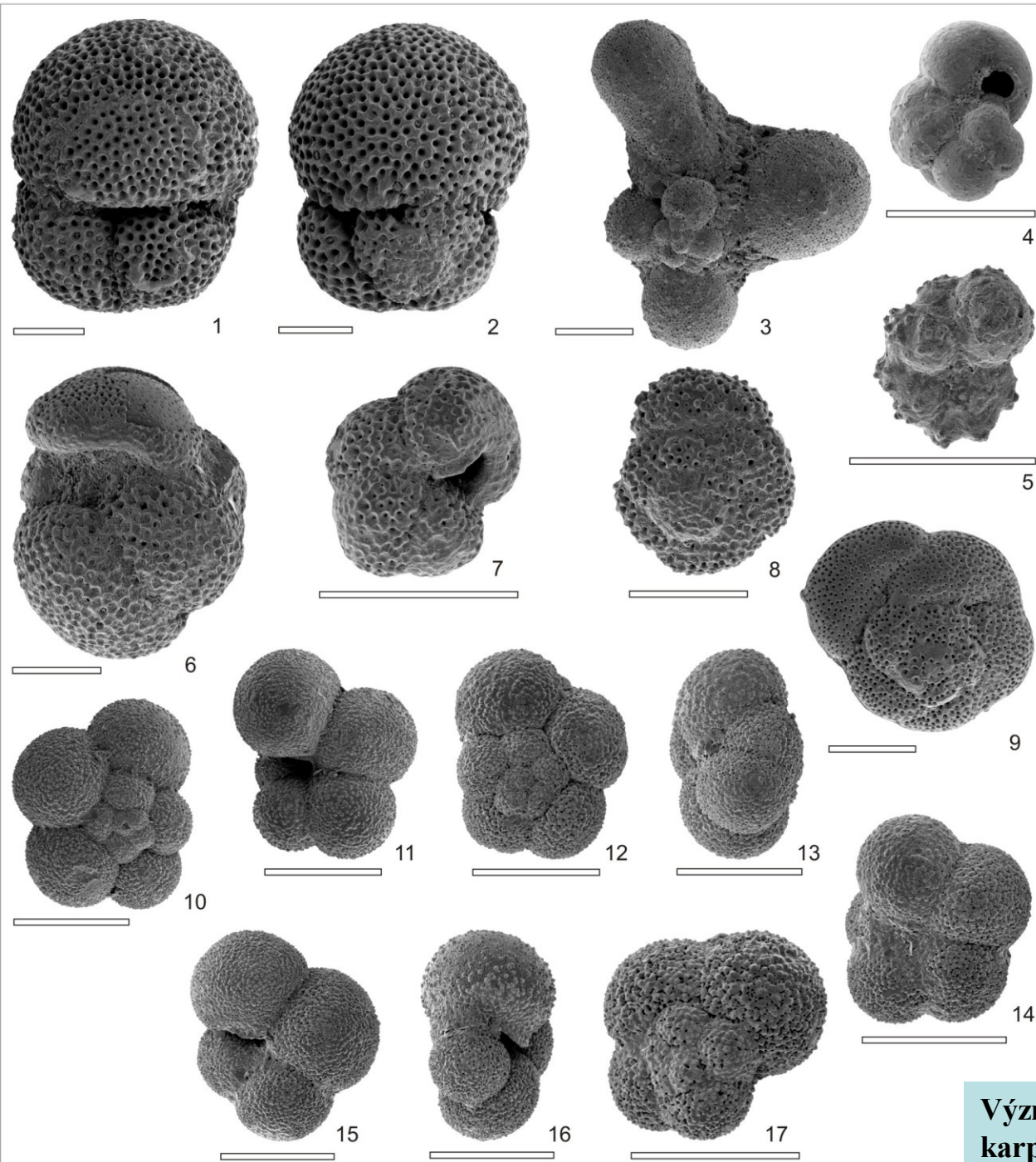


Fig. 1,2. *Globigerinoides trilobus* (Rss.)

Fig. 3. *Beella clavacella* (Rögl)..

Fig. 4. *Cassigerinella globulosa* (Egger).

Fig. 5. *Cassigerinella* cf. *boudecensis* Pokorný.

Fig. 6. *Globoquadrina* cf. *altispira*
(Cushman & Jarvis).

Fig. 7. *Paragloborotalia acrostoma* (Wezel). .)

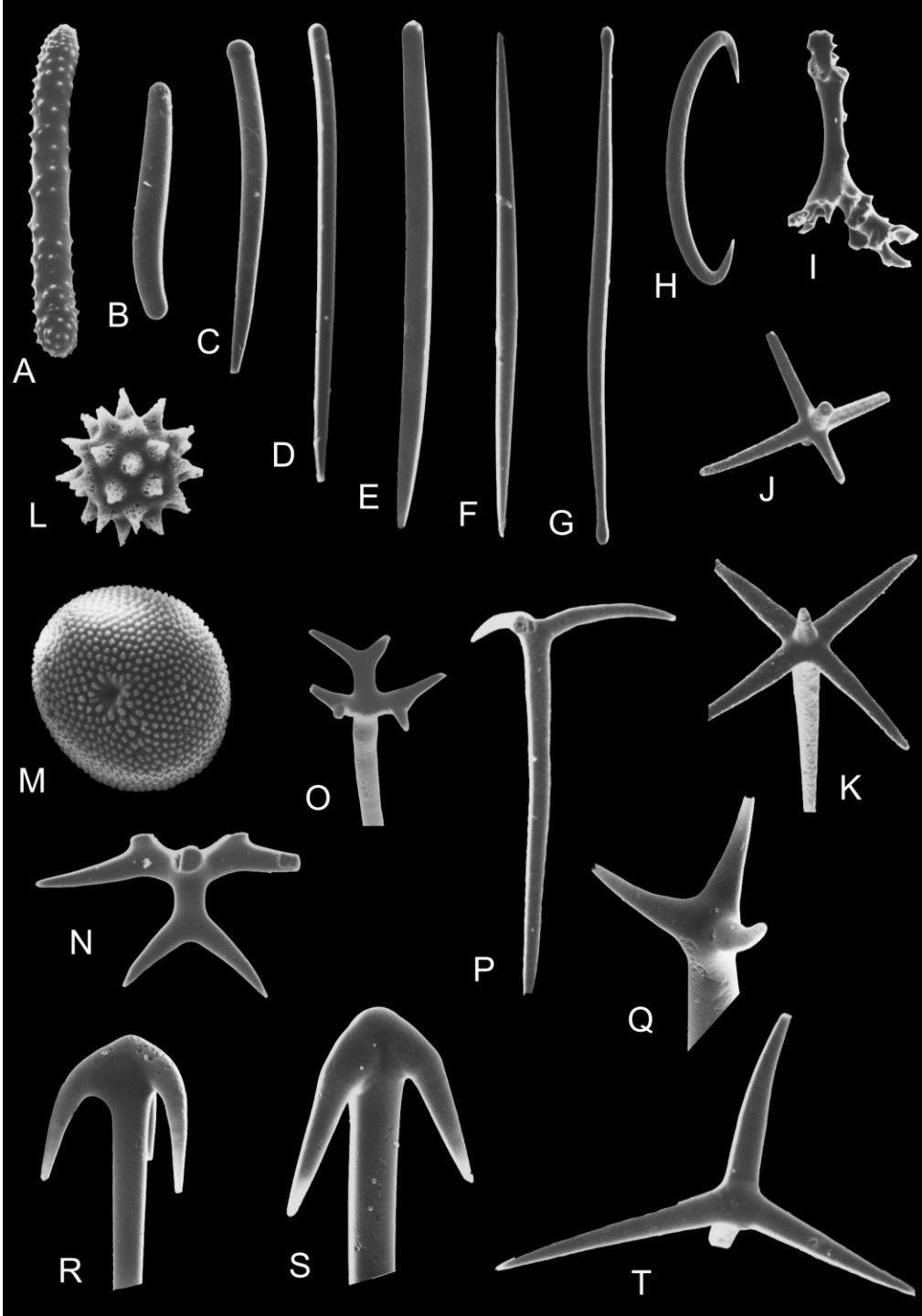
Fig. 8. *Globorotalia* cf. *praescitula* Blow.

Figs. 10-11. *Tenuitellinata angustiumbilitata*
(Bolli).

Figs. 12-14. *Tenuitellinata selleyi*
Li, Radford & Banner.

Figs. 15-17. *Tenuitella clemenciae* (Bermudez).

M = sféry,
jsou ve výplavech karpátu velmi hojné,
zatímco ve spodním badenu velmi vzácné





1



2



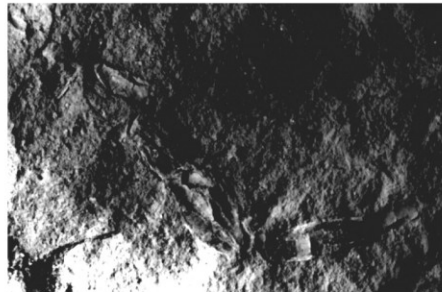
3



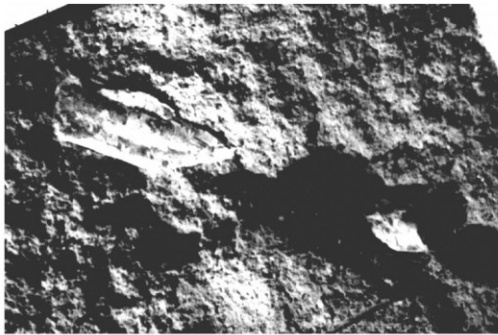
4



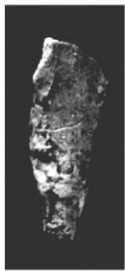
5



6



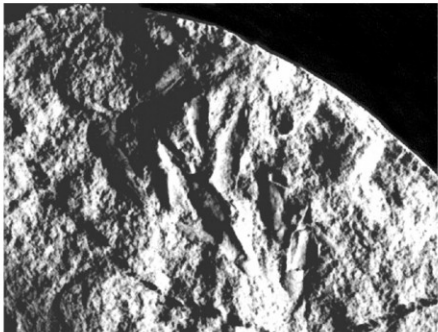
7



8



9



10



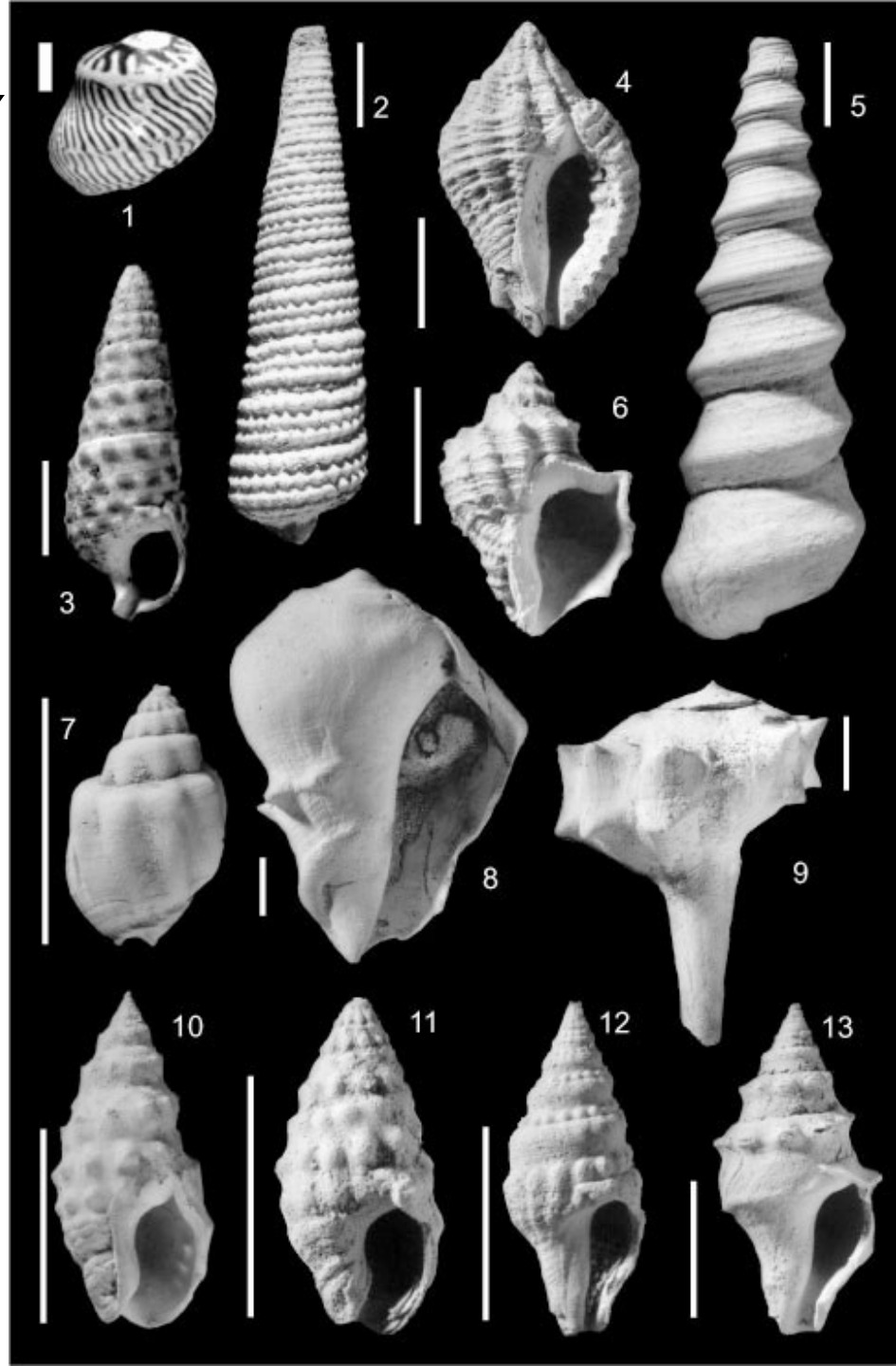
11

Vaginella austriaca Kittl, garábské souvrství,
Maďarsko, pteropod velmi hojný ve šlírech karpátu
celé CP včetně Kp
(Bohn-Havas et Zorn 2003)

**Charakteristická gastropoda karpátu CP – výběr
(Harzhauser 2003)**

- 1 **Agapilia pachii (Hoern.)** – Kleinebersdorf
- 2 *Tympanotonos cinctus* (Brug.) – Kaernabrunn
- 3 *Granulolabium bicinctum* – Kleinebersdorf
- 4 *Ocenebra crassilabiata* (Hilb.) – Teiritzberg
- 5 *Turritella gradata* (Hoern.) – Weinsteig
- 6 *Trigonostoma exwestianum* (Sacco) – Kleinebersdorf
- 7 *Nassarius edlaueri* (B.-B.) – Kleinebersdorf
- 8 *Melongena cornuta* (Ag.) – Niederkreuzstetten
- 9 *Tudicla rusticula* (Bast.) – Teiritzberg
- 10 *Cyllenia echinata* (Hoern.) – Teiritzberg
- 11 *C. ternodosa* (Hilb.) – Niederkreuzstetten
- 12 *Clavatula dorothea* (Hoern. – Auing.) – Kleinebersdorf
- 13 *Perrona louisae* (Hoern. – Auing.) – Teiritzberg

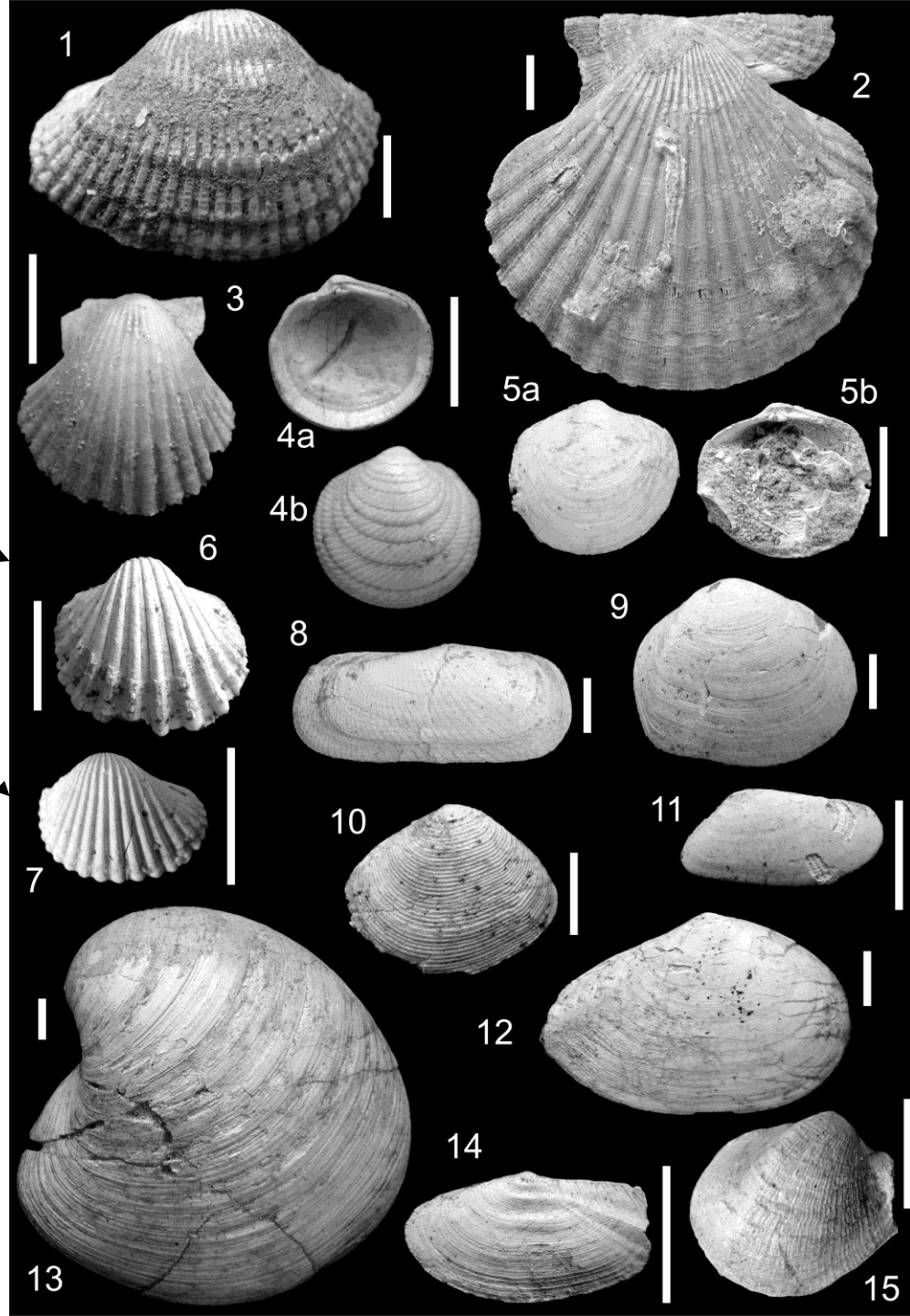
červeně – druh známý jen z karpátu (mělkovodní facie)



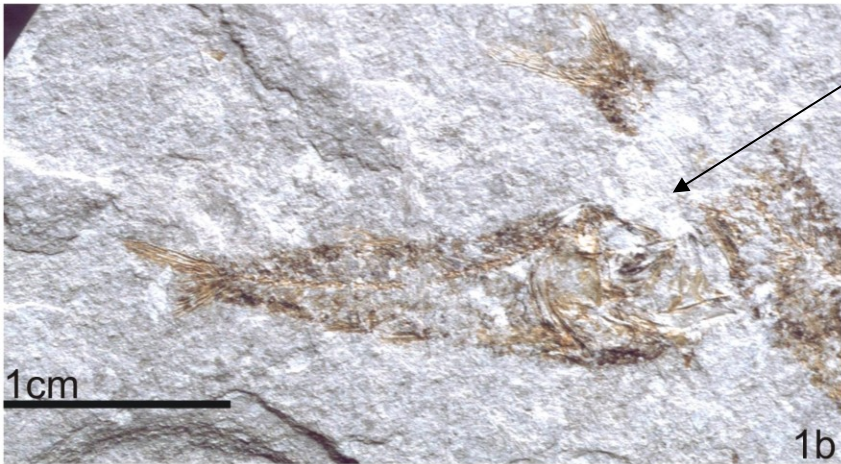
Charakteristická bivalvia karpátu CP – výběr
(Mandic 2003)

- 1 *Anadara fichteli* (Desh.) – Karnabrunn
- 2 *Aequipecten scabrellus hungaricus* (Cz.Mez.)-Kleinebersdorf
- 3 *Pecten subarcuatus styriacus* Hilb. – Karnabrunn
- 4 *Lucinella divaricata* (L.) – Karnabrunn
- 5 *Diplodonta rotundata* (Mon.) – Karnabrunn
- 6 ***Acanthocardia paucicostata* (Sow.)** - Teiritzberg
- 7 ***Cerastoderma arcella* (Duj.)** – Teiritzberg
- 8 *Solecurtus candidus* (Ren.) – Teiritzberg
- 9 *Florimetis lacunosa* (Chemn.) – Teiritzberg
- 10 ***Arcopagia crassa* (Pan.)** – Karnabrunn
- 11 *Donax intermedia* Hoern. – Teiritzberg
- 12 *Angulus planatus* (L.) – Karnabrunn
- 13 *Pelecypora gigas* (Lam.) – Karnabrunn
- 14 *Gari uniradiata* Brocchi – Teiritzberg
- 15 *Tugonia ornata* (Bast.) - Teiritzberg

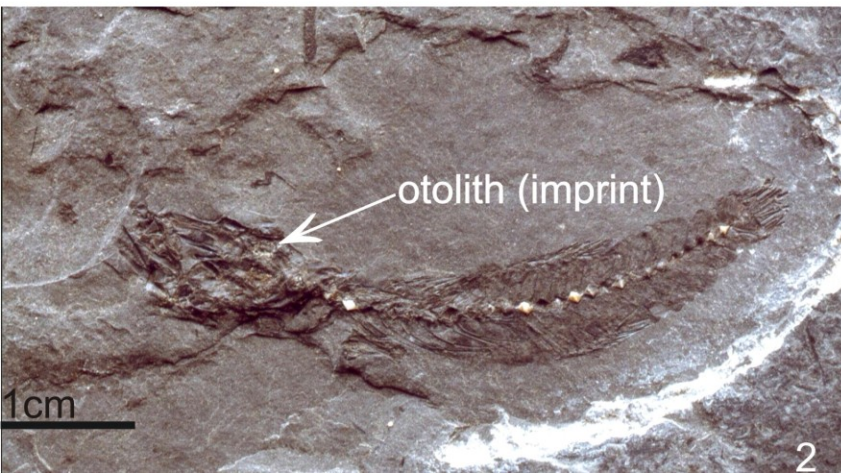
Červené – nastupují (FO) v karpátu



Ryby v anoxických faciích šlírového vývoje karpátu CP
(Brzobohatý et al. 2003)

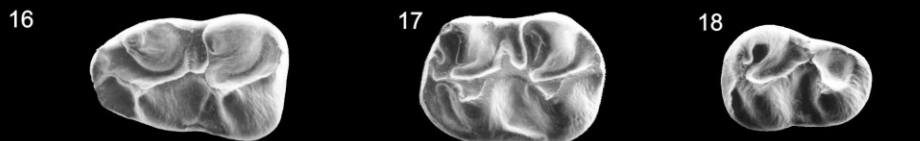
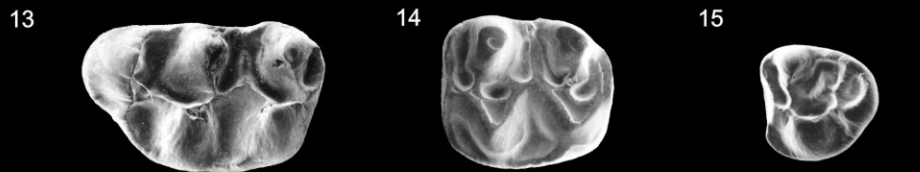
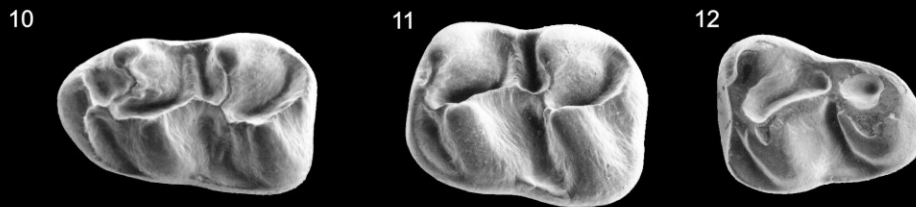
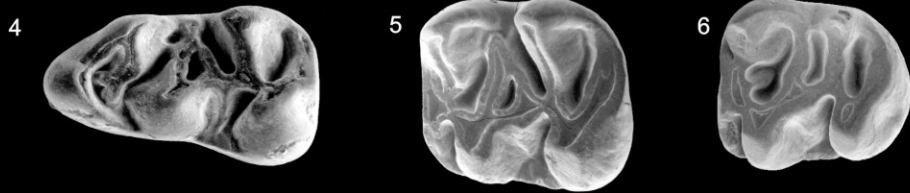
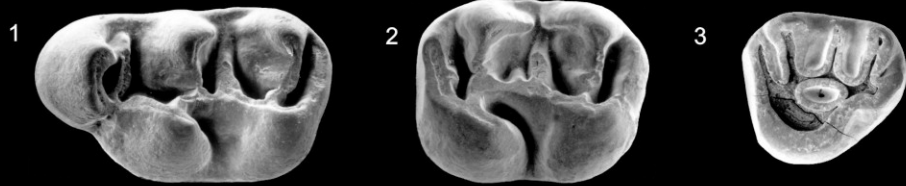


? *Valenciennellus* sp., Dražovice HJ-302: 244.0 – 244.3 m



Gobius cf. *multipinnatus* (H.v. M.), Závod-72: 3751-3754 m

Významní savci terrigenních sedimentů karpátu CP
(Daxner-Hoeck 2003)

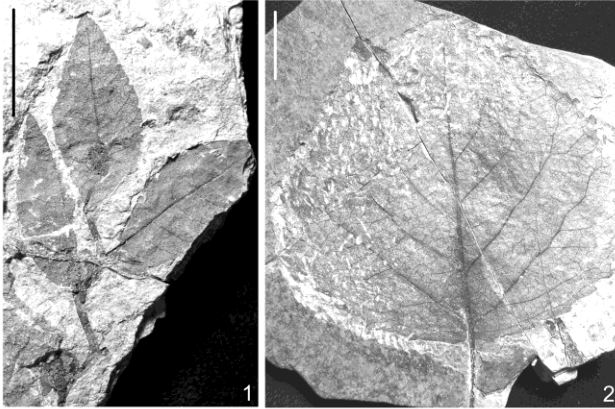


7-12

Democricetodon mutilus Fahlbusch, Obergänsersdorf,
Rakousko, FO ve svrchním karpátu

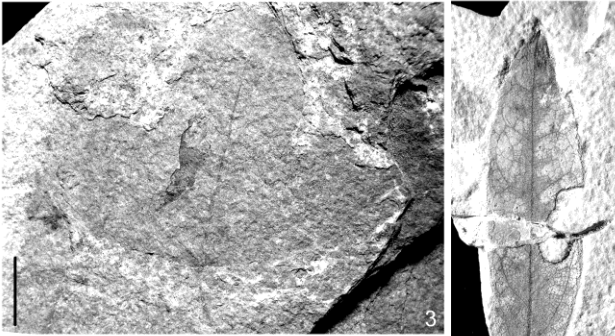
(myšovitý hlodavec)

Zelkova zelkovifolia (Ung.)
Bůžek et Kotlaba



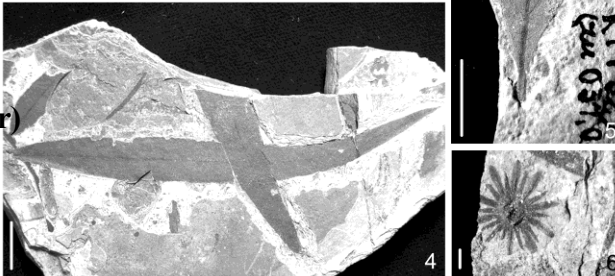
Populus populina (Brgn.) Knobl.

Acer integrifolium Weber



Laurophyllum pseudoprinceps
Weyl et Kilp.

Sideroxylon salicites (Weber)
Weyl.



Asterocalyx styriacus Ett.

**Paleotropické palynomorfy karpátu různých moravských lokalit a vrtů
(Doláková et Slamková 2003)**

Paleotropical elements – x 1000



1. *Sapotaceoidapollenites* sp.

2. *Arecipites* sp.

3. *Cornaceapollis satzveyensis* (Pflug) Ziembinska-Tworzydło.

4. *Vaclavipollis soiana* Nagy.

5. *Leiotriletes wolffii* Krutzsch.

6,7. *Engelhardtoidites punctatus* (Potonié) Potonié.

8. *Platycaryapollenites miocaenicus* Nagy.

9. *Platycaryapollenites miocaenicus* Nagy.

10. *Tricolporopollenites megaexactus* (Potonié) Thomson & Pflug.

11. *Castaneoideaepollis oviformis* (Potonié) Grabowska.

12. *Reevesiapollis triangulus* (Mamczar) Krutzsch.

13. *Ilexpollenites margaritatus* (Potonié) Raatz.

14. *Myricipites bituitus* (Potonié) Nagy.

15. *Tricolporopollenites falax* (Potonié) Krutzsch.

16. *Tricolporopollenites liblarensis* (Thomson) Grabowska

17. *Symplocoidites vestibulum* (Potonié) Potonié.

18. *Quercoidites henrici* (Potonié) Potonié, Thomson, Thiergart.

19. *Quercoidites microhenrici* (Potonié) Potonié, Thomson, Thiergart.

20. *Rutacearumpollenites* sp.

21. *Leiotriletes maxoides* Krutzsch.

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.
- 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.
- Golonka, J. & Picha, F. (eds) (2006): *The Carpathians and Their Foreland: geology and Hydrocarbon Resources.* – 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 Neostatotypen,* 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)