

HLUBOKOVODNÍ A MĚLKOVODNÍ VÝVOJ SPODNÍHO BADENU NA STŘEDNÍ MORAVĚ

Deep-water and shallow water development of Lower Badenian in Middle Moravia

Jitka Kopecká

Katedra biologie Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Purkrabská 2, 771 40 Olomouc;
e-mail: jitka.kopecka@upol.cz

(24–22 Olomouc, 24–42 Vyškov)

Key words: Carpathian Foredeep, Lower Badenian, foraminiferal fauna, paleoecology, paleogeography

Abstract

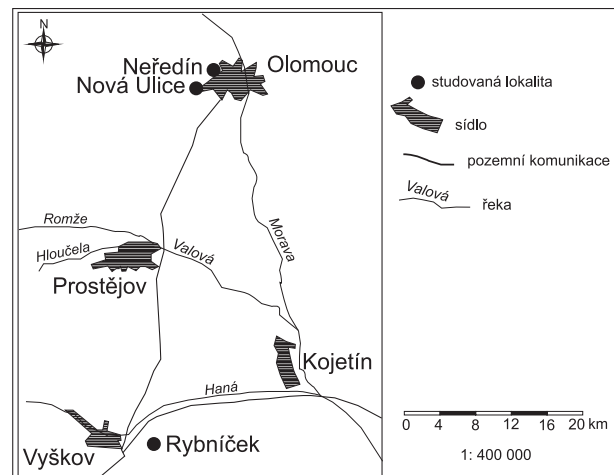
In Moravia, the Lower Badenian Carpathian Foredeep represents a final evolutionary stage of the peripheral foreland basin in the NW of the Central Paratethys. In this area, material from HV 5 Rybníček borehole (Vyškov area) and Olomouc outcrop localities were studied. For the analysed samples, planktonic/benthic ratio (p/b ratio), Jaccard index of equitability, Shannon – Wiewer index of diversity, benthic foraminiferal oxygen index (BFOI) and absolute paleobathymetry were calculated. Paleocological interpretations point out different bathymetric conditions but similar conditions of oxygen level and stress factor influence in studied localities. Different paleobathymetry could be evidence of tectonic predisposal height – different paleorelief during the Lower Badenian period which enabled shallow water along with deep water sedimentation in this area.

Úvod

Karpatská předhlubeň na Moravě představuje závěrečnou fázi vývoje pánve v předpolí v severozápadní části Centrální Paratethys. Pro její střední část, která zahrnuje oblasti Vyškovské brány a Hornomoravského úvalu, je v období spodního badenu zřetelná odlišnost v paleobatymetrii jednotlivých částí. Ta se projevuje tím, že v dnes níže položených částech Hornomoravského úvalu nacházíme mělkovodní prvky (řasové vápence, asociace ústřicové fauny, mělkovodní foraminifery) popsané např. Kupkou (1995), Zaplatalem et al. (2001), Zaplatalem (2004) a Dolákovou et al. (2008), zatímco v jeho okolí včetně elevací Nížkého Jeseníku a Dražanské vrchoviny jsou zdokumentovány sedimenty, které dokládají mnohem hlubší podmínky (např. Panoš 1962, Pospíšil 1975, Panoš et al. 1998). Předkládaná studie se zaměřuje na paleoekologické zhodnocení obou typů vývoje z pohledu foraminiferové fauny a jeho možné paleogeografické interpretace.

Materiál a metodika

Předmětem studia byl materiál získaný na lokalitách Rybníček (Vyškovská brána, 4 km v. od Vyškova) a Olomouc – místní části Nová Ulice a Neředín (Hornomoravský úval) – obr. 1. Pro lokalitu Rybníček byly použity výplavy z profilu vrtu HV-5 o celkové mocnosti 205 m, ze kterého bylo zpracováno 63 vzorků. Podle vrtné dokumentace Geofondu se jednalo o vápňité jíly až jílovce, místy přecházející do písčitých jílu, v nadloží se nacházely kvartérní sedimenty. Ve výplavech v metrů 119–120 m byla zjištěna přítomnost vulkanického skla. Na dalších lokalitách byl odebrán přímo horninový materiál, ze kterého byly následně zhotoveny výplavy. Na lokalitě Olomouc – Nová Ulice se jednalo o odkrytí spodnobadenských sedimentů v prostoru tamní cihelny, jejichž celkový profil činil 15 m. Tyto sedimenty představovaly zelenošedé vápňité jíly



Obr. 1: Poloha studovaných lokalit.
Fig. 1: Position of studied localities.

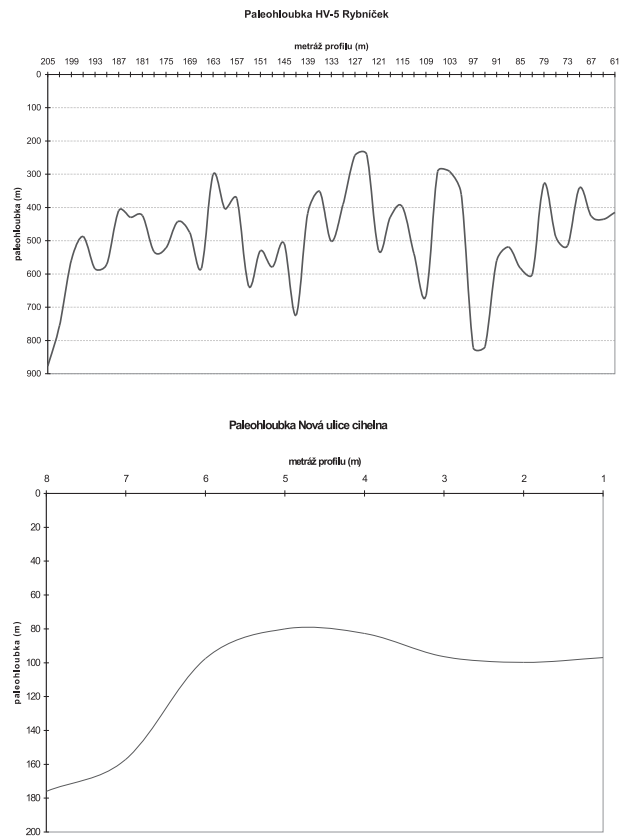
(„tégly“), ve kterých byly místy přítomny také úlomky a drť měkčí fauny. Ve svrchní části (9–15 m) přecházely do polohy písčitých jílu až jílovitých písků, které byly paleontologicky zcela sterilní. V nadloží byly zaznamenány bituminózní jíly pravděpodobně pliocenního stáří a kvartérní písky. V celém profilu byl materiál odebrán v intervalu 1 m. Celkem bylo paleontologicky zhodnoceno 8 vzorků. Na lokalitě Olomouc – Neředín byl horninový materiál odebrán během stavebních oprav tramvajové smyčky v podobě 1 vzorku pod vrstvou plioleptocenních sedimentů (pestré jíly a písky). Petrograficky se jednalo opět o zelenošedé vápňité jíly. Celková mocnost odkrytých vápňitých jílu činila 2 m. Ani v jedné ze studovaných lokalit nebylo zasaženo podloží spodnobadenských sedimentů. Z odebraných vzorků byly standardními metodami zhotoveny výplavy za účelem studia foraminiferové fauny.

V každém studovaném vzorku bylo určeno 300 foraminifer, které sloužily ke statistickému zpracování a následné paleoekologické a paleogeografické interpretaci. U jednotlivých vzorků byly počítány poměry planktonu a bentosu (plankton/benthos ratio), které byly paleobatymetricky interpretovány podle Murraye (1991), indexy diverzity (Shannon-Wiever index) a ekvitability (Jaccard index), index BFOI (benthic foraminiferal oxygen index) ve smyslu Kaiha (1994) a paleobatymetrie podle van der Zwaana et al. (1990). Indexy diverzity a ekvitability byly počítány pomocí statistického programu PAST (<http://folk.uio.no/ohammer/past>), výpočty BFOI a paleohloubky byly počítány v programu MS Excel podle příslušných vzorců:

1. BFOI (%) = $O/(O+D) \times 100$, kde O je počet oxických indikátorů ve společenstvu, D je počet disoxických indikátorů,
2. paleohloubka (m) = $e^{3,58718+(0,03534 \times Pc)}$, kde Pc je přepočtený poměr planktonních a bentických druhů foraminifer a je vyjádřen vzorcem $Pc = (P \times 100) / [P + (Bt - Bi)]$, kde P je počet planktonních druhů foraminifer, Bt je počet bentických druhů foraminifer a Bi je počet druhů hluboce se zavrtávající infauny („deep infauna“), jakožto stresových markerů ve smyslu van der Zwaana (1990), van Hinsbergena et al. (2005) a Báldi (2005).

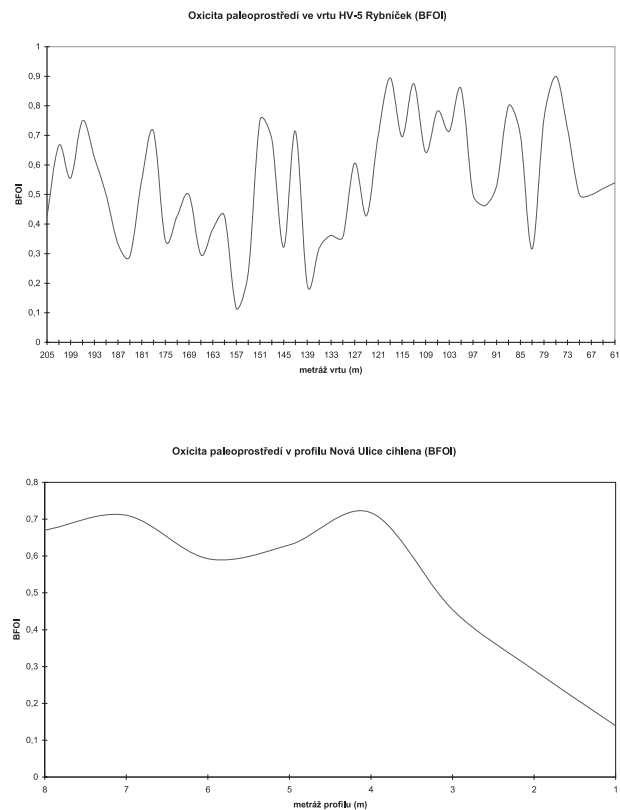
Výsledky

Na jednotlivých lokalitách byly zaznamenány výrazné rozdíly v zastoupení bentických a planktonních druhů foraminifer. Vysoký podíl i diverzita planktonních druhů byly zaznamenány ve výplavech z vrtu HV-5 Rybníček, kde představovaly 50–90% celého společenstva. Výrazně zde byly zastoupeny druhy *Globigerinoides trilobus* (Rss.), *G. bisphericus* Todd, *Globigerina praebuloides* Blow, *G. bulloides* d'Orb., *Globorotalia bykovae* (Ais.), *Gl. transsylvanica* Pop., *Paragloborotalia mayeri* (Cush. & Ell.) a stratigraficky významné *Praeorbulina glomerosa circularis* (Blow) a *Orbulina suturalis* Brönn., jejichž společný výskyt ve studovaných vzorcích umožňuje velmi úzké stratigrafické vymezení na foraminiferovou zónu M6 (15,1–14,8 Ma) v rámci alpsko-karpatské předhlubně (Coric et al. 2004). Na lokalitách v katastru města Olomouce byl podíl planktonních foraminifer 25–35% ve vzorcích z Nové Ulice a pouze 2% ve výplavu z Neředína. Zastoupeny zde byly převážně druhy rodu *Globigerinoides*. Byl taktéž zaznamenán společný výskyt druhů *Praeorbulina glomerosa circularis* (Blow) a *Orbulina suturalis* Brönn. Podíl planktonní foraminiferové fauny ve složení společenstva poukazuje podle Murraye (1991) na výrazné batymetrické rozdíly mezi jednotlivými lokalitami. Oblast vrtu HV-5 Rybníček spadá do zóny cirkalitorálu až spodního bathyálu, Olomouc – Nová Ulice do zóny infralitorálu a Olomouc-Neředín do zóny mediolitorálu. V porovnání s počítanou paleohloubkou ve smyslu van der Zwaana et al. (1990) jsou výsledky srovnatelné. U vrtu HV-5 Rybníček se hloubka paleoprostředí pohybuje nejčastěji v rozmezí 300 až 700 m (obr. 2), což odpovídá prostředí batyálu resp. mezopelagiálu, u profilu Olomouc – Nová ulice se vypočítané hodnoty paleohloubky pohybují v rozmezí 80 až 150 m (obr. 2), což odpovídá infralitorálu až cirkalitorálu resp. epipelagiálu. Na lokalitě



Obr. 2: Paleohloubka počítaná podle Van der Zwaana et al. (1990) pro lokality Rybníček a Olomouc – Nová Ulice.

Fig. 2: Paleodepth (after Van der Zwaan et al. 1990) calculated for Rybníček and Olomouc – Nová Ulice localities.



Obr. 3: Indexy BFOI počítané podle Kaiha (1991) pro lokality Rybníček a Olomouc – Nová Ulice.

Fig. 3: BFOI indexes (after Kaiho 1991) calculated for Rybníček and Olomouc – Nová Ulice localities.

Olomouc-Neředín činila paleohlubka 55 m. To odpovídá mediolitorálu resp. nejsvrchnější části epipelagiálu.

Dalším paleoekologickým ukazatelem na studovaných lokalitách byla oxycita prostředí počítaná na základě bentických foraminifer jako tzv. „benthic foraminiferal oxygen index“ (BFOI). Ve všech studovaných vzorcích jsou BFOI vyšší než 0, což odpovídá prostředí s obsahem kyslíku nad 1,5 ml/l (Kaiho 1994). Hodnota BFOI 50 % představuje hranici mezi nízkým (1,5–3 ml/l) a vysokým (3–6+ ml/l) obsahem rozpuštěného kyslíku ve vodním prostředí. Hodnoty BFOI na lokalitách Rybníček a Olomouc – Nová Ulice jsou zaznamenány v grafech na obr. 3, pro lokalitu Olomouc – Neředín byla spočítána hodnota 44 %. Z grafů je patrné, že u profilu HV-5 Rybníček dochází k výraznému kolísání mezi nízkým a vysokým obsahem kyslíku, podobně i v profilu Olomouc – Nová Ulice je zaznamenán propad obsahu kyslíku až k cca 15 %. Vzhledem k tomu, že tyto změny vždy souvisely s vyšším podílem stresových markerů v podobě foraminiferových druhů infauny bez výrazných změn v podílu planktonních foraminifer, byly pravděpodobně způsobeny sezónní zvýšenou akumulací biomasy na mořském dně v období její zvýšené produkce ve fotické zóně. Její rozklad na mořském dně má pak za následek snížení obsahu kyslíku a s tím související i růst podílu infauny ve společenstvu.

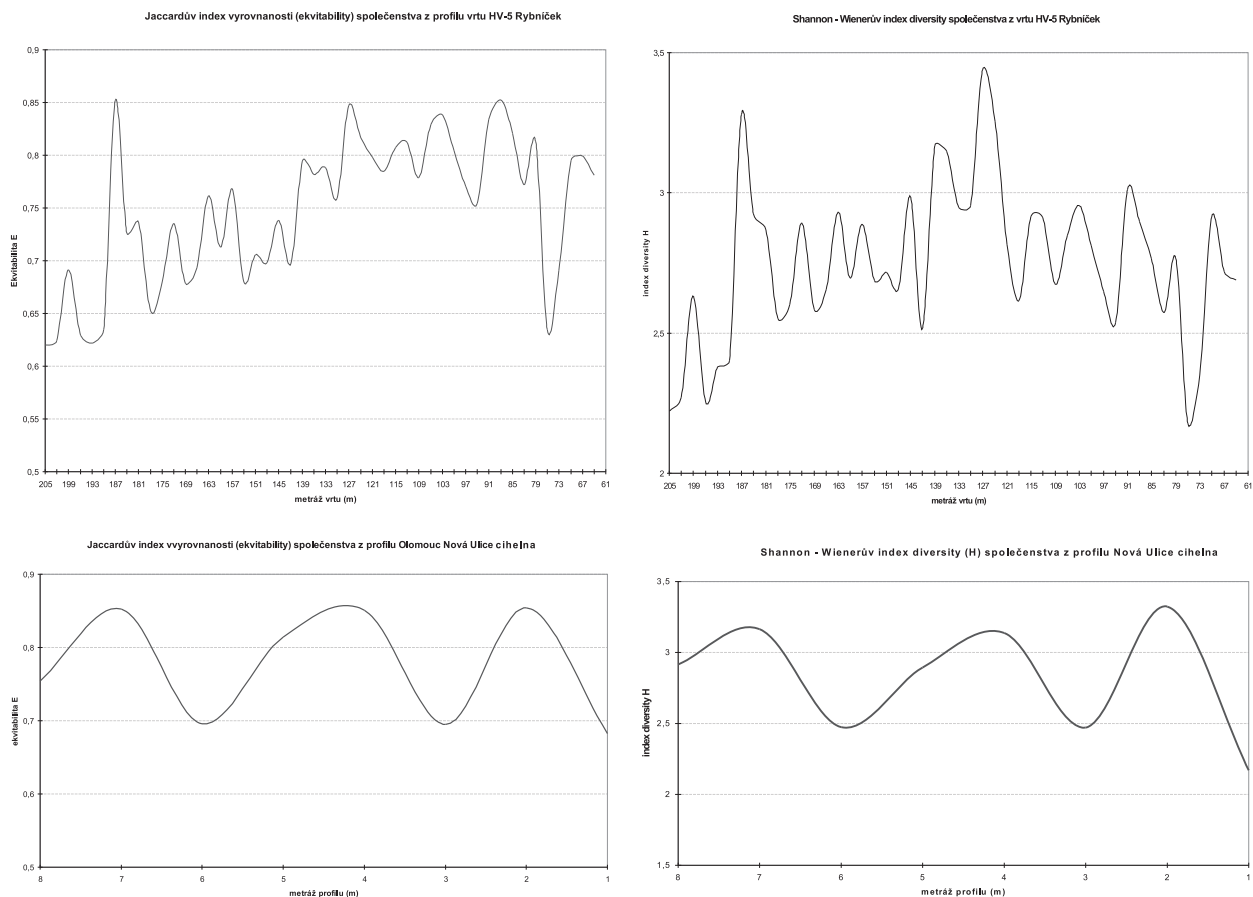
Významným ekologickým ukazatelem jsou také počítané hodnoty indexů diverzity a ekvitability pro profily HV-5 Rybníček a Olomouc Nová Ulice cihelna. Vzhledem

k absenci rozsáhlejšího vzorkování na lokalitě Olomouc Neředín zde tyto hodnoty počítány nebyly. Indexy ekvitability a diverzity jsou vyneseny do grafů na obr. 4. Poměrně nízký rozptyl mezi hodnotami u obou studovaných lokalit poukazuje na relativně stabilní vyžrálá společenstva. Hodnoty diverzity se u obou lokalit pohybují v rozmezí přibližně 2,5–3,5, což odpovídá společenstvu s průměrnou rozmanitostí druhů. Hodnoty ekvitability u obou lokalit kolísají v rozmezí 0,6–0,9, což značí výkyvy v počtu dominantních druhů ve společenstvu, které bývají odrazem působení stresových faktorů (v tomto případě výkyvy v obsahu rozpuštěného kyslíku u mořského dna).

Závěr

Na základě výše uvedených charakteristik lze usuzovat, že prostředí sedimentace na jednotlivých studovaných lokalitách vykazovala poměrně příznivé ekologické podmínky s dostatečným množstvím kyslíku. Tato interpretace je v souladu se současným pojetím paleogeografické situace ve spodním badenu v oblasti Centrální Paratethys, která předpokládá dobrou komunikaci mezi Centrální Paratethys a Mediteránem (Brzobohatý 1987, Báldi 2006).

Problematickou zůstává otázka odlišné paleobatymetrie studovaných lokalit za současného zachování stejné litologie. Vápenné jíly („tégly“) mohou podle Vašíčka (1953) sedimentovat jak v mělkovodním, tak i v hlubokovodním prostředí za předpokladu relativně klidného sedimentačního prostředí. Tato situace odpovídá paleogeografii Centrální



Obr. 4: Indexy diverzity a ekvitability počítané pro lokality Rybníček a Olomouc – Nová Ulice.

Fig. 4: Indexes of diversity and equitability calculated for Rybníček and Olomouc – Nová Ulice localities.

Paratethydy, která nebyla vysloveně otevřeným mořem a u níž lze takovéto podmínky z hlediska dynamiky vod akceptovat. Situaci v této oblasti podporují i dosažené výsledky, ze kterých je zřejmé, že paleoekologické podmínky v hlubokovodním i mělkovodním prostředí byly velmi podobné. V obou případech byly příznivé podmínky z hlediska obsahu kyslíku rozpuštěného ve vodě, vyrovnaná společenstva poukazují na stabilní prostředí bez výrazných změn a vlivu stresových faktorů. Na základě společného výskytu stratigraficky signifikantních druhů *Praeorbulina glomerata circularis* a *Orbulina suturalis*, který umožňuje velmi úzké stratigrafické vymezení studovaných sedimentů na biostratigrafickou zónu M6 (15,1–14,8 Ma) spodního badenu Centrální Paratethydy, můžeme předpokládat téměř izochronní sedimentaci v obou v hloubkově rozdílných prostředích. Z paleogeografického hlediska tak studovaná oblast představovala tektonicky predisponovaný reliéf umožňující sedimentaci jak v hlubokovodním, tak i mělkovodním prostředí. Ráz reliéfu se nejspíše ještě během badenu a později v pliocénu a pleistocénu měnil v souvislosti s tektonickou aktivitou v prostoru alpsko-karpatské mobilní zóny. Pokles tektonicky predisponovaného Hornomoravského úvalu pokračoval v období pliocénu a pleistocénu a na některých místech dosahoval hodnot až 300 m (Růžička 1989).

Tomuto modelu nasvědčuje také přítomnost badenských hlubokovodních sedimentů dále k SZ v okolí Mírovské a Bouzovské vrchoviny (Panoš 1962, Panoš et al. 1998). Lze předpokládat, že při postupu transgrese se nejprve uložily mělkovodní a poté hlubší facie. Posledně jmenované a místy i prvně jmenované však byly po regresi selektivně erodovány, což velmi ztěžuje interpretaci původně souvislého sedimentačního prostoru. Absence spodnobadenských sedimentů v prostoru uničovsko-litovelské deprese (Zapletal 2004) je v tomto modelu spojována s jejich úplnou erozí a depresí považována za kanál mezi oblastmi dnešního Hornomoravského úvalu a Mohelnické brázdy. O tom, že záplava v prostoru střední části moravské karpatské předhlubně byla rozsáhlá, svědčí také studia otolitové fauny, která v moravské části karpatské předhlubně prokázala hloubky přesahující až 400 m, zatímco hloubky do 100 m jsou omezeny pouze na reliktů spodního badenu na Českomoravské vrchovině u Kralic nad Oslavou a nejsevernější části boskovické brázdy v okolí Lanškrouna (Brzobohatý 1997).

Literatura

- Báldi, K. (2006): Paleocyanography and climate of the Badenian (Middle Miocene, 16.4–13.0 Ma) in the Central Paratethys based on foraminifera and stable isotope ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$) evidence. – *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch)*, 95, 119–142.
- Brzobohatý, R. (1987): Poznámky k paleogeografii miocenních pánví Centrální Paratethydy z pohledu otolitových faun. – *Miscellanea Micropalaeontologica II/2*, Knihovnička zemního plynu a nafty, 6b, 101–111.
- Brzobohatý, R.: (1997): Paleobatymetrie spodního badenu karpatské předhlubně na Moravě z pohledu otolitových faun. – In: Hladilová, Š. (ed.): *Dynamika vztahů marinního a kontinentálního prostředí*, sborník příspěvků, 37–45, Masarykova univerzita v Brně, Brno.
- Coric, S. – Harzhauser, M. – Hohenegger, J. – Mandic, O. – Pervesler, P. – Roetzel, R. – Rögl, F. – Scholger, R. – Spezzaferri, S. – Stingl, K. – Švábenická, L. – Zorn, I. – Zuschin, M. (2004): Stratigraphy and correlation of the Grund formation in the Molasse basin, Northern Austria (Middle Miocene, Lower Badenian). – *Geologica Carpathica*, 55, 2, 207–215.
- 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.
- Murray, J. W. (1991): *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. 1–397, Longman Scientific & Technical.
- Kaiho, K. (1994): Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. – *Geology*, 22, 719–722.
- Kupková, A. (1995): Biostratigrafické hodnocení badenských uloženin u Slatinek. – *Čas. Slez. Muz. (Opava)*, 44, 1, 1–12.
- Panoš, V. (1962): Nové nálezy neogenních sedimentů na Dražanské a Zábřežské vrchovině. – *Čas. Mineral. Geol.*, VII, 3, 288–295.
- Panoš, V. – Novák, Z. – Pek, I. – Zapletal, J. (1998): Výskyt mořského spodního badenu jižně od Bouzova. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1997*, 69–70.
- Pospíšil, Z. (1975): Geologické poměry vývěřů sirovočkových vod ve Slatinicích u Olomouce. – MS, Rigoros. Práce, PřF UJEP Brno.
- Růžička, M. (1989): Pliocén Hornomoravského úvalu a Mohelnické brázdy. – *Sbor. Geol. Věd, Anthropozoikum*, 19, 129–151.
- Vašíček, M. (1953): Podmínky vzniku teglu, šlíru a flyše a problém jejich stratigrafie. – *Sbor. Ústř. Úst. Geol.*, XX, odd. geol., 69–85.
- Van der Zwaan, G. J. – Jorissen, F. J. – De Stiger, H. C. (1990): The depth dependency of planktonic/benthonic foraminiferal ratios: constraints and applications. – *Marine Geology*, 95, 1–16.
- Van Hinsbergen, D. J. J. – Kouwenhoven, T. J. – Van der Zwaan, G. J. (2005): Paleobathymetry in the backstripping procedure: Correction for oxyxygenation effects on depth estimates. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 221, 245–265.
- Zapletal, J. – Hladilová, Š. – Doláková, N. (2001): Mořské sedimenty okrajové facie spodního badenu v Olomouci. – *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brno. Vol. 30. Geology*, 75–82.
- Zapletal, J. (2004): Příspěvek k paleogeografii vývoje sedimentace spodního badenu na střední Moravě. – *Scr. Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk.*, *Geology*, vol.31–32, 87–98.