

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOLOGIE



**Březůvky – významná paleontologická lokalita v
luhačovických vrstvách zlínského souvrství (paleogén,
flyšové pásmo Vnějších Západních Karpat)**

Bakalářská práce

Aneta Machů

Environmentální geologie

prezenční studium

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Lehotský, Ph.D.

Olomouc

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářkou práci vypracovala samostatně, pod odborným dohledem vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci dne:

.....

Aneta Machů

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Tomáši Lehotskému, Ph.D. za odborné vedení mé práce, cenné rady a připomínky nejen formou zahlcení červeným inkoustem při opravách textu. Dále bych ráda poděkovala RNDr. Miroslavu Bubíkovi, CSc. za poskytnutí cenných informací a horninového materiálu. Mgr. Jaroslavu Kapustovi, Ph.D. a Bc. Davidu Hudcovi za pomoc a ochotu při přípravě vzorků. A v neposlední řadě katedře Experimentální fyziky Univerzity Palackého za možnost pořízení fotodokumentace.

Bibliografická identifikace

Jméno: Aneta Machů

Název práce: Březůvky – významná paleontologická lokalita v luhačovických vrstvách zlínského souvrství (paleogén, flyšové pásmo Vnějších Západních Karpat)

Typ práce: bakalářská

Studijní obor: environmentální geologie

Pracoviště: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geologie

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Lehotský, Ph.D.

Rok obhajoby: 2023

Abstrakt: Bakalářská práce je zaměřena na faunu velkých foraminifer z třetihorních sedimentů z lokality Březůvky, jež se nachází ve zlínském kraji. Cílem práce je revize lokality a vyhodnocení sběru fauny velkých foraminifer s interpretací paleoekologie. Na lokalitě byly nově objeveny rody *Asterocyclina* a *Discocyclina* a rod *Nummulites*, který je z lokality již popsán. Nalezený materiál byl značně opracovaný tudíž mohl být resedimentován. Z ekologických nároků zmíněných rodů lze usuzovat, že se jednalo o otevřenější mořské prostředí se subtropickými až tropickými podmínkami s dobrou fotickou zónou. Salinita odpovídala hodnotám 32–38 psu.

Klíčová slova: velké foraminifery, *Nummulites*, *Discocyclina*, *Asterocyclina*, zlínské souvrství, luhačovické vrstvy, eocén, paleoekologie

Počet stran: 56

Jazyk: český

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Aneta Machů

Title: Březůvky – an important paleontological locality in the Luhačovice strata of the Zlín Formation (Paleogene, flysch zone of the Outer Western Carpathians)

Type of thesis: bachelor

Field of study: environmental geology

Institution: Palacký University Olomouc, Faculty of Science, Department of Geology

Supervisor: RNDr. Tomáš Lehotský, Ph.D.

The year of presentation: 2023

Abstract: The bachelor thesis focuses on the fauna of larger foraminifera from the Tertiary sediments from the locality of Březůvky, which is located in the Zlín Region. The aim of the thesis is to revise the site and evaluate the collection of fauna of larger foraminifera with the interpretation of paleoecology. Whilst the genus *Nummulites* has previously been described in the locality, the genera *Asterocyclina* and *Discocyclina* were newly discovered at the site. The material found was extensively processed, so it could have been resedimented. From the ecological demands of the mentioned genera, it can be concluded that it was a more open marine environment with subtropical to tropical conditions with a good photic zone. Salinity corresponded to 32–38 psu.

Keywords: Larger Foraminifera, *Nummulites*, *Discocyclina*, *Asterocyclina*, Zlín Formation, Luhačovice beds, Eocene, Paleoecology

Number of pages: 56

Language: Czech

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8
3	Metodika	9
4	Geomorfologická charakteristika	10
5	Regionálně-geologické zařazení studované oblasti.....	11
5.1	Magurská skupina příkrovů	11
5.1.1	Račanská jednotka.....	12
6	Přehled výzkumů velké foraminiferové fauny na jv. Moravě.....	21
6.1	Březůvky	22
6.2	Ludkovice-Pradlisko.....	22
6.3	Těšov.....	23
6.4	Bohuslavice nad Vlárí	23
6.5	Lidečko.....	24
6.6	Další lokality.....	25
7	Velké foraminifery	26
7.1	Morfologie schránek rodu <i>Nummulites</i>	26
8	Lokalita Březůvky	30
8.1	Geologický profil.....	31
8.2	Mikroskopický popis jemnozrného slepence z lokality Březůvky.....	35
9	Systematická část	36
10	Ekologie velkých foraminifer	43
11	Diskuze.....	46
12	Závěr	52
13	Použitá literatura	53

1 Úvod

Bakalářská práce se zaměřuje na výskyt fauny velkých foraminifer na jv. Moravě. Opírá se o výzkumy Richarda Johanna Schuberta ze začátku 20. století, který zde prováděl geologické mapování v měřítku 1 : 75 000. Od té doby nebyla většina jím popsaných lokalit podrobněji geologicky zkoumány a relevantní literatura tak chybí. V práci se blíže věnuji významné Schubertově lokalitě, nacházející se mezi obcemi Březůvky a Ludkovice. Lokalitu zdokumentovali Schubert (1913) a posléze Vaňová (1964). Jedná se o bývalý pískovcový lom, ve kterém byl potvrzen výskyt fauny velkých foraminifer.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je rešeršní zpracování doposud známých lokalit s výskytem fauny velkých foraminifer na jv. Moravě s detailním zaměřením na lokalitu Březůvky. Jednotlivými nalezišti se zabýval převážně R. J. Schubert začátkem 20. století. Dalším dílčím cílem je provedení terénního výzkumu a zdokumentování současného stavu odkryvu u Březůvek a potvrzení nebo vyvrácení přítomnosti fauny velkých foraminifer v pískovcích či slepencích luhačovických vrstev, jež tvoří zmiňovanou lokalitu. Součástí terénního výzkumu je i rekognoskace dalších Schubertem popisovaných lokalit (Těšov, Ludkovice-Pradlisko), odebrání horninového materiálu. Následné stratigrafické a paleoekologické zhodnocení lokality.

3 Metodika

Práce na bakalářském úkolu byla rozdělena do několika etap. V první etapě proběhla rešerše zahrnující geologickou a geomorfologickou charakteristiku studované oblasti a přehled výzkumů fauny velkých foraminifer na jv. Moravě za pomoci relevantní literatury.

Ve druhé etapě byl proveden terénní výzkum, který spočíval v geologické rekognoskaci lokalit zmiňovaných v pracích Schuberta s cílem zjištění jejich existence, současného stavu a potenciálu pro sběr fosilií. Další terénní výzkum se poté soustředil do prostoru mezi obcemi Březůvky a Ludkovice. Podrobně byl zdokumentován skalní odkryv pískovců až jemnozrnných slepenců luhačovických vrstev, který se nachází poblíž pramene Lukáščena. Dokumentace odkryvu zahrnovala měření jeho délky a výšky. Na lokalitě bylo také provedeno měření geologickým kompasem. Dále byly odebrány vzorky z různých poloh profilu a byl proveden odběr zkamenělin. Následně byly vzorky makropetrograficky popsány. Dále byl zhotoven litologický profil lokality. Informace získané měřením geologickým kompasem byly použity ke konstrukci obloukového diagramu, který zobrazuje naměřené hodnoty puklin a vrstev. Obloukový diagram byl vytvořen v programu Visible Geology.

V laboratorní etapě byly zhotoveny zakryté výbrusy z horniny odebrané na lokalitě. Vzhledem k nesoudržnosti musela být hornina zpevněna epoxidovou pryskyřicí. Vybraný vzorek byl rozříznut v místě s viditelnými velkými foraminiferami. Z papíru se vytvořila krabička o rozměrech dostačujících na vložení vzorku, který byl následně zalit pryskyřicí. Dále se zhotovil druhý výbrus ze soudržnější horniny odebrané na lokalitě Březůvky. Vzorek mi byl věnován RNDr. Miroslavem Bubíkem, CSc. z ČGS Brno.

Sypký materiál odebraný v terénu byl rozříděn vibrační prosévačkou FRITSCH analysette SPARTAN 3. Následně se z násypu o velikosti zrn 1 mm pomocí stereomikroskopu Olympus sz a preparační jehly separovala fauna velkých foraminifer. Jedinci byli vyfotografováni a zaliti pryskyřicí do forem na tablety, ze kterých byl následně vytvořen výbrus a jedinci byli určeni.

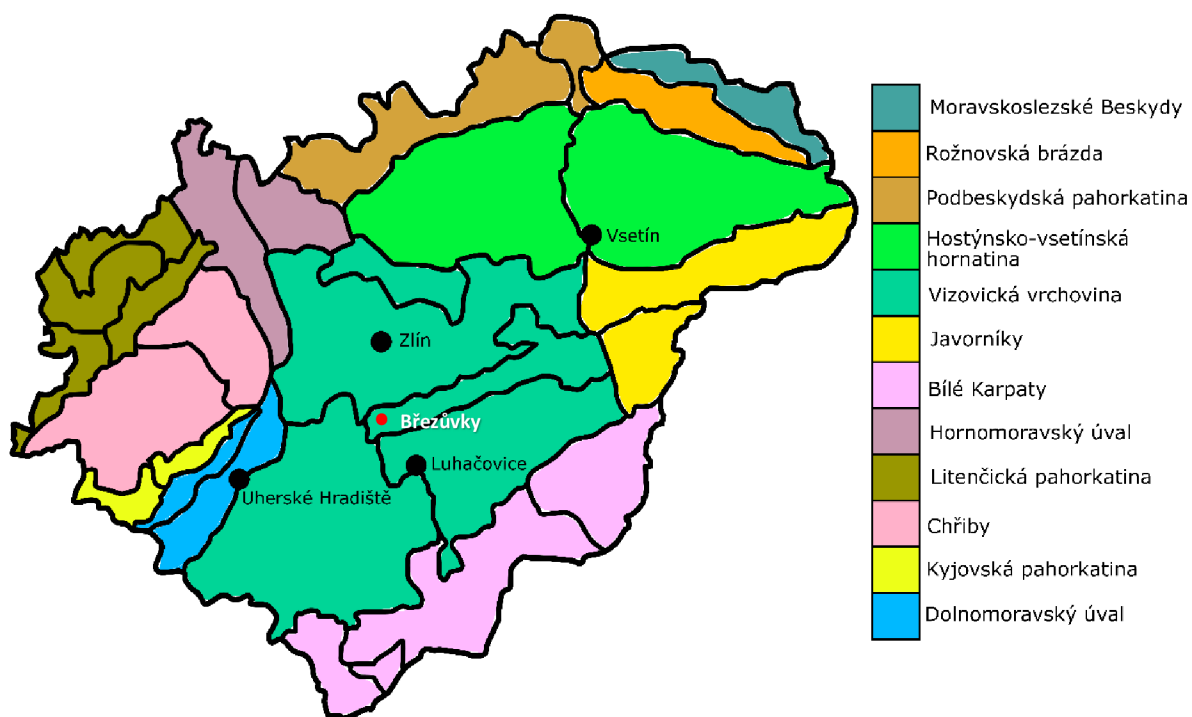
Fotografie lokality byly pořízeny mobilním telefonem Samsung Galaxy S10e, fotografie separovaných jedinců velkých foraminifer byly pořízeny pomocí Keyence VHX 5000 na katedře experimentální fyziky. Fotografie výbrusů byly pořízeny pomocí Olympus BX 51. Fotografie byly upraveny v programech CorelDRAW a Inkscape.

V závěrečných kapitolách jsou získaná data interpretována.

4 Geomorfologická charakteristika

Studovaná oblast se nachází ve Zlínském kraji v okrese Zlín na hranici katastrálního území obcí Březůvky a Ludkovice. Zájmová oblast náleží do provincie Západních Karpat, konkrétně do subprovincie Vnější Západní Karpaty. V oblasti Moravsko-slovenských Karpat se řadí do geomorfologického celku Vizovická vrchovina, který sousedí s celky Bílé Karpaty na jihovýchodě, Dolnomoravským a Hornomoravským úvalem na západě (obr. 1). Katastr obce Březůvky se nachází v podcelku Komonecká hornatina a okrsku Rýsovský hřbet. Ten leží v jz. části Komonecké hornatiny, jedná se o plochou hornatinu o rozloze 54,04 m². Povrch Komonecké hornatiny je členitý. Nejvyšším bodem je Komonec s 672,3 m n. m. a nejnižším bodem je Březůvecký potok, který postupným zařezáváním do podloží Rýsovský hřbet zcela protnul. Nacházejí se zde pozůstatky zarovnaných povrchů, sesuvů, periglaciálních jevů, izolovaných skal a průlomových údolí (Demek 2006).

Vlastní lokalita se nachází údolí protékaném Březůveckým potokem. Nejvyšším bodem na západní straně údolí je Kamenná (482 m n. m.) a na východní straně se jedná o vrch Oberský (483 m n. m.). V okolí studované lokality se nachází několik pramenů např.: Čekanka, Studánka, Lukáščena, přičemž poslední jmenovaný vyvěrá přímo u lokality.



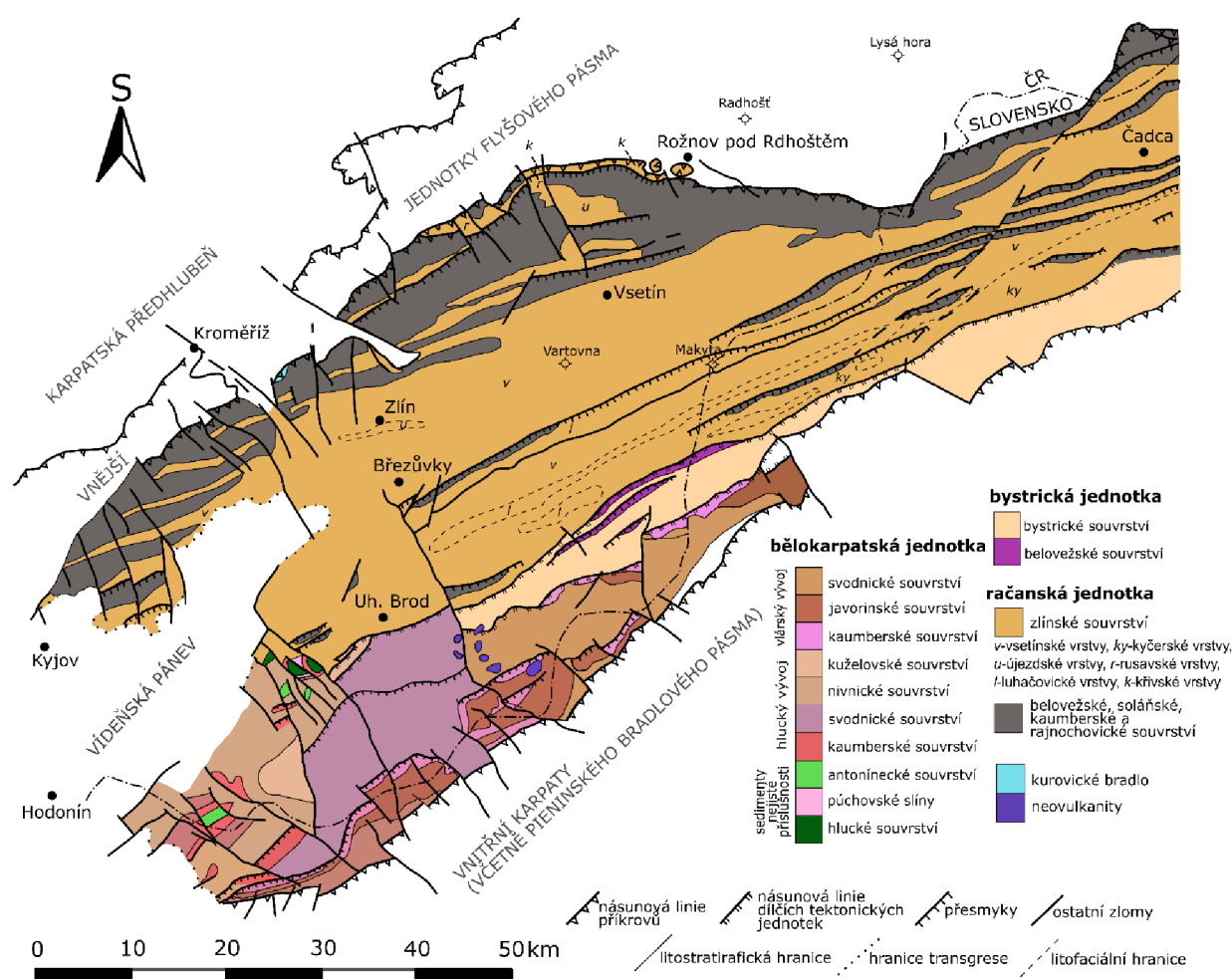
Obr. 1: Geomorfologická mapa Zlínského kraje s vyznačenou lokalitou Březůvky (www1 - upraveno).

5 Regionálně-geologické zařazení studované oblasti

Studovaná lokalita se nachází v luhačovických vrstvách zlínského souvrství (obr. 2), které jsou součástí magurské skupiny příkrovů flyšového pásma Vnějších Západních Karpat (Stráník a kol. 2021).

5.1 Magurská skupina příkrovů

Podle Stráníka a kol. (2021) má magurská skupina příkrovů na Moravě souvislý průběh zahrnující horniny datované v intervalu hauteriv–barrem až spodní oligocén. Vznikala flyšovou sedimentací s rytmickým střídáním pelitů a psamitů (Čtyrský, Stráník 1995). V podobě bradel pak vystupují starší vrstvy jurského a spodnokřídového stáří. Plynulá sedimentace magurské skupiny příkrovů pokračuje od svrchní křídy (Stráník a kol. 1993).



Obr. 2: Geologická mapa magurské skupiny příkrovů na území České republiky a Slovenska (Stráník a kol. 2021 - upraveno).

Sedimenty magurské skupiny příkrovů vznikly v hlubokomořském prostředí. Jedná se převážně o produkty turbiditních procesů, méně podmořských sesuvů. Ve více litostratigrafických jednotkách magurského příkrovu vystupují glaukonitické pískovce s organickým detritem. Glaukonitický pískovec pochází z předmagurské kordiléry (Buček, Teťák 2020).

Magurská skupina příkrovů se dělí na 3 faciálně tektonické jednotky, a to na račanskou, bystrickou a bělokarpackou jednotku (Stráník a kol. 1993).

5.1.1 Račanská jednotka

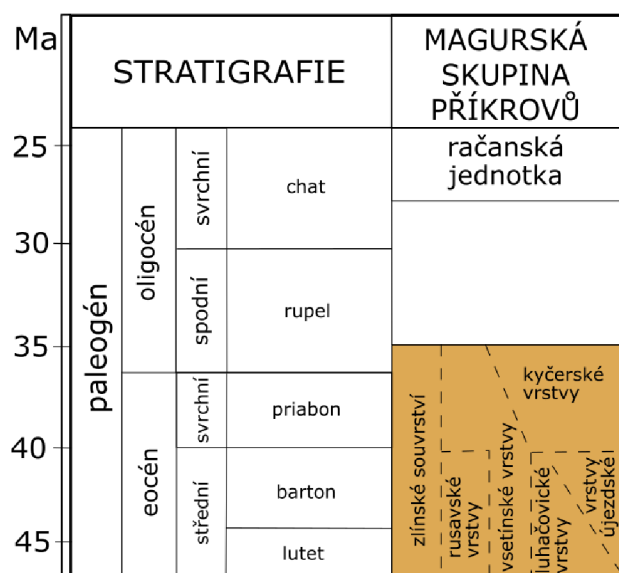
Jedná se o nejexternější a nejrozšířenější jednotku v magurské skupině příkrovů. Tvoří souvislý pruh po celé délce pásma Vnějších Západních Karpat (obr. 2). Jsou zde zastoupeny vrstvy se stratigrafickým rozpětím od pozdní jury do oligocénu. Na základě litologických rozdílů se v račanské jednotce vyčleňuje 6 litofaciálních zón: Hostýnská, Tři Kameny, Trnava-Staškov, Vsetínská, Luhačovická a Kyčerská. Nejstaršími horninami jsou kurovické vápence (jura) v podobě tektonických útržků. Dále jsou zde zastoupeny horniny křídového stáří, a to tlumačovské slínovce. Rajnochovické souvrství tvoří nejstarší známé flyšové sedimenty v račanské jednotce. Je tvořeno asi 500 m mocným sledem černošedých jílovců, které se střídají s křemitými pískovci. Výše pokračuje pásmo prokřemenělých jílovců, a sled uzavírají šedé a zelenošedé skvrnitě jílovce. Nepřetržitá flyšová sedimentace začíná kauberským souvrstvím tvořeným převážně červenými a zelenými hemipelagickými až pelagickými jílovci, které obsahují vločky prachovců a jemnozrnných pískovců. Souvrství dosahuje mocnosti až 300 m. V nadloží kauberského souvrství vystupuje soláňské souvrství. V horninovém složení dominují pískovce a slepence. Litostratigraficky se dělí na psamiticko–pelitickou facii s převahou středně rytmického flyše zastoupenou vrstvami ráztockými a hostýnskými a na psamitickou facii s převahou hrubě lavicovitých drobovitých a arkózovitých pískovců a slepenců s exotickými olistolity zastoupenou lukovskými vrstvami. Dále v nadloží vystupuje belovežské souvrství s mocností asi 300 m. Je tvořeno střídáním několika centimetrů mocných drobně rytmických vrstev jemnozrnných pískovců s převažujícími zelenošedými a rudohnědými jílovci. Belovežské souvrství se vyskytuje v račanské i bystrické jednotce. Nejmladším členem račanské jednotky je zlínské souvrství (Picha a kol. 2006).

5.1.1.1 Zlínské souvrství

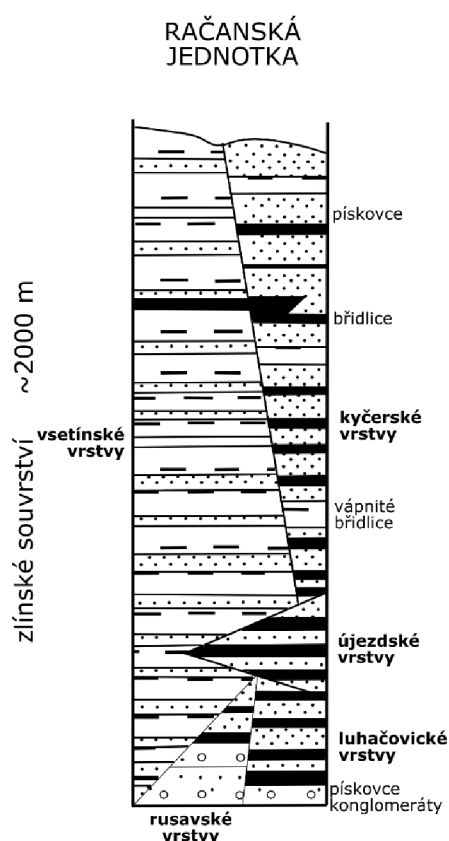
Jak uvádějí Stráník a kol. (1993) jedná se o faciálně rozrůzněný komplex vrstev o celkové mocnosti 1 700–2 300 m převážně středně až hrubě rytmického flyše glaukonitických pískovců a šedých vápnitých jílovců. Spodní část zlínského souvrství, ve které se vyskytují převážně pískovce, je faciálně proměnlivá a rozlišují se zde vrstvy rusavské, luhačovické a újezdské (obr. 3 a 4). Menčík a Pesl (1966) řadí stáří spodních zlínských vrstev do spodní části svrchního eocénu. Tvoří tak přímé

nadloží spodních luhačovických vrstev nebo stabilní polohu mezi svrchními luhačovickými a svrchními zlínskými vrstvami. Spodní zlínské vrstvy se od svrchních zlínských vrstev odlišují polohami arkózových a křemenných pískovců, vývojem středně až hrubě rytmického flyše s velkým množstvím nevápnitých jílovců a úplnou absencí glaukonitických pískovců. Maximální mocnost těchto vrstev je 400 m.

Svrchní část zlínského souvrství je tvořena vsetínskými vrstvami. V širším okolí Luhačovic nepřesahuje mocnost svrchní části zlínského souvrství 1000 m (Menčík, Pešl 1966). Stratigrafické rozpětí zlínského souvrství je střední eocén až spodní oligocén a je tudíž nejmladším souvrstvím račanské jednotky (Stráník a kol. 2021).



Obr. 3: Stratigraficko-litologické schéma zlínského souvrství (Chlupáč a kol. 2002 - upraveno).



Obr. 4: Litologické schéma zlínského souvrství (Picha a kol. 2006 - upraveno).

Luhačovické vrstvy

Na zkoumané lokalitě vystupují pískovce luhačovického typu (obr. 5), jak je nazvali Menčík a Pešl (1957), jež jsou faciálním ekvivalentem spodních zlínských vrstev na území severozápadně od Luhačovic. Mezi Březůvkami a Ludkovicemi vytvářejí morfologicky výrazný hřeben Kamenné (482,5 a 463 m). Podle Eliáše a Stráníka (1994) reprezentují místní horniny zejména křemité a drobovité

pískovce s poměrně vysokým obsahem křemene (70–90 % hm.). Vyznačují se nízkými obsahy živců, hlavně ortoklasu a mikroklinu (1–5 %), středním až nízkým obsahem jílové substance (10–30 %). Z akcesorií se vyskytují například muskovit, biotit, glaukonit, rudní a další minerály. V asociaci těžkých minerálů převažuje zirkon nad granátem, turmalínem a dalšími složkami. Luhačovické vrstvy jsou typické nízkou vápnitostí. Podle Menčíka a Pesla (1966) se mocnost luhačovických vrstev pohybuje od 200 m v pásmu Čertových kamenů až do 350 m v pásmu luhačovickém.

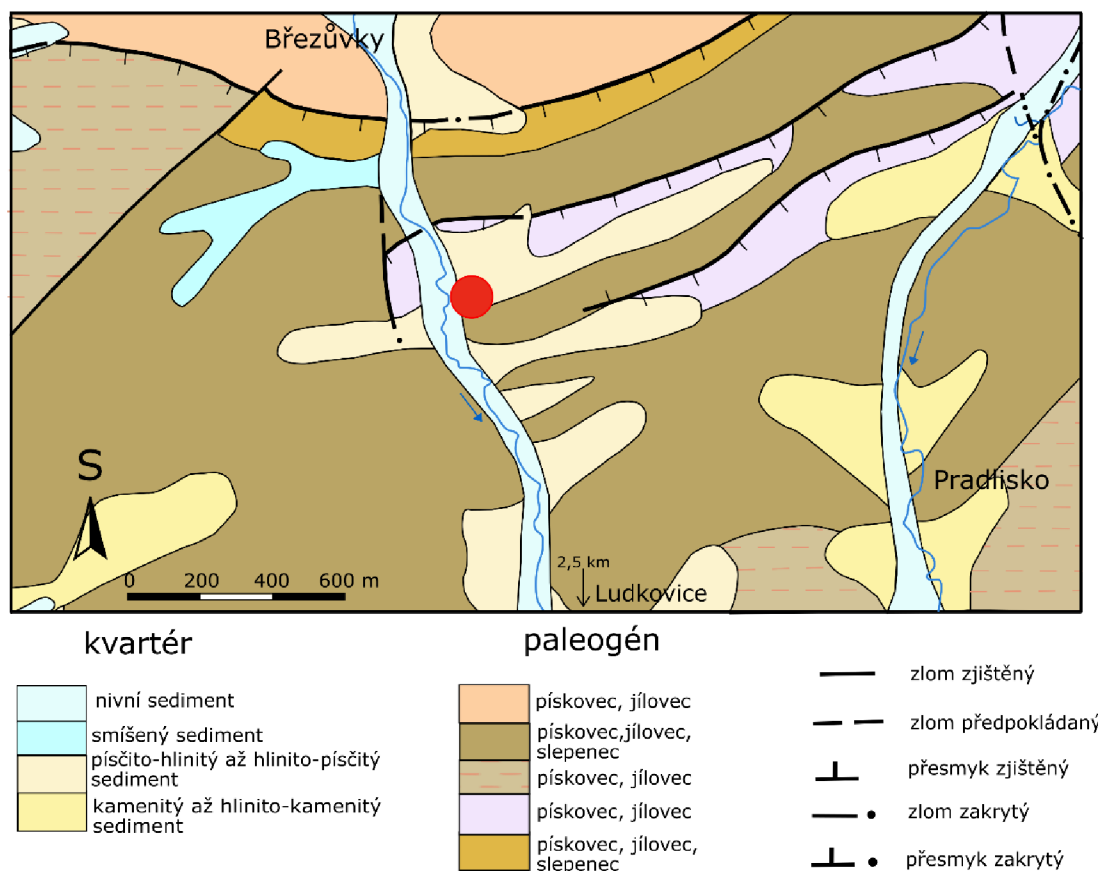
Eliáš a Stráník (1994) popisují luhačovické vrstvy jako jazyk turbiditů eventuálně fluxoturbiditů, rozšířených ve střední části račanské jednotky. Dokládají to na základě směrů přínosu klastického materiálu (převážně od Z–JZ) a podle tvaru horninového tělesa. Oblast byla v době sedimentace přehloubená a klesala intenzivněji než okolní části magurské pánve. Zdrojem materiálu, který byl do této oblasti transportován od JV byla nejspíše slezská kordiléra.

Jílovcová poloha přítomná v antiklinálním pásmu Čertových kamenů a rozdělující luhačovické vrstvy na spodní a svrchní je tvořena šedými, zčásti vápnitými jílovci ojediněle pak tenkými polohami šedých jemnozrnných pískovců (Stráník a kol. 2021). Rozdíl mezi svrchními a spodními luhačovickými vrstvami spočívá především v přítomnosti glaukonitu.

Ve **spodních luhačovických vrstvách** se glaukonit vyskytuje v pískovcích v hojném množství. Pískovce jsou světle šedé, hrubě lavicovité. Podle Stráníka a kol. (2021) mohou dosahovat až 9 m. Dále jsou křemenné slabě arkóзовé a nacházejí se v nich i podřízené jílovcové vložky (Menčík, Pesl 1966). Pískovce vykazují gradační zvrstvení, v horní části lavic je patrné planární, čeřinové a také konvolutní zvrstvení. Spodní vrstevní plochy mocnějších lavic obsahují proudové, nárazové a zátěžové stopy (Stráník a kol. 2021). Spodní luhačovické vrstvy jsou tvořeny jemnozrnnými pískovci až jemnozrnnými slepenci, které bývají označovány jako pasierbické pískovce. Označení odkazuje na litologii, a to na hrubozrnnou variantu glaukonitických pískovců až jemnozrnných slepenců. Pasierbické pískovce jsou bohaté na schránky velkých bentických foraminifer (Buček, Teťák 2020). Z báze luhačovických vrstev popsal Schubert (1913) a Vaňová (1964) středneocenní nummulity jižně od Březůvek. Mocnost spodních luhačovických vrstev se odhaduje na 250–300 m a stratigraficky spadají do svrchního lutétu (Menčík, Pesl 1966).

Svrchní luhačovické vrstvy mají obsah glaukonitu podstatně nižší. Jinochová a kol. (1999) uvádějí, že svrchní luhačovické vrstvy neobsahují glaukonit vůbec. Křemenné a arkóзовé pískovce jsou středně až hrubě zrnité (Stráník a kol. 2021). Vyskytují se zde i drobně slepencové pískovce v lavicích o mocnosti 30–250 cm (Menčík, Pesl 1966). Svrchní luhačovické vrstvy spadají stratigraficky do spodní části svrchního eocénu. Podíl jílovcových vložek je proměnlivý (Menčík, Pesl 1966). Až 20 m mocné polohy drobně rytmického flyše a vzácně také vložky vápnitých jílovců

vsetínského typu a ląčkých slínovců vyskytujících se v nejvyšších částech luhačovických vrstev, naznačují přechod do nadložních újezdských vrstev (Stráník a kol. 2021).



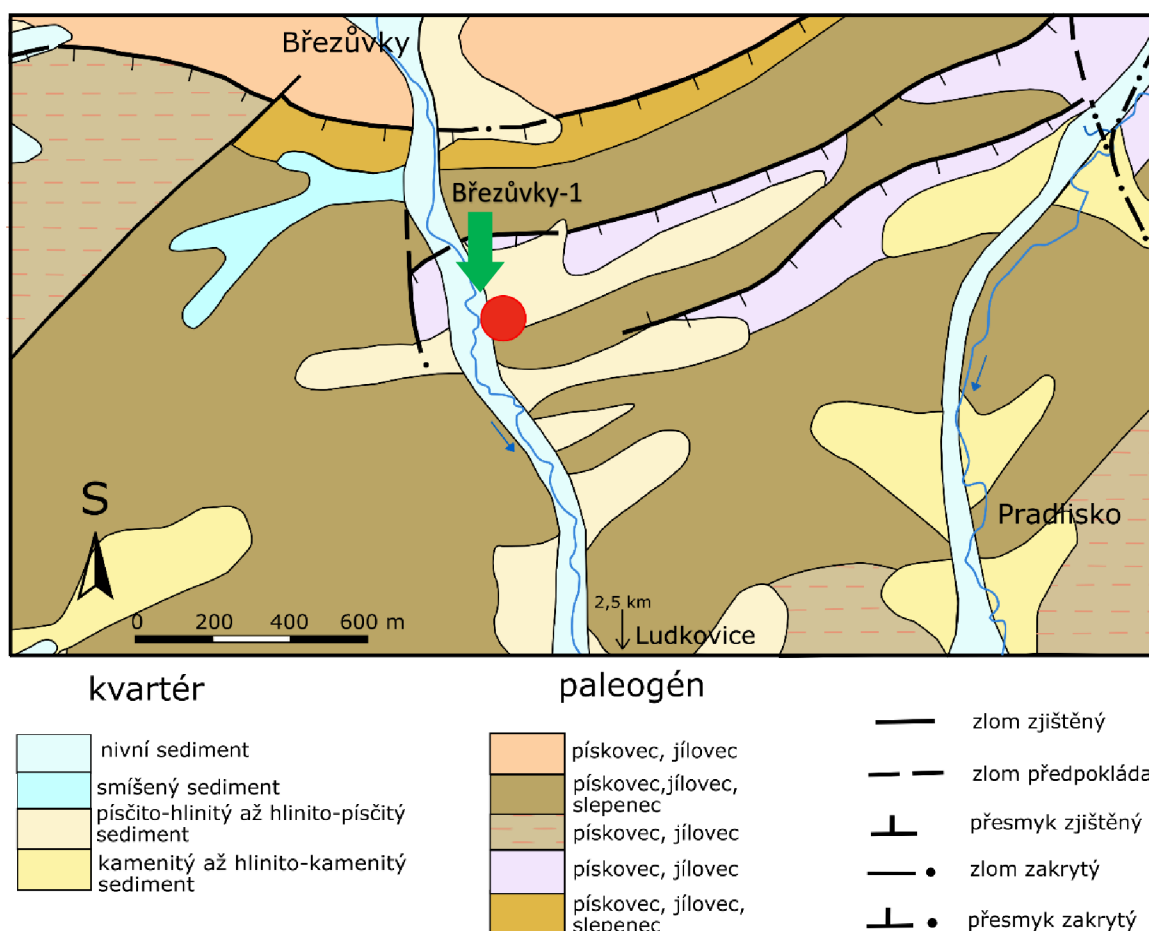
Obr. 5: Geologická mapa okolí lokality Březůvky-vyznačeno červenĚ (Vůjta 1997 - upraveno).

Antiklinální pásmo Čertových kamenů a vrt Březůvky-1

V roce 1965 bylo provedeno geologické mapování listů M-33-XXX, M-33-XXV v měřítku 1 : 25 000 antiklinálního pásma Čertových kamenů v oblasti mezi údolím Rieky na SV a jeho jz. ukončením jižně od Březůvek. Projevuje se regionálně významným přesmykem o úklonu 45—50° k J, který byl potvrzen v roce 1964 vrtem Březůvky-1 (obr. 8 a 9). Přesmyk výrazně redukuje severní antiklinální křídlo (obr. 8) a na povrchu se projevuje hlavnĚ redukcí spodních zlínských vrstev (Menčík, Peřl 1966). Vrt byl hlouben nedaleko vlastní zkoumané lokality (obr. 6).

Stavba luhačovické brachyantiklinály je na povrchu charakteristická výraznou symetričností. Jádro svrchních luhačovických vrstev, kde byly zjiřtĚny drobnĚjší příčné zlomy, je obaleno v severním i jižním křídle spodními zlínskými vrstvami s tektonicky neredukovanou mocností (Menčík, Peřl 1966). Menčík a Peřl (1964) uvádĚjí v popisu vrtu Březůvky-1, že severní normální křídlo vrásy, kterým vrt

prochází do hloubky 588 m, má sklon vrstev 50°–90°, přičemž nejčastěji jsou vrstvy ukloněny pod úhlem 70°. Úklon plochy v počátečním úseku přesmyku je 45° a nachází se v hloubce 588 m. Zlínské vrstvy mají nejčastěji úklon vrstev asi 70° ale bývají zastřeny kliváží s úklonem 70°–90°. Místy se ve zlínských vrstvách nacházejí dislokační brekcie. Menčík a Pesl (1957) předpokládají západní pokračování přesmykové linie antiklinálního pásma Čertových kamenů v prostoru jižně od Březůvek až po Zlámanec.



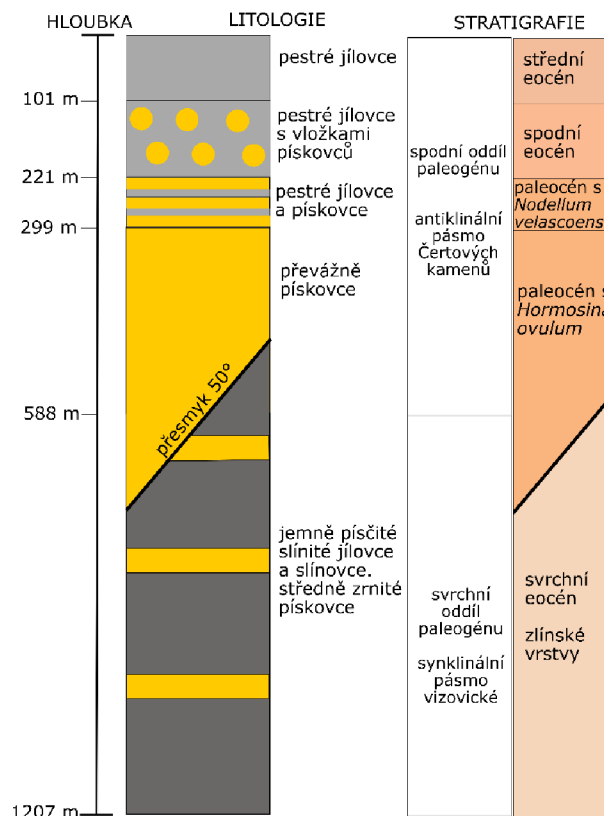
Obr. 6: Geologická mapa okolí lokality Březůvky s vyznačeným vrtem Březůvky-1 (šipka) a paleontologickou lokalitou Březůvky (červeně) (Vůjta 1997 - upraveno).

Popis vrtu Březůvky-1

Podle Menčíka a Pesla (1964) zastihuje svrchní část vrtu Březůvky-1 spodní oddíl paleogénu, který náleží do antiklinálního pásma Čertových kamenů. Spodní části zastihují zlínské vrstvy synklinálního vizovického pásma. Svrchní část vrtu Březůvky-1 je rozdělena na základě stratigrafie a litologie na 4 vrstevní komplexy (obr. 7):

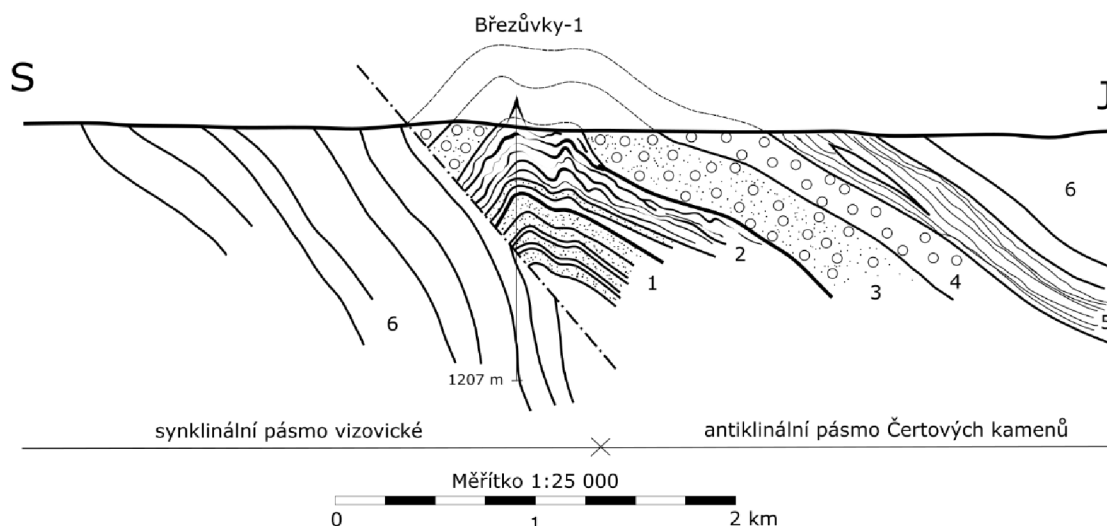
Svrchní oddíl paleogénu (zlínské vrstvy) v hloubce 588–1202,8 m náleží k synklinálnímu pásmu vizovickému. Litologicky převažují šedé až tmavošedé, slabě písčité slínité jílovce a slínovce.

V hloubce 1052–1178 m se vyskytují nejvíce vápnité pelity. Ojedinele jsou doprovázeny tenkými vložkami tmavohnědých nebo tmavohnědošedých jemně písčitých jílovců a slinitých jílovců. Zřídka se vyskytují polohy šedých slabě vápnitých jemně slídnatých siltovců nebo slinitých siltovců. Mocnější pískovce se vyskytují nepravidelně a jsou jemno až střednozrnné až aleuritické. Je v nich vyvinuto pozitivní gradační zvrstvení. Jsou křemité nebo křemitovápnnité, výrazně glaukonitické. Jednotlivé vrstvy nepřekračují mocnost 5 m a zvýšená porozita je jen v jejich bazálních hrubozrnnějších částech.



Obr. 7: Stratigraficko-litologický profil vrtu Březůvky-1 (Menčík, Pešl 1964 - upraveno).

Zastoupení mikrofauny ve zlínských vrstvách je chudé. Foraminiferová společenstva svrchního eocénu (hl. 1124–1125,5 m) reprezentují *Accarina rotundimarginata*, *Bolivina* sp., *Cassidulina subglobosa* (= *Globocassidulina subglobosa*), *Globigerina* aff. *dissimilis* (= *Catapsydrax dissimilis*), *G. officinalis*, *G. aff. inflata* (= *Globoconella inflata*), *G. cf. trivialis* (= *Subbotina trivialis*), *G. micra*, *Quinqueloculina* sp., dále byla zjištěna přítomnost jehlic živočišných hub.



- STRATIRAFIE**
- 1 soláňské souvrství
 - 2 belovežské souvrství
 - 3 spodní luhačovické vrstvy
 - 4 svrchní luhačovické vrstvy
 - 5 spodní zlínské vrstvy
 - 6 svrchní zlínské vrstvy

- LITOLOGIE**
- 1 silně lavicovitě středně - hrubě zrnité pískovce.
 - 2 šedé a zelené jílovce s tenčí lavicovitými jemnozrnnými křemitými, glaukonitickými pískovci. rudohnědé a zelené jílovce.
 - 3 křemenné pískovce glaukonitické. zelenošedé jílovce a jíly.
 - 4 křemenné a arkózové pískovce. šedé slínovce s vložkami šedo-zelených slínovců. zelenošedé jílovce a jíly.
 - 5 drobně - středně rytmické střídání šedo-zelených jílovců, šedých slinitých jílovců a jemnozrnných pískovců.
 - 6 šedé slínovce a slinité jílovce. glaukonitické pískovce.

Obr. 8: Litologicko-stratigrafický profil v antiklinálních pásmech Čertových kamenů a luhačovickém (Menčík, Pesl 1964 - upraveno).

1. komplex (metráž 299–588 m) - paleocenní vrstvy s *Hormosina ovulum* (= *Caudamina ovulum*). Jedná se o nejstarší vrstvy paleogénu nacházející se v antiklinálním pásmu Čertových kamenů. V metráži 330–588 m se vyskytují střednozrnné, občas až hrubozrnné, ojediněle jemnozrnné nebo drobně slepencové šedé pískovce, nevápnité nebo křemité s obsahem vytroušeného grafitu či v některých lavicích glaukonitu. Masivní až několikametrové lavice mají nepravidelně vyvinutou póroznost. Mezi 299–330 m zastoupení pískovců klesá a objevují se polohy a vložky šedo-zelených a zelenošedých, proměnlivě písčitých jílovců. V asi 20 cm mocné vložce v hloubce 299–302 m se na rozhraní hormosinového a nodellového paleocénu nacházejí rudohnědé jílovce.

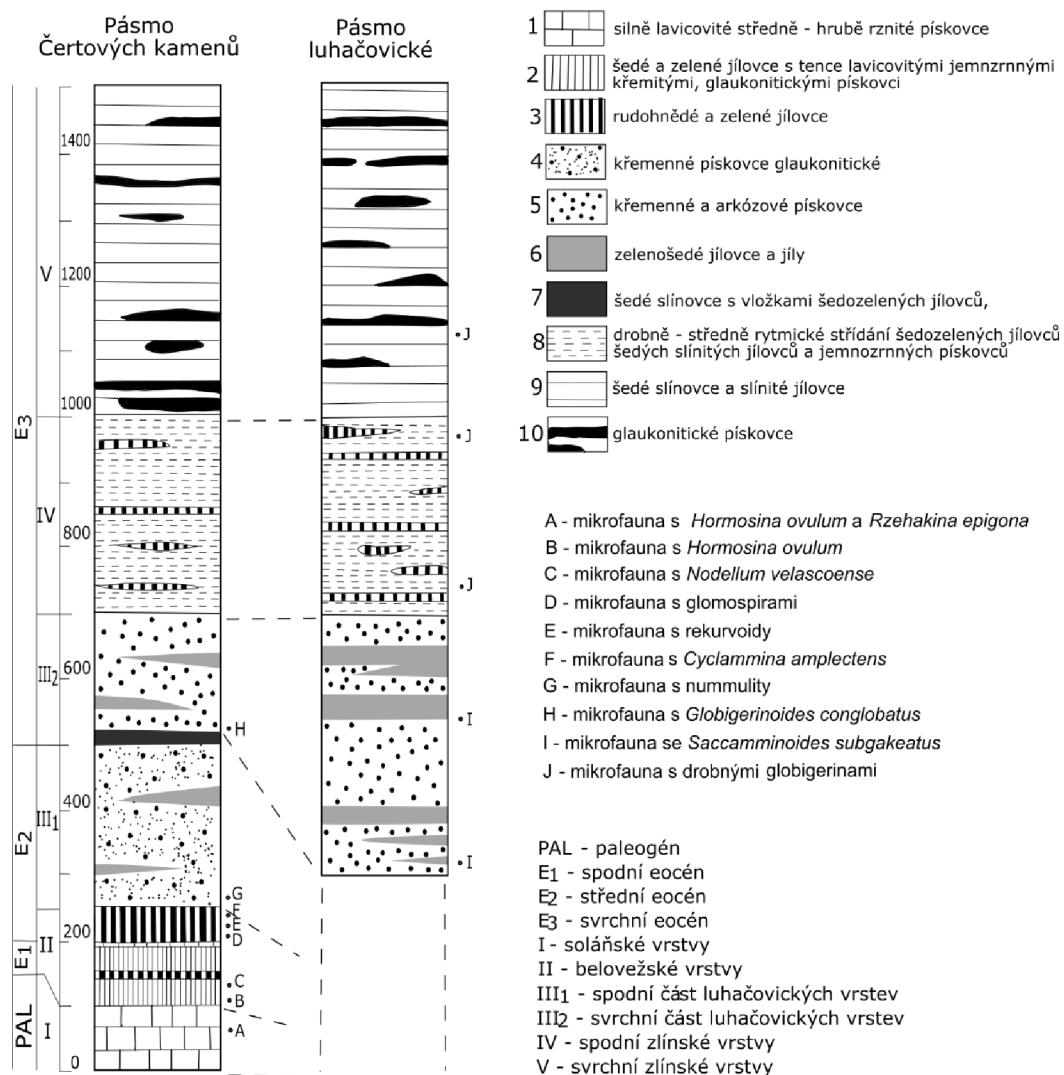
Společenstva aglutinovaných foraminifer vyskytující se v hormosinové vrstvě a doprovázející *Hormosina ovulum* zastupují druhy *Ammodiscus umbonatus* (= *Ammodiscus latus*), *Ammolagena clavata*, *Cystamina pauciloculata*, *Dendrophrya excelsa* (= *Nothia excelsa*), *Dendrophrya cf. latissima* (= *Nothia latissima*), *Glomospira glomerata*, *G. charoides*, *Haplophragmoides walteri*, *Hyperammia elongata*, *H. nodata*, *H. subnodosiformis* (= *Aschemocella subnodosiformis*), *Recurvoides cf.*

imperfectus, *R. deflexiformis* (= *Paratrochamminoides deflexiformis*), *R. aff. subturbinatus* (= *Thalmannammina subturbinata*), *R. turbinatus*, *Rhabdammina abyssorum*, *R. cylindrica* (= *Psammosiphonella cylindrica*), *Rhizammina indivisa* (= *Testulosiphon indivisus*), *Saccammina grandis*, *S. placenta* (= *Placentammina placenta*), *Trochamminoides irregularis* (= *Conglophragmium irregulare*), *T. aff. proteus*.

2. komplex (metráž 221–299 m) - paleocenní vrstvy s *Nodellum velascoense* (= *Hormosina velascoensis*). Šedé nebo šedozelené aleuritické až jemnozrné pískovce, ojediněle střednozrné. Většinou křemité, často jemně glaukonitické, pískovce vyskytující se v lávkách do 100 cm, se střídají s šedými, šedozelenými a podřadně rudohnědými jílovci. Pískovce mají paralelní nebo zvlňené laminy. Zřídka se vyskytují lavice bělošedých jemno až střednozrných vápničitých arkózových pískovců s mocností až 80 cm. Společenstvo foraminifer, nalezené v těchto vrstvách reprezentují tyto druhy *Ammodiscus polygyrus*, *A. tenuissimus*, *A. umbonatus* (= *Ammodiscus latus*), *Bathysiphon filiformis*, *Cystammina pauciloculate*, *Dendrophrya excelsa* (= *Nothia excelsa*), *Dorothia tenuis*, *Globigerina* cf. *triloculinoidea* (= *Subbotina triloculinoidea*), *G. sp.*, *Glomospira charoides*, *G. gordialis*, *G. serpens* (= *Agathamminoides serpens*), *G. irregularis* (= *Psammosphaera irregularis*), *Haplophragmoides walteri*, *Hyperammina elongata*, *H. subnodosiformis* (= *Aschemocella subnodosiformis*), *H. nodata*, *Nodellum velascoense* (= *Hormosina velascoensis*), *Pelosina sp.*, *Plectina fallax* (Grzyb.), *Reophax elongata* (= *Pseudonodosinella elongata*), *R. pilulifera* (= *Reophax pilulifer*), *R. guttifera scalaris* (= *Reophax guttifera* var. *scalaria*), *R. trinitatensis* (= *Hormosina trinitatensis*), *Recurvoides deflexiformis* (= *Paratrochamminoides deflexiformis*), *R. subturbinatus* (= *Thalmannammina subturbinata*), *R. turbinatus*, *Rhabdammina abyssorum*, *R. cylindrica* (= *Psammosiphonella cylindrica*), *R. discreta* (= *Psammosiphonella discreta*), *R. annulata*, *R. eocaenica*, *Rhizammina indivisa* (= *Testulosiphon indivisus*), *Saccammina placenta* (= *Placentammina placenta*), *Trochammina globigeriniformis* (= *Ammoglobigerina globigeriniformis*), *Trochamminoides irregularis* (= *Conglophragmium irregulare*), *T. cf. proteus*.

3. komplex (metráž 101–221 m) - spodnoeocenní vrstvy mají podobný litologický charakter jako předchozí vrstvy s *Nodellum velascoense*. Střídají se zde většinou tence lavicovité pískovce s šedými, šedozelenými, modrozelenými a rudohnědými jílovci (jíly). Pískovce jsou šedé, jemnozrné křemenovápničné i křemité, často jemně glaukonitické. Aleuritické pískovce a siltovce jsou často tmavošedě paralelně laminované. Ve vložkách se objevují i středno nebo hrubozrné arkózové pískovce s valounky křemene a úlomky fylitů a drobných závalků šedých a zelených jílovců. Mikrofauna je zastoupena druhově chudými společenstvy. Nejhojnější je druh *Glomospira charoides*, dále se objevují *Cystammina pauciloculata*, menší formy rekurvoidů a úlomky asterorhizidních foraminifer (rhabdamin, dendrophryí).

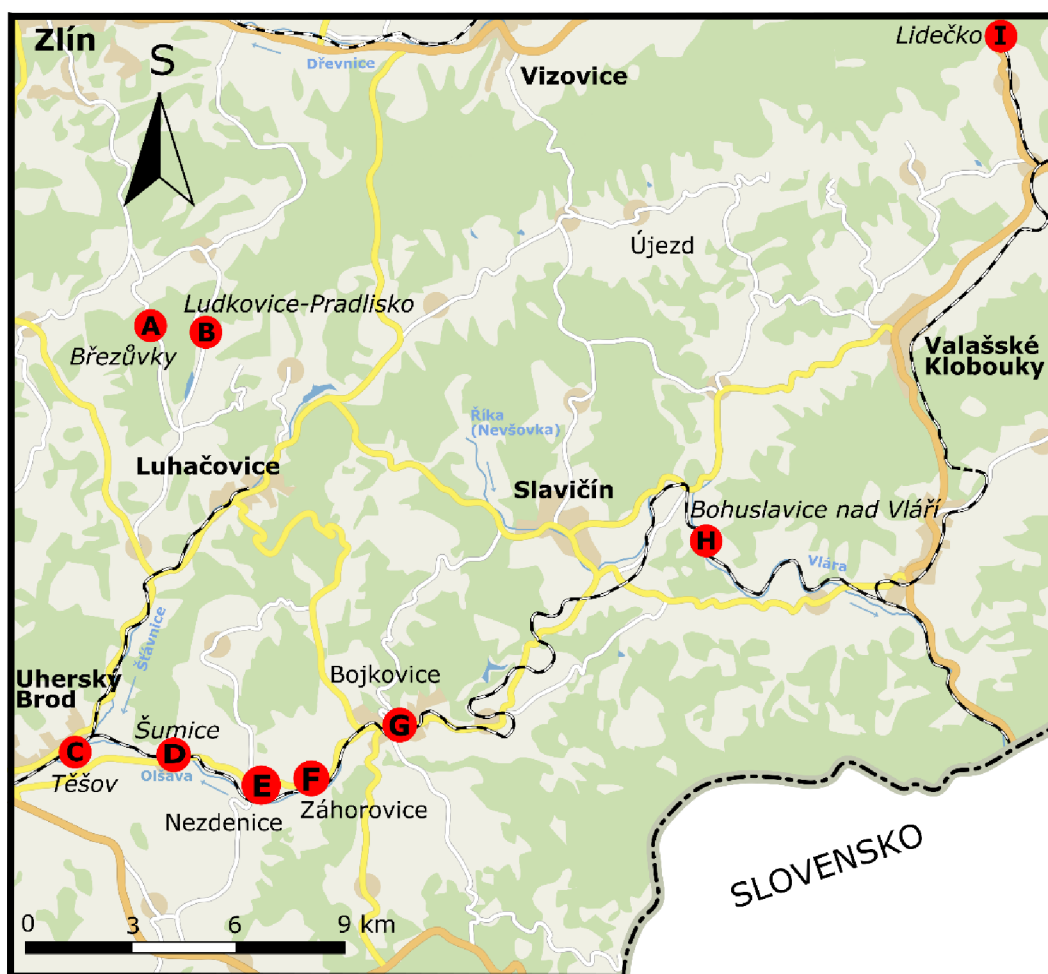
4. komplex (metráž 101–0 m) - střednoeocenní vrstvy se vyznačují silně pelitickým vývojem. Vyskytují se zde tmavé a šedozeleňé, zelené a rudohnědé jílovce, které se vzájemně vrstevnatě i smouhovitě střídají. Pískovce jsou vzácně tenké lavicovitě, šedé, aleuritické, vápnité. Jedná se o vrstvy s následujícím společenstvem mikrofauny zastoupeným druhy: *Ammodiscus polygyrus*, *A. tenuissimus*, *Cystamina pauciloculata*, *Dendrophrya excelsa* (= *Nothia excelsa*), *Glomospira charoides*, *G. gordialis*, *Haplophragmoides walteri*, *Plectina fallax*, *Recurvoides subturbinarius*, *R. deflexiformis* (= *Paratrochamminoides deflexiformis*), *Rhabdammina abyssorum*, *R. annulata*, *R. cylindrica* (= *Psammosiphonella cylindrica*), *R. discreta* (= *Psammosiphonella discreta*), *Rhizammina indivisa* (= *Testulosiphon indivisus*), *Reophax pilulifera* (= *Hormosina pilulifera*), *R. trinitatensis* (= *Hormosina trinitatensis*), *Trochammina globigeriniformis* (= *Ammoglobigerina globigeriniformis*), *Trochamminoides irregularis* (= *Conglophragmium irregulare*). Společenstvo foraminifer doplňují mřížovci a fragmenty rybí fauny.



Obr. 9: Litologicko-stratigrafický profil pásma Čertových kamenů a luhačovického (Menčík, Pesl 1964 - upraveno).

6 Přehled výzkumů velké foraminiferové fauny na jv. Moravě

Nejstarší výzkumy velkých foraminifer na východě Moravy v okolí Luhačovic, Uherského Brodu a Slavičína (obr. 10) jsou spojeny s osobností Richarda Johanna Schuberta, který na tomto území prováděl geologické mapování v letech 1909 a 1913 (Bubík a kol. 2015). V roce 1909 prováděl výzkum zaměřený převážně na výskyt andezitu. V roce 1913 se jednalo o mapování v oblasti Uherský Brod – Uherské Hradiště (Zone 9, Kol. XXVI) v měřítku 1 : 75 000 (Schubert 1913). Ve svých člancích Schubert popisuje polohu, stav lokalit a jejich paleontologický obsah. Výzkumem lokality Bohuslavice nad Vlárí se zabývali Pietro L. Prever a Anton Rzehak (1903). Köhler a kol. (msc.), kteří studovali faunu velkých foraminifer nejen na jv. Moravě, čerpá ve svých pracích z dříve provedených výzkumů. Lokalitu Ludkovice-Pradlisko v Ludkovickém údolí zdokumentovali Pesl a Vaňová v roce 1964. Doposud je tedy z oblasti jv. Moravy známo 16 nalezišť velké foraminiferové fauny, mezi které patří: Březůvky, Ludkovice-Pradlisko, Těšov, Šumice, Nezdenice, Záhorovice, Bojkovice, Bohuslavice nad Vlárí, Lidečko, Vlčnov, Újezd, Krhov, Rudimov, Uherský Brod, Havříce a u Bánovského potoka v obci Bánov.



Obr. 10: Mapa lokalit s výskytem fauny velkých foraminifer na jv. Moravě (www2 - upraveno).

6.1 Březůvky

Lokalita se nachází jižně od obce Březůvky (obr. 10, A), v lese poblíž pramene Lukáščena na levém břehu Březůveckého potoka. Lokalitu poprvé zdokumentoval Schubert (1913) a označuje jako Dolní mlýn. Jak Schubert (1913) uvádí, velké foraminifery se vyskytují v hrubozrnném pískovci, který se zde v minulosti těžil. Na některých místech pískovec obsahuje čočkovité dutinky. Dále popisuje, že zachovalí jedinci se vyskytují spíše uvnitř pískovce, ale i tak jejich stav zachování není vhodný k mikroskopickému studiu. Vyplavené schránky velkých foraminifer se nalézají na úpatí svahu, kde se místy vyskytují v hojném počtu.

Velké foraminifery, které zde Schubert našel, přiřadil k druhům *Nummulites partschi* a *N. distans*. Výskyt střednoeocenních nummulitů definuje jako autochtonní.

Podle Vaňové (1964) se na lokalitě v hrubozrnném pískovci vyskytují tyto druhy: *Nummulites striatus* (forma B), *N. burdigalensis inkermanensis* (forma A), *N. gallensis* (forma A), *N. partschi* (forma A), *N. murchisoni* (= *Ruetimeyerina murchisoni*, forma B), *N. millecaput* (forma A), *N. millecaput minor* (forma A), *N. laevigatus* (forma B). Vzhledem k tomu, že určená fauna velkých foraminifer vykazuje velký stratigrafický rozptyl a některé druhy se spolu v pravých bioasociacích nevyskytují, dá se předpokládat, že se jedná o přeplavená společenstva. Nasvědčuje tomu i velká míra opracování fosilního materiálu. Druh *Nummulites striatus*, který je nejmladším druhem zastoupeným na lokalitě (tab. 1), stratigraficky datuje vrstvy na biarritz (=barton) až konec priabonu. Typické priabonské druhy však nebyly na lokalitě zaznamenány, tudíž se Vaňová přiklání spíše k biarritzu (=barton).

6.2 Ludkovice-Pradlisko

Lokalita se nachází nedaleko Březůvek v obci Ludkovice v oblasti zvané Pradlisko (obr. 10, B), kde Pesl a Vaňová (1965) provedli geologicko-paleontologický výzkum. Hojný výskyt velkých foraminifer uvádějí ze dvou pískovcových lavic při úpatí bývalého lomu. Druhy, které zde našli, určili jako *Nummulites striatus striatus*, *N. burdigalensis inkermanensis*, *N. gallensis*, *N. partschi*, *N. murchisoni*, *N. millecaput millecaput*, *N. millecaput minor*, *N. laevigatus*. Z toho, že se určené druhy vyskytovaly v rozdílném časovém intervalu, a tudíž nemohly žít současně, lze soudit, že se opět jedná o přeplavený materiál. Tomu také napovídá míra opracování fosilií. Díky stratigrafickému zařazení nummulitové fauny však bylo možné datovat i pískovcové komplexy, které jsou součástí luhačovických vrstev. Do spodního lutétu spadají spodní pískovcové vrstvy a svrchní vrstvy do svrchního eocénu. Břidličnatá poloha rozděluje spodní a svrchní luhačovické vrstvy byla datována do svrchního eocénu díky přítomnosti drobných foraminifer druhu *Globigerinoides index*.

6.3 Těšov

Těšov je dnes součástí města Uherský Brod (obr. 10, C). Lokalita by se dle popisu v literatuře měla nacházet u řeky Olšavy, která je však v dnešní době z části regulovaná. Údolí, ve kterém lokalitu popsal Schubert (1913), je z větší části tvořeno břidlicovo-jílovými horninami s polohami deskovitých pískovců, které se nacházejí na březích řeky Olšavy. Odtud Schubert popisuje i místo sběru. Přesné umístění lokality však není známo. Většina velkých foraminifer se vyskytovala ve velmi soudržném pískovci, ze kterého bylo obtížné jednotlivé exempláře separovat. Volní jedinci byli sesbírání v místech se zvětralejším pískovcem. Nejhojnějším zástupcem byl *Nummulites benoisti*, z makrosférických jedinců Schubert popsal následující druhy: *Nummulites distans*, *N. partschi*, *N. italica* (= *Nummulites italicus*), *N. perforata* (= *Nummulites perforatus*), *Assilina spira* a orbitoida *Orthophragmina varians* (= *Orbitoclypeus varians*).

6.4 Bohuslavice nad Vlání

Pískovce nacházející se v okolí Bohuslavic nad Vlání (obr. 10, H) zmiňují Prever a Rzehak (1903) a označují je jako „svrchní hieroglyfové vrstvy“. Lokalita se nachází ve zlínském souvrství bystrické jednotky se stratigrafickým rozpětím lutét až svrchní eocén (Köhler a kol. msc.). Velké foraminifery, které byly z této lokality popsány se našly pouze ve vrtu v hloubce 60 m a v průzkumných jamách. Jejich výskyt je velmi vzácný. Jedinci patřící k rodům *Bruguieria elegans* (= *Nummulites elegans*), *B. planulata* (= *Nummulites planulatus*) indikují stáří spodní eocén. Navzdory tomu však Prever (1903) ve výše uvedené práci řadí vrstvy do svrchního eocénu. Rzehak, který článek překládal a doplnil o svůj kritický komentář pokládá toto zařazení za chybné. Prever a Rzehak (1903) popisují nalezené druhy následovně: jedinci druhu *Bruguieria elegans* mají vypouklou schránku se středně ostrou hranou a středovým zesílením. Na povrchu mají jemné vystupující septální čáry, které vytvářejí síť. Dále se na lokalitě našel jediný špatně zachovalý jedinec druhu *Bruguieria planulata*. Přiřazení k tomuto druhu však není jisté, vzhledem ke špatnému zachování jedince. Zástupci druhu *Laharpeia benoisti* nemají centrální výstupek a schránka je pokryta mnohočetnými granulemi uspořádanými do nevýrazné spirály, jež se vine až k okraji schránky. *Laharpeia subitalica* – schránka je malá podlouhlá se zaobleným okrajem. Mezi nebo na zaoblených septálních čarách se na povrchu nachází malé bradavky (granule). Nalezený jedinec byl juvenilní a zachoval se jen prolokulus s prvními dvěma spirálami. Septa nejsou příliš početná, jsou šikmá a lehce zakřivená. Drobný jedinec druhu *Paronaea subtellinii* (*Nummulites subtellinii*) má schránku se středovým zduřením a knoflíkovým zesílením. Laminy vycházejí ze středu a jsou mírně zakřivené ve tvaru písmene S. Schránka jedince druhu *Orthophragmina varians* (= *Discocyclina varians*) je na povrchu řídce, hrubě a nerovnoměrně granulovaná. Mezi jednotlivými granulemi jsou septální čáry. Druh *Orthophragmina aspera* se na lokalitě vyskytuje jen velmi zřídka.

6.5 Lidečko

V oblasti Čertových skal (obr. 10, I) jsou hojně odkryty hrubozrnné pískovce, které se na některých místech rozpadají až na písek (Köhler a kol. msc.). Pískovce jsou řazeny do antiklinálního pásma Čertových kamenů, tedy vyšší části soláňských vrstev (Matějka a Roth 1956). Na lokalitě bylo provedeno několik výzkumů zaměřených na faunu velkých foraminifer. Köhler a kol. (msc.) označují nalezené druhy jako: *Nummulites aquitanicus*, *N. globulus*, *N. partschi*, *N. pratti*, *Orbitoclypeus scalaris* a *O. roberti*. Dále se vyskytují úlomky řas, vzácně fragmenty mechovek, mlžů a malých foraminifer. Společenstvo spadá do spodního a středního eocénu. Nalezený paleontologický materiál svědčí o existenci hypoxického prostředí v oblasti bathyálu.

Pesl a kol. (1973) popisují z vrtu Lidečko-1, který byl hloubený v údolí říčky Senice j. od Vsetína v blízkosti Čertovy stěny, asociaci velkých foraminifer, jež představuje druhy spadající do ypresu až oligocénu. Celková hloubka vrtu dosáhla 2933 m. Stratigraficky významnější je však horninová sekvence z intervalu priabon-oligocén s druhy: *Nummulites incrassatus*, *N. striatus pannonicus*, *N. bouillei*, *Discocyclina nummulitica*, *D. roberti* a *D. archaici*.

Velké foraminifery z Lidečka určila i Vaňová v roce 1964 (Tab. 1). Konkrétně ze svahu u železniční stanice Lidečko-ves severně od nadjezdu určila následující druhy: *Nummulites partschi*, *Assilina* sp., *Discocyclina roberti*, *D. nummulitica*. Dále byla vysbírána fauna velkých foraminifer ze zářezu trati u železniční stanice Lidečko-ves jižně od nadjezdu. Nalezené druhy Vaňová přiřadila k *Nummulites variolarius*, *N. millecaput minor*, *Discocyclina nummulitica*. Na základě nalezené asociace stratigraficky zařadila vrstvy na obou lokalitách v intervalu od lutétu do svrchního priabonu. Z důvodu špatného zachování nevyloučila možnost přeplavení materiálu.

Tab. 1: Stratigrafické rozšíření určených druhů na lokalitách Březůvky a Lidečko-Lidečko ves S a J (Vaňová 1964).

Stratigrafické rozšíření určených druhů								
Druh	ypres	lutét s.s.	barton	priabon		Březůvky	Lidečko ves	
				spodní	svrchní		sever	jih
<i>Nummulites variolarius</i>								x
<i>Nummulites striatus</i>						x		
<i>Nummulites burdigalensis inkermanensis</i>						x		
<i>Nummulites gallensis</i>						x		
<i>Nummulites partschi</i>						x	x	
<i>Nummulites munchisoni</i>						x		
<i>Nummulites millecaput</i>						x		
<i>Nummulites millecaput minor</i>		?				x		x
<i>Nummulites laevigatus</i>						x		
<i>Assilina</i> sp.							x	
<i>Discocyclina roberti</i>							x	
<i>Discocyclina nummulitica</i>							x	x

6.6 Další lokality

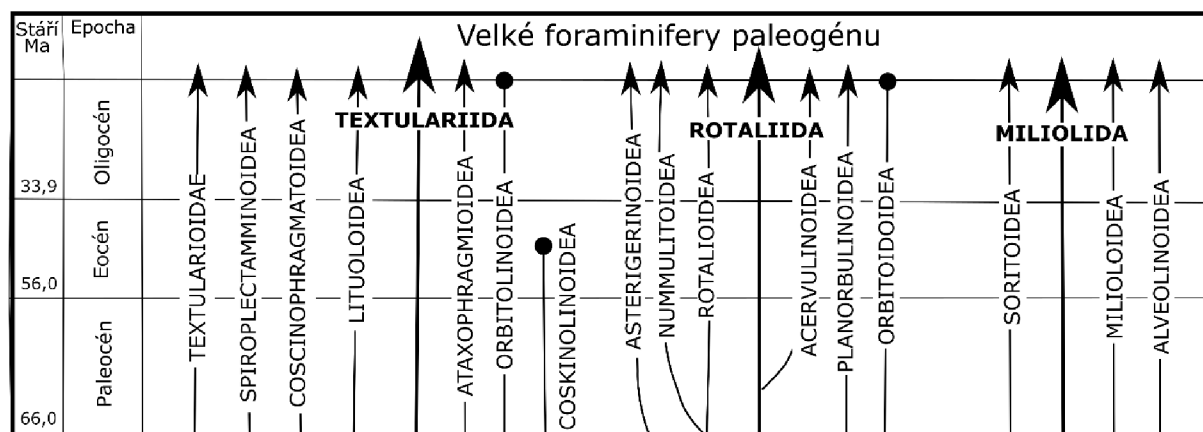
Schubert (1913) také zmiňuje další lokality s výskytem nummulitové fauny na jv. Moravě jako jsou například Bojkovice, Nezdenice, Záhorovice, Šumice (obr. 10, D-G), Vlčnov, Újezd, Krchov, Rudimov, Uherský Brod, Havříce a u Bánovského potoka, kterým se však ve svých pracích blíže nevěnoval a ani neudal jejich přesnou polohu.

7 Velké foraminifery

Foraminifery jsou mošští prvoci, kteří si vytvářejí schránky aglutinované, chitinózní nebo vápenaté. Mohou být vícekomůrkové nebo jednodukomůrkové, seriální či planispirální s rozměry v intervalu méně než milimetr až po centimetry (Saraswat, Nigam 2013).

Do skupiny foraminifer jsou řazeny planktonní formy, tito jedinci se volně vznášejí ve vodě a bentické formy, které žijí přisedle na mořském dně nebo na dně jen volně leží. Tato skupina je početnější než skupina planktonních foraminifer. Do bentické skupiny náleží velké a malé foraminifery. Velké foraminifery mají daleko složitější vnitřní stavbu schránky než malé foraminifery. Právě složitá vnitřní struktura schránky je důležitá pro určení jednotlivých druhů (Buček, Teťák 2020).

Některé rody velkých foraminifer žijí i dnes. Z terciérních (paleogenních) velkých foraminifer jsou nejhojněji rozšířeny 3 řády *Textulariida*, *Miliolida*, *Rotaliida* (obr. 11).



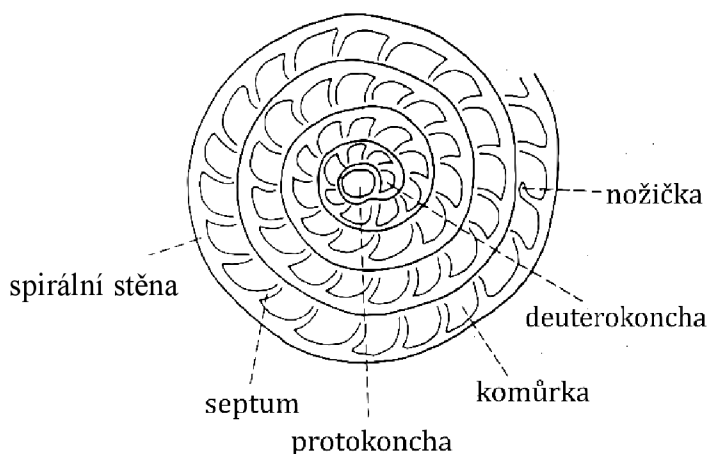
Obr. 11: Zastoupení velkých foraminifer v paleogénu (BouDagher-Fadel 2018).

Zástupci řádu *Textulariida* si vytváří schránky aglutinované z částic spojených organickým tmelem. Jejich stratigrafický rozsah se pohybuje od kambria do recentu. Zástupci řádu *Miliolida* mají schránku porcelánovou, neperforovanou, vytvořenou z kalcitu s vysokým obsahem Mg^{2+} s jemnými, náhodně orientovanými krystalky. Jejich výskyt lze zaznamenat od karbonu po recent. Zástupci z řádu *Rotaliida* mají schránky multikulární s vápnitou stěnou z perforovaného hyalinního lamelárního kalcitu. Schránky mají otvory, které jsou jednoduché nebo uvnitř ozubené. Stratigrafické rozpětí je trias až recent (BouDagher-Fadel 2018).

7.1 Morfologie schránek rodu *Nummulites*

Nummuliti se řadí do skupiny vápnitých dírkovaných foraminifer (Bieda 1953). Podle Špinara (1965) nejsou větší než několik centimetrů a mají penízkovitý, kulovitý nebo čočkovitý tvar.

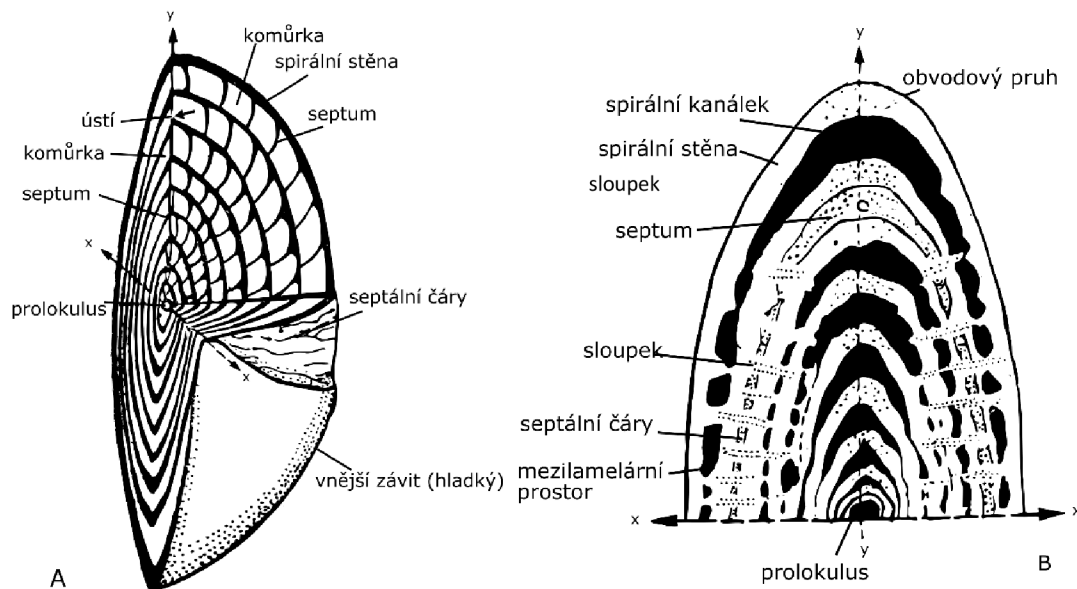
Schránka je složena z více komůrek a je planispirální a bilaterálně souměrná (obr. 12). Žili převážně v tropických až subtropických šelfových mořích, ve kterých byl dostatek vápníku. Díky tomu jsou výbornými paleoekologickými indikátory (Buček, Teták 2020) a také se hojně využívají i ke stratigrafickým účelům (Renema a kol. 2003).



Obr. 12: Morfologické znaky schránky rodu *Nummulites* na ekvatoriálním řezu schránkou (Samuel 2000 - upraveno).

Schránky nummulitů mají 2 různé struktury. Mohou být dírkované (perforované) nebo nedírkované (neperforované). Dírkované části tvoří stěny, kterými vycházely protoplasmatické panožky. Nedírkované části tvoří vyztužení schránky jako například sloupky, septa, hřbet závitů (obr. 13) a nazývají se mezikosterní soustava (podle Pokorného 1954 se též používá termín druhotná kostra). Vytvářejí také skulpturu, jako například vyčnívající proužky, žebírka a granule (Bieda 1953). Granule jsou povrchové projevy sloupků, které se vyskytují u některých druhů a probíhají napříč schránkou. Mohou pronikat různě hluboko a u některých druhů mohou být vinuty do spirály (příčné lamely). Granule mohou být umístěny na septálních čarách, nebo mezi nimi. Jejich vývoj a uspořádání jsou důležitým systematickým znakem. Polární knoflíky, jež jsou vyvýšené nad okolní povrch schránky, vznikají splynutím sloupků (Pokorný 1954). V těchto neperforovaných částech jsou vyvinuty kanálky, které jsou navzájem propojené a tvoří tzv. kanálkovou soustavu (Bieda 1953), která je u nummulitů dobře vyvinuta (Špínar 1965). Stěna závitů (spirální stěna/spirální lamina) je tvořena dvěma vrstvami. Vnější primární vrstva má velmi jemné a hustě seřazené póry. Druhotná vrstva, jež zpevňuje zevnitř vrstvu primární je tvořena kompaktním vápničným povlakem. Druhotná vrstva je označována také jako druhotná kostra (endoskelet, kanalikulární skelet) vytváří mezikomůrková septa, která jsou dvojí, protože vznikají periodickým vytvářením záhybů vnitřní kostry. Vytváří ztlustlý obvodový pruh a sloupky (Pokorný 1954). Po obvodu závitů se nachází strukturně odlišný, neperforovaný dorzální (obvodový) pruh.

Schránka může být vinuta buďto involutně nebo evolutně. U involutního typu jsou výběžky komůrek směřovány k pólům, takže na příčném řezu mají komůrky tvar písmena V. Lze u nich rozeznat středovou část, která se nachází v prostoru mezi vnějším obvodem jednoho závitu a vnitřním obvodem následujícího závitu. Laterální části komůrky se nazývají křídlovité neboli alární výběžky (Špinar 1965).

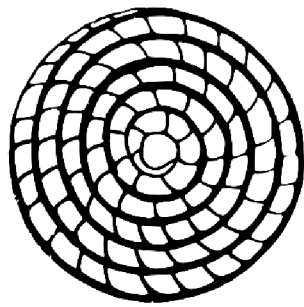


Obr. 13: Rod *Nummulites* s popisem. A - Osní řez, část ekvatoriálního řezu, předposlední závit s jeho septálními čarami a s granulemi sloupků. B - Řez osní. Dutiny jsou znázorněny černě (Špinar 1965 - upraveno).

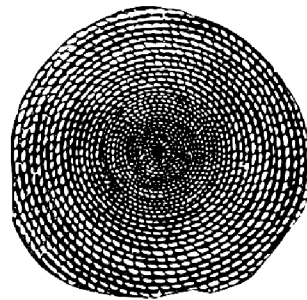
Septa se nepřikládají na vnitřní stěnu, ale hluboko do ní vnikají. Septální filameny (septální čáry) jsou švy, které ve spirální stěně zanechávají septa (Pokorný 1954). Lze je rozdělit do tří skupin: jednoduché, meandriformní a síťované. Jednoduché převažují u druhů ve svrchním paleocénu až spodním eocénu. Meandriformní filameny se objevují ve středním eocénu. Nejsložitější filameny síťované jsou nejběžnější ve svrchním eocénu a svého vrcholu dosahují v oligocénu např. u druhu *Nummulites fichteli* (Racey 1992). Více skupin septálních filamentů uvádí Renema a kol. (2003) a to: **radiální** švy, které jsou rovné nebo zakřivené, vybíhající od pólů k okraji schránky, kde jsou vždy u kraje schránky mírně zakřivené. **Sigmoidální** švy jsou blízko pólu zakřivené dozadu a u okraje schránky jsou zakřivené dopředu. Pokud chybí zakřivení u pólu pak se jedná o **falciformní** typ. Špinar (1965) popsal **meandriformní** typ jako skupinu paralelních švů nedosahujících až k pólům, ale končících na sutuře starší komůrky. **Subretikulární** švy probíhají nepravidelně a anastomózuji s ostatními. **Síťované** neboli retikulární švy tvoří nepravidelné síťování.

Bieda (1953) zmiňuje, že střed jedince rodu *Nummulites*, tedy jeho nejstarší část je tvořena buďto velkou centrální neboli embryonální komůrkou anebo je tato komůrka velmi malá až skoro

nespatřitelná. Někdy mohou být přítomny i dvě komůrky v podobě čísla „8“. Jedinci s velkou embryonální komůrkou se označují jako makrosféřičtí neboli forma A a jedinci s malou embryonální komůrkou se označují jako mikrosféřičtí neboli forma B. U jednoho druhu se může vyskytovat zároveň forma A i forma B čili je zde přítomen dimorfismus (obr. 14). Stavba schránky je u obou případů stejná ale rozdíl je ve velikosti jednotlivých forem: např.: u druhu *Nummulites milecaput* může jeho forma A dorůst velikosti 5–6 mm, forma B může mít v průměru 30–70 μm. Dimorfismus je spojen s rozmnožováním a střídáním jednotlivých generací. Forma A tvoří zoospory, jejich spojením vzniká forma B, která se dělí na části, ze kterých se vyvíjí forma A.



Forma A (makrosféřická)

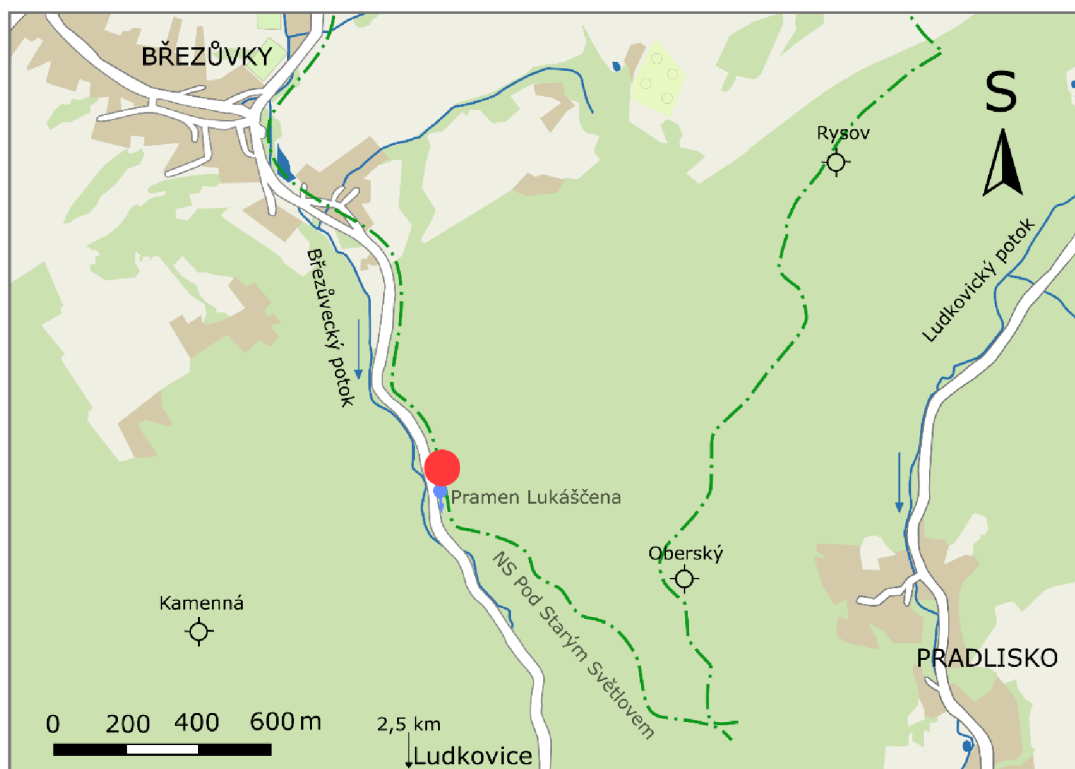


Forma B (mikrosféřická)

Obr. 14: Dimorfismus u rodu *Nummulites* (Bieda 1953).

8 Lokalita Březůvky

Bývalý drobný pískovcový lom se nachází v těsné blízkosti pramene Lukáščena na pravé straně parkoviště při zelené turistické trase naučné stezky Pod Starým Světlovem (obr. 15). Souřadnice studované lokality jsou 49°8'28.920"N, 17°42'52.680"E. Odkryv je vysoký zhruba 20 m a na délku měří asi 100 m. Tvoří ho pískovec, který je na bázi hrubozrnný až drobně slepencový, světle okrový až šedý, převážně křemitý s občasnými valouny jílovců. Obsahuje dutiny (kaverny) čočkovitého tvaru s průměrnou velikostí asi 3 mm, jež vznikly vyvětráním schránek velkých foraminifer. Nevykazují imbrikaci ani gradační zvrstvení. Pískovec je značně zvětralý a rozpadavý (obr. 16). Ve vyšších částech lomu je pískovec masivní jemnozrnný, okrový až naředlý, převážně křemitý. I zde je pískovec značně zvětralý. Postupem do vyšších částí lomu ubývají v pískovci čočkovité kaverny. Nummulitovou faunu je možno rozeznat již v terénu.



Obr.15: Mapa okolí Březůvek s vyznačenou lokalitou (www3 - upraveno).

Podle geologické mapy (Vůjta 1997) se západně od lokality nachází ještě 2 měřitelné výchozy, konkrétně na souřadnicích: 49°8'14.000"N, 17°42'9.000"E a 49°8'27.000"N, 17°42'11.000"E. Místa jsem navštívila ale výchozy vhodné k měření nebyly nalezeny.



Obr. 16: Studovaná část odkryvu, ze které byl odebrán horninový materiál.

8.1 Geologický profil

Z poznatků při terénním výzkumu byl vytvořen geologický profil vybrané části odkryvu, ze které byla vysbírána fauna velkých foraminifer (obr. 19). Byl určen typ a zrnitost horniny, dále mocnost jednotlivých vrstev a obsah fosilií.

Profil má celkovou výšku 802 cm. Na bázi lomu se nachází asi 155 cm mocná poloha hrubozrnného pískovce s výskytem jedinců fauny velkých foraminifer i čočkovitých kaveren po vyvětralých jedincích (obr. 17, 20). Pískovec je světle okrový až nahnědlý, podléhá zvětrávání. Ojediněle se zde nacházejí i pískovce či slepence s vyšším obsahem karbonátů, jež je méně náchylný na zvětrávání. Následuje vrstva o mocnosti 112 cm, tvořená jemnozrnným slepencem s výskytem fauny velkých foraminifer. Je tmavě béžový až okrový. Podléhá zvětrávání. Třetí vrstva má 15 cm vrstva jemnozrnného pískovce se závalky jílovců jež mají mocnost 2–5 cm (obr. 18). Slepencec má tmavě béžovou až tmavě okrovou barvu. Závalky jílovců mají barvu tmavě šedou. Vyskytují se zde čočkovité kaverny a jedinci fauny velkých foraminifer. Po přerušení profilu následuje vrstva střednozrnného pískovce o mocnosti 80 cm s výskytem kaveren a jedinců fauny velkých foraminifer. Profil pokračuje 363 cm mocnou vrstvou jemnozrnného slepence. Obsahuje kaverny čočkovitého tvaru a jedince fauny velkých foraminifer. Je naředlý až okrový a podléhá zvětrávání. Poslední vrstva je zastoupena střednozrnným pískovcem o mocnosti 67 cm. Obsahuje faunu velkých foraminifer i

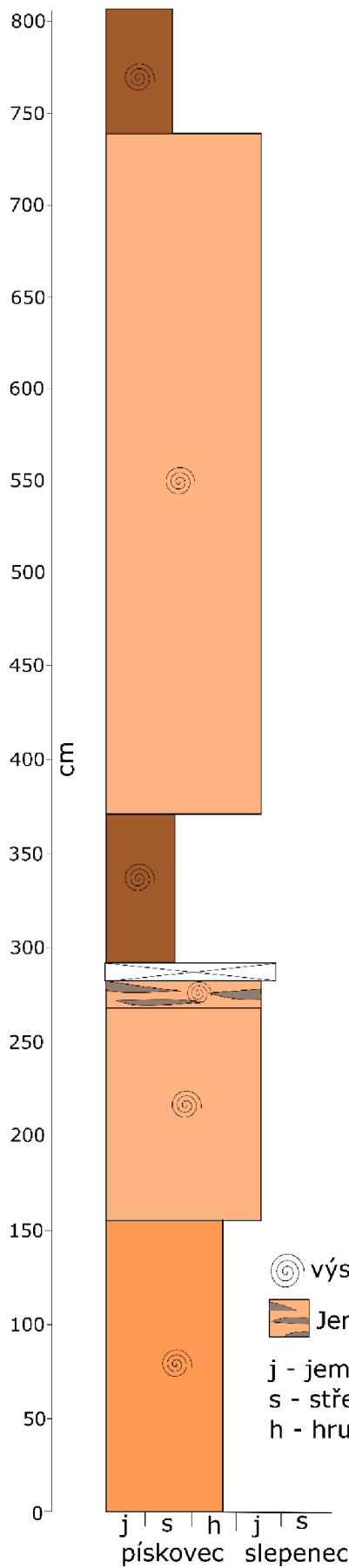
čočkovité kaverny. Má světle pískovou až okrovou barvu. Kaverny přítomné v sedimentu jsou uloženy paralelně s vrstevnatostí a v nejdelší ose se jejich velikost pohybuje v rozmezí 2—5 mm.



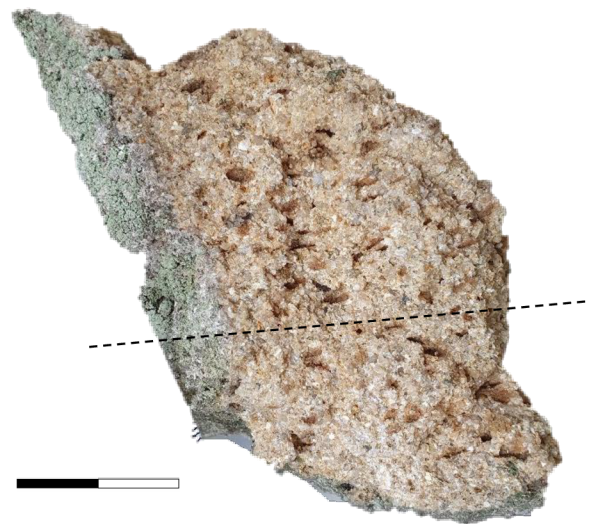
Obr. 17: Hrubozrný pískovec z báze profilu s výskytem kaveren čočkovitého tvaru. Délka měřítka jsou 2 cm



Obr. 18: Jemnozrný slepenec se závalky jílovců. Délka měřítka jsou 2 cm.



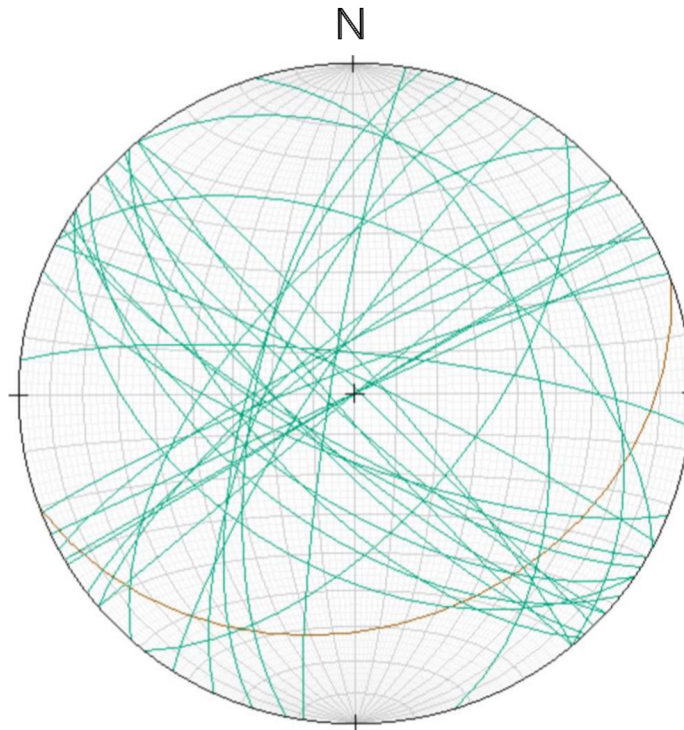
- ⊙ výskyt fauny velkých foraminifer
- ▨ Jemnozrný slepenec se závalky jílovců
- j - jemnozrný
- s - střednozrný
- h - hrubozrný



Obr. 20: Souměrné uspořádání schránek velkých foraminifer a kaveren čočkovitého tvaru v sedimentu, s vyznačenou vrstevnatostí. Délka měřítka jsou 2 cm.

Obr. 19: Geologický profil odkryvem sedimentů na lokalitě Březůvky.

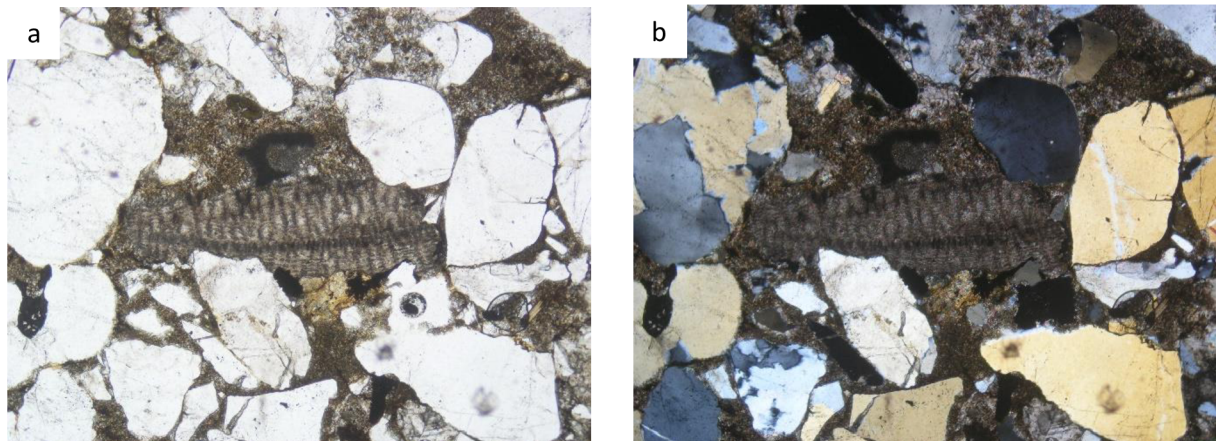
Při měření geologickým kompasem byla zjištěna orientace puklin a vrstevnatosti (obr. 21). Pukliny nejčastěji probíhají ve 2 systémech SZ–JV a SV–JZ, které jsou na sebe kolmé. Vrstevnatost je orientována ve směru SVV–JZZ s úklonem vrstev 30° .



Obr.21: Obloukový diagram puklin (zeleně) a vrstevnatosti (hnědě).

8.2 Mikroskopický popis jemnozrnného slepence z lokality Březůvky

Z páté vrstvy profilu byl odebrán vzorek jemnozrnného slepence, jehož převážnou část tvoří zrna křemene, která jsou izometrická a jsou xenomorfně omezena (obr. 22). Je bez pleochroismu, neštěpný a má hladký povrch. Zrna jsou popraskána a v některých případech jsou pokryta hematitem nebo jinými Fe oxidy. V PPL jsou bezbarvá, v XPL mají světle šedou až nažloutlou barvu prvního řádu. Zháší undulózně. Zrna K-živce jsou izometrická a omezena xenomorfně, vyskytuje se zde i mikroklinové mřížkování. Je štěpný ale ve vzorku štěpnost není dobře pozorovatelná. Povrch je hladký a nevykazuje pleochroismus. V PPL je bezbarvý a v XPL má šedou barvu prvního řádu. Muskovit je xenomorfně omezený a tvoří protáhlá zrna ve směru štěpnosti. V PPL je bezbarvý a bez pleochroismu a v XPL má růžovou barvu druhého řádu. Má dokonalou štěpnost a okraje zrn jsou roztřepené. Glaukonit tvoří izometrická až kulovitá zrna s xenomorfním omezením. Má žlutozelenou až tmavě zelenou barvu. Karbonáty tvoří izometrická a xenomorfně omezená zrna. Jedná se nejspíše o kalcit. Hojně se u nich vyskytuje lamelové dvojčatění ve 2 systémech. Tvoří tmel a výplně fosilíí.



Obr.22: Jemnozrnný slepenec z lokality Březůvky s fragmentem schránky rodu *Discocyclus*. Obr. 22a PPL; 22b XPL.

9 Systematická část

Určení jedinců velkých foraminifer ve výbrusech probíhalo na základě vertikálního řezu schránkou. Část řezů byla vedena subvertikálně až kose. Byly popsány 3 rody foraminifer a to *Nummulites*, *Discocyclina* a *Asterocyclina*. Vertikální řez schránkou však není vhodný pro determinaci jedinců do druhu. Orientovaný ekvatoriální řez byl zhotoven u tablet ze separovaných jedinců.

Řád Rotaliida (DELAGÉ & HÉROUARD, 1896)

čeleď *Nummulitidae* (BLAINVILLE, 1827)

Rod *Nummulites* (LAMARCK, 1801)

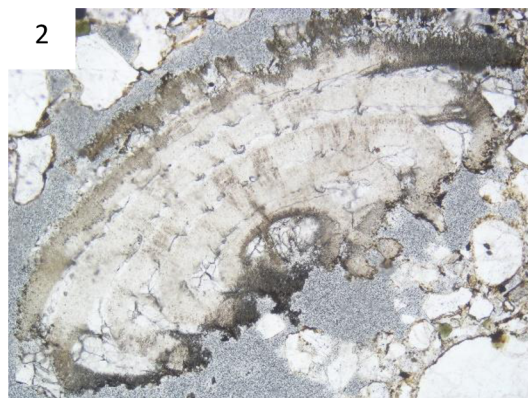
(obr. 23, tabule A obr. 1—6, tabule B obr. 1—8, tabule C obr. 1—10)

U většiny jedinců rodu *Nummulites* je patrný velký prolokulus typický pro makrosférické formy, tedy formy A (obr. 23, Tabule A obr. 1, 5, 6). Největší prolokulus má v průměru 0,6 mm (obr. 23). Někteří jedinci velikostí prolokulu indikují střednoeocenní stáří. Mnohé prolokuly jsou vyplněny kalcitem (Tabule A obr. 1). U mnoha jedinců jsou patrné sloupky tvořící stěny komůrek (Tabule A obr. 2, 4, 6). U několika jedinců sloupky přecházejí do granulí (obr. 23, tabule A obr. 3). Jedinec na obr. 23 má 5 závitů, přičemž některé stěny závitů jsou neúplné nebo zcela chybí. Velikosti jedinců v nejdelší ose se pohybují v rozmezí od 1,5 mm do 2,5 mm.



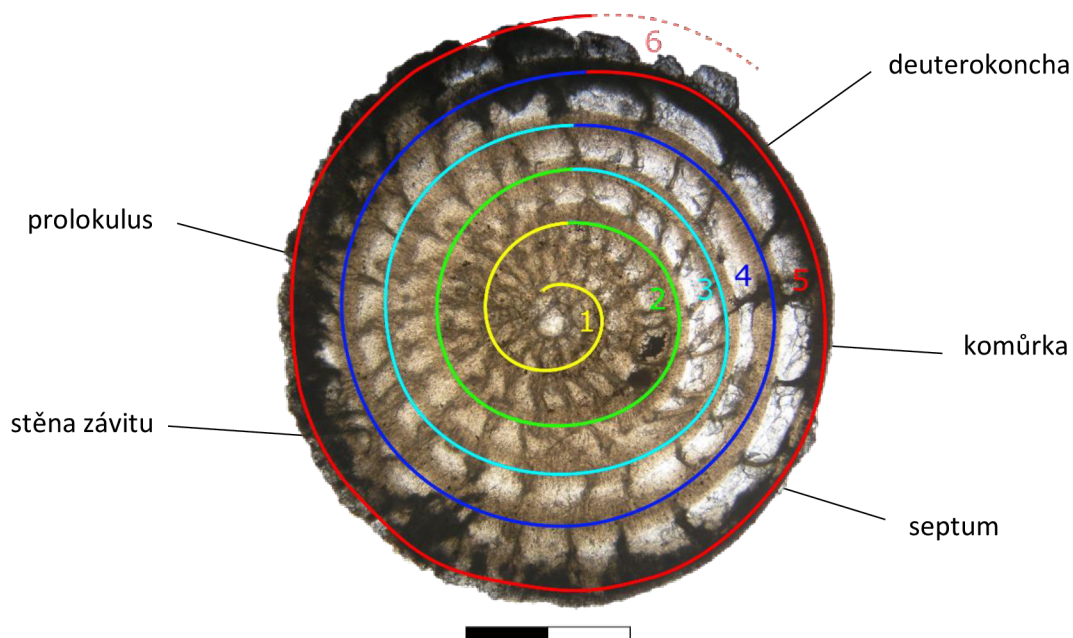
Obr. 23: Popis vertikálního řezu jedincem rodu *Nummulites* z lokality Březůvky. Délka měřítka je 1 mm.

Tabule A



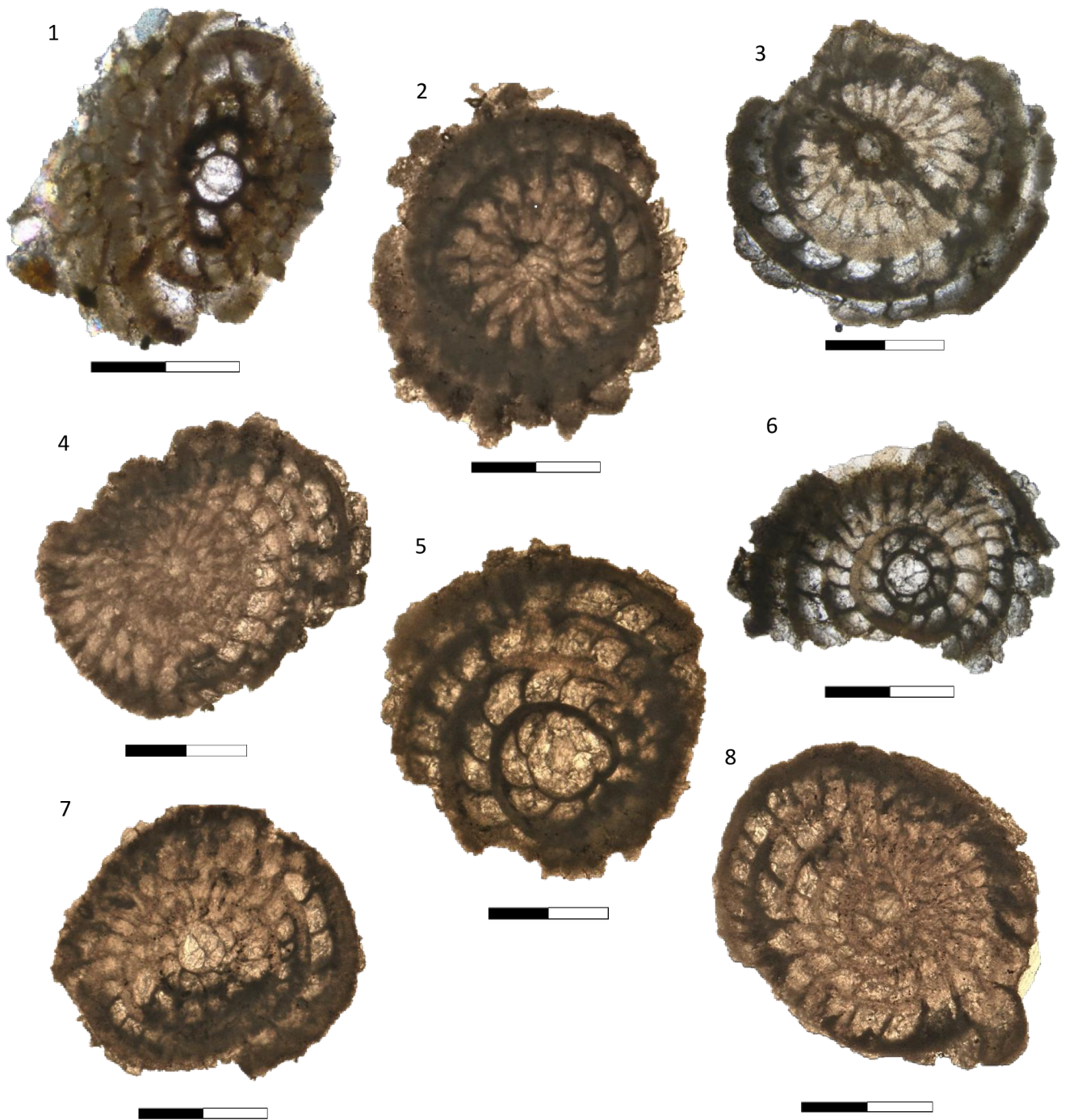
Tabule A: Rod *Nummulites* z lokality Březůvky. Výbrusy jemnozrného slepence: 1 – vertikální řez schránkou s prolokulem vyplněným kalcitem, 2 – vertikální řez fragmentem schránky s prolokulem a deutertokonchou, 3 – subvertikální řez schránkou s viditelnými sloupky, 4 – subvertikální řez schránkou, 5–6 – vertikální řez schránkou. Délka měřítka 1 mm.

Orientované řezy se podařilo zhotovit pouze u separovaných jedinců, kteří byli zařazeni do rodu *Nummulites* (Tabule B). Opět jsou patrné velké prolokuly (Tabule B obr. 1, 5, 6). Schránka má u všech zástupců spirální vinutí komůrek. Prolokulus jedince na obr. 24 má v nejdelší ose 0,2 mm a v nejkratší ose 0,13 mm. Spirální vinutí schránky jedince se skládá z 5–6 závitů (odlišeny barvami). V prvním závitě je 15–16 komůrek. Druhý závit se skládá z 24 komůrek. Třetí závit obsahuje 21–22 komůrek. Čtvrtý závit je složen z 21–22 komůrek. Pátý závit má asi 24 komůrek. Vzhledem k opracovanosti a stavu zachování schránky nelze určit přesný počet komůrek v posledním a částečně i předposledním závitě. U separovaných jedinců ze sypkého materiálu jsou na povrchu některých schránek patrné granule (Tabule C obr. 5), septální čáry (Tabule C obr. 2–4) či obě struktury (Tabule C obr. 2). Díky stavu zachování některých jedinců je patrná vnitřní stavba schránky jako například místa po vyvětralých septech (Tabule C obr. 6, 8). Lze pozorovat i na vrstevnatou stavbu schránky (Tabule C obr. 9, 10) anebo skulpturní zdobení na okraji schránky (Tabule C obr. 9).



Obr. 24: Popis ekvatoriálního řezu jedincem rodu *Nummulites* od Březůvek a barevné znázornění závitů. Délka měřítko 1 mm.

Tabule B



Tabule B: Rod *Nummulites* z lokality Březůvky, epoxidové tablety: 1—4 – subekvatoriální řezy korodovanou schránkou, 5—6 – ekvatoriální řez fragmenty schránek s prolokulem a septy, 7—8 – ekvatoriální řez schránkami. Délka měřítka 1 mm.

Tabule C



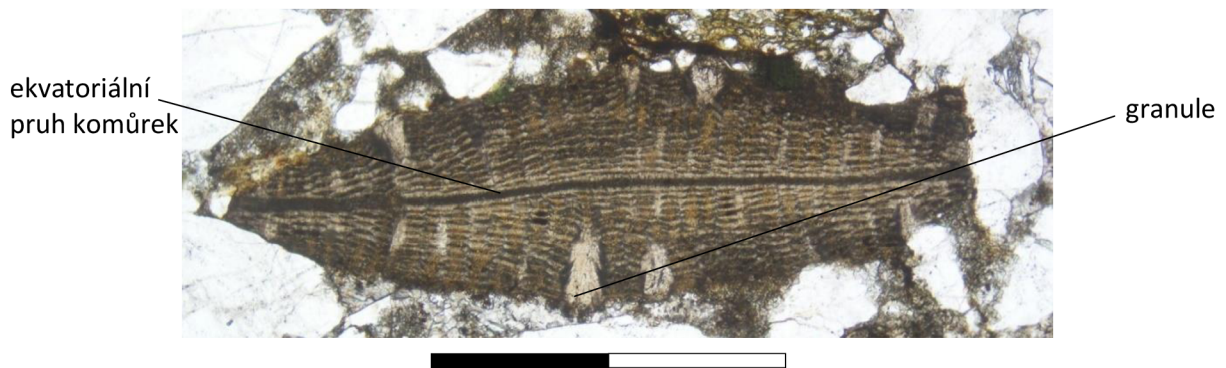
Tabule C: separovaní jedinci rodu *Nummulites* z lokality Březůvky: 1 – fragment schránky s granulemi a stěnami komůrek, 2 – septální čáry s pozůstatky granulí, 3–4 – schránka se septálními čarami, 5 – schránka s granulemi, 6 – schránka s částečně viditelnou vnitřní strukturou sept, 7 – kompletní lentikulární schránka, 8 – schránka s viditelnou vnitřní strukturou sept a na povrchu patrnými granulemi, 9 – schránka se skulptací na okraji schránky, 10 – schránka s částečně poškozenou vnější stavbou. Délka měřítka 1 mm.

Čeleď *Discocyclinidae* (GALLOWAY, 1928)

Rod *Discocyclina* (GÜMBEL, 1870)

(obr. 25, 26, 27)

Jedinci rodu *Discocyclina* mají na vertikálním řezu patrný ekvatoriální pruh komůrek (obr. 25, 26, 27). Někteří jedinci mají na povrchu viditelné granule (obr. 25, 27). Žádný jedinec nemá patrný prolokulus ani deuteronochu. Velikost jedinců nepřesahuje v nejdélší ose 2 mm. Některé schránky jsou porušeny transportem či resedimentací (obr. 26).



Obr. 25: Vertikální řez jedincem rodu *Discocyclina* z lokality Březůvky. Délka měřítka 1 mm.



Obr.26: Porušená schránka rodu *Discocyclina* resedimentací s ekvatoriálním pruhem komůrek z lokality Březůvky. Délka měřítka 1 mm.



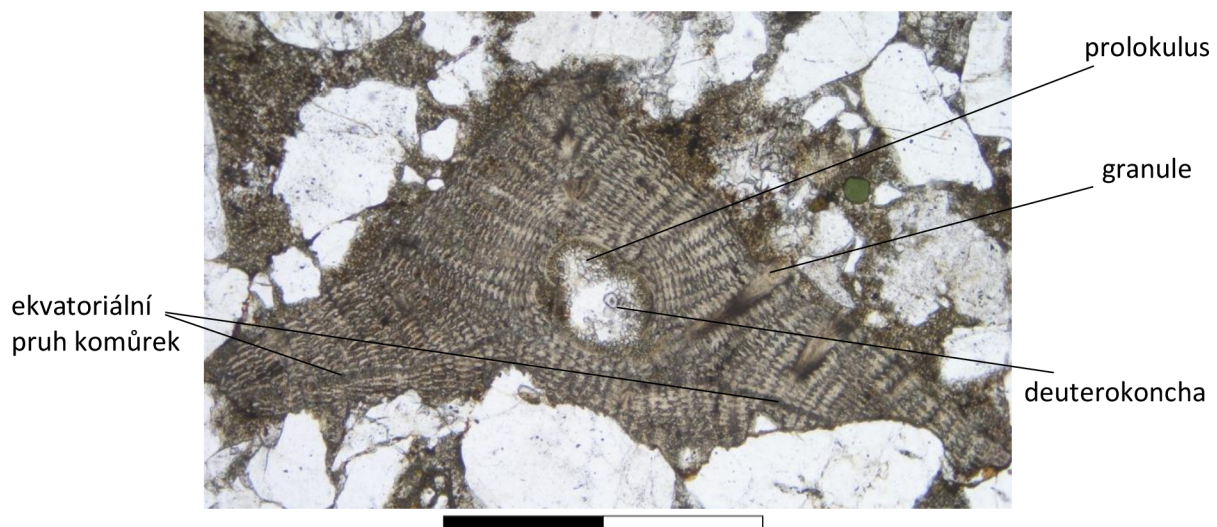
Obr. 27: Řez schránkou rodu *Discocyclina* z lokality Březůvky s ekvatoriálním pruhem komůrek a granulemi. Délka měřítka 1 mm.

Čeleď *Orbitoclypeidae* (BRÖNNIMANN, 1946)

Rod *Asterocyclina* (GÜMBEL, 1870)

(obr. 28)

U jediného nalezeného zástupce rodu *Asterocyclina* je vidět prolokulus, který je u tohoto rodu menší než deuterokoncha. Dále jsou dobře patrné deuterokoncha a ekvatoriální pruh komůrek. Schránka vybíhá v žebra, kterých v tomto případě bylo nejspíše 5, přičemž 2 žebra chybí.

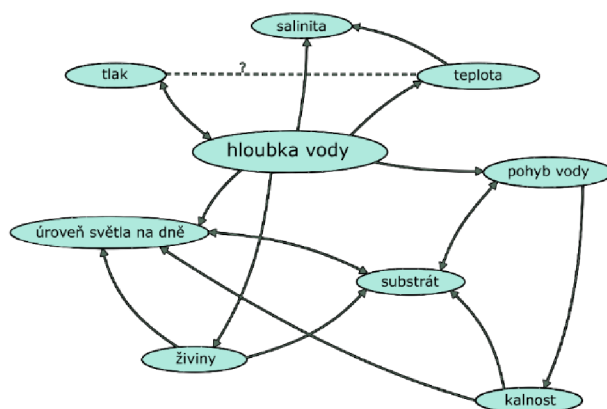


Obr. 28: Vertikální řez jedincem rodu *Asterocyclina* z lokality Březůvky. Délka měřítka je 1 mm.

10 Ekologie velkých foraminifer

Recentní velké foraminifery představují neritickou mořskou faunu, žijící převážně v teplém, na živiny chudém prostředí útesů a karbonátových šelfů (El Ayyat 2022). Beavington-Penney a Racey (2004) uvádějí, že většina velkých foraminifer žije symbioticky s fotosyntetickými řasami. To znamená, že se tito jedinci převážně vyskytují na mělkém a dobře osvětleném mořském dně. Distribuce velkých foraminifer obecně poukazuje na hloubky menší než 130 m, čili eufotickou zónu. Řasy jsou důležitým symbiontem hlavně z hlediska růstu velkých foraminifer. Dokáží fixovat uhličitán vápenatý, který je pro růst schránek nezbytný. Sinanoglu a Sasmaz (2019) dále poznávají, že řasy vytvářejí kyslík a živiny. Na oplátku jim velké foraminifery poskytují úkryt. Beavington-Penney a Racey (2004) uvádějí, že čerpání benefitů ze symbiotického vztahu závisí na taxonu. Například zástupci skupiny *Rotaliida*, jež jsou typičtí pro oligotrofní prostředí, jsou více závislejší na řasových symbiontech z hlediska zisku živin než druhy řádu *Miliolida*, které obývají mezotrofní až eutrofní prostředí. Jedinci stejného druhu jsou spojováni se stejným typem symbiontů nezávisle na lokalitě a dalších ekologických faktorech jako je například hloubka, či roční období.

Obecně platí, že velké foraminifery měly v druhohorách a třetihorách podobné nároky na prostředí jako recentní druhy. Vzorce jejich rozšíření jsou určeny komplexní sestavou vzájemně souvisejících parametrů jako například teplota, substrát, světlo, živiny, hloubka, hydrodynamika prostředí a salinita (obr. 29). Nejdůležitější parametry v mělkých šelfech představují zdroje živin a teplo. Primární produkce je zde nejvýraznější (El Ayyat 2022). Proto v prostředí se špatnými světelnými podmínkami, nízkou teplotou a/nebo chudém na živiny (a dalšími faktory) rostou jedinci pomaleji a dospívají ve větších velikostech (K-selekce). Nepříznivé podmínky však mohou způsobit zakrnění schránek nebo předčasnou smrt. Jedinci s malými schránkami (R-selekce) žijí v prostředí s příznivými podmínkami pro život. Dospívají a rozmnožují se dříve (Beavington-Penney, Racey 2004).



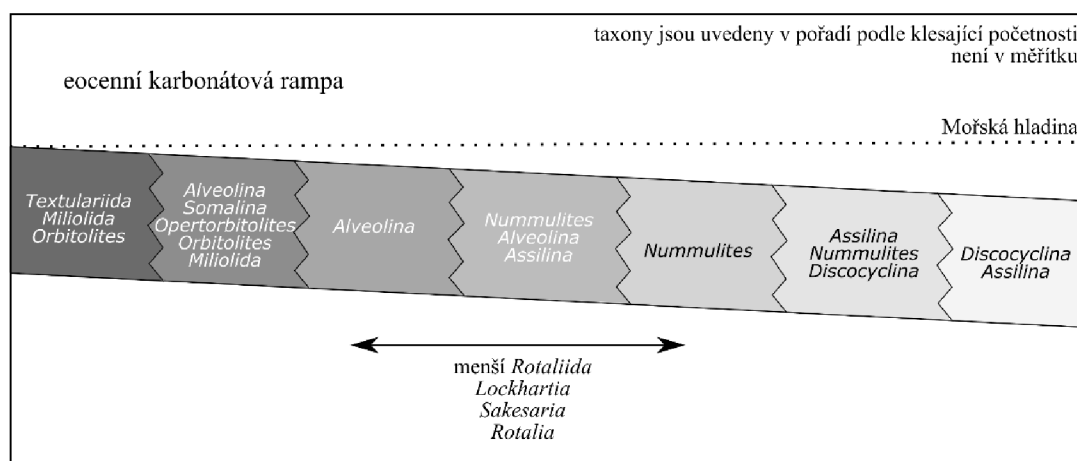
Obr. 29: Schéma faktorů ovlivňující rozšíření a morfologii velkých foraminifer (Beavington-Penney, Racey 2004).

Podle El Ayyata (2022) indikují různé druhy foraminifer paleobatymetrické podmínky mořské pánve. S rostoucí hloubkou se mění podmínky prostředí jako je rychlost sedimentace, turbulence, intenzita světla, hydrodynamická energie a množství rozpuštěného kyslíku. Porcelánové formy jsou závislé na světle, a proto se nacházejí v mělkovodním prostředí. Zatímco množství hyalinních foraminifer roste s rostoucí hloubkou. V mělkém šelfovém prostředí převládají konvexní, ztlustlé čočkovité schránky rodu *Nummulites*, jež obývali povrchovou část fotické zóny. Naopak tenkostěnné schránky se hojně vyskytují v hlubších vodách. Převaha rodu *Nummulites* indikuje prostředí chudé na živiny nebo oligotrofní prostředí. Velké foraminifery jako například rody *Nummulites*, *Operculina* a *Heterostegina* odrážejí mesofotické až oligofotické prostředí. Sinanoglu a Sasmaz (2019) zmiňují, že rod *Nummulites* žil převážně v teplé (25 °C), čisté a mělké vodě. Beavington-Penney a Racey (2004) uvádějí, že asociace foraminifer žijící v chráněném mořském prostředí žijí v mělkých vodách než stejné asociace v nechráněném (otevřeném) mořském prostředí. Například *Assilina* a *Discocyclus* žily v relativně hluboké vodě (50–80 m) na otevřenějších částech rampy. Stejně rody obývající více chráněné prostředí žily v hloubkách do 30 m. Z toho vyplývá, že velké foraminifery lze použít jen jako relativní paleobatymetrické indikátory. Co se týče hloubky, jedinci rodu *Nummulites* obsadili různě hluboká prostředí šelfů otevřeného moře ale vůbec se nevyskytovali ve více chráněném prostředí. El Ayyat (2022) uvádí, že rody *Nummulites*, *Operculina* a *Discocyclus* žily v otevřených mořských podmínkách. Sinanoglu a Sasmaz (2019) píšou, že megalosférické formy (A formy) se vyskytují převážně v hlubších vodách. Mikrosférická forma (B forma) se vyskytovala spíše v prostředí s vysokou hladinou energie. Beavington-Penney a Racey (2004) uvádějí, že velcí a zploštělí jedinci rodu *Nummulites* spolu s podobně tvarovanými jedinci rodu *Assilina* a *Discocyclus* se vyskytovali v poměrně hluboké vodě (obr. 30). Menší, lentikulární jedinci rodu *Nummulites* se vyskytovali na šelfech a často koexistovali s rodem *Alveolina*. Zástupci rodu *Nummulites* čočkovitého až kulovitého tvaru zaujímali přechodná prostředí. Obecně foraminifery žijící v mělkých vodách vytvářejí „robustnější“ schránky se silnějšími stěnami, aby zabránily fotoinhibici symbiotických řas v rámci schránky při jasném slunečním světle a/nebo poškození schránky při turbulentních podmínkách vody. Mezidruhová a vnitrodruhová tendence se projevuje ve zvyšování poměru tloušťky a plochosti schránky. S rostoucí hloubkou jsou schránky plošší a stěny tenčí. Děje se tak z důvodu menšího odrazení světla ve větších hloubkách nebo pravděpodobněji z důvodu zakalení vody v mělkém prostředí. El Ayyat (2022) z toho vyvozuje i jistou závislost morfologie schránky na gradientu hloubky vody. Například schránky rodů *Nummulites* a *Discocyclus* se s rostoucí hloubkou a klesající intenzitou světla stávají ploššími s tenčími vnějšími stěnami. Perforované foraminifery jako jsou rody *Nummulites*, *Operculina*, *Amphistegina* a *Miogyropsina* se hojně vyskytovaly v subtropickém až tropickém prostředí s hloubkou 40–70 m. Rody *Nummulites*, *Operculina* a *Discocyclus* žily v otevřených mořských podmínkách.

Podle El Ayyata (2022) má salinita přímý vliv na evoluci velkých foraminifer. Výskyt velkých foraminifer s perforovanou schránkou např.: rody *Nummulites*, *Operculina*, *Discocyclina* indikují normální stav salinity mořské vody v rozmezí od 32 až 38 psu (=Practical Salinity Unit - 1 g soli/kg vody). Změny salinity v pobřežním prostředí jsou obecně příliš malé na to, aby byly ekologicky významné. *Rotaliida* jsou stenohalinní a mají toleranční limity v rozmezí 30—45 ‰. Extrémní hodnoty salinity a také teploty vody jsou limitujícími faktory pro velké foraminifery. Do jisté míry zmírňuje salinitu substrát, kde změny slanosti nejsou tak výrazné jako ve volné vodě.

Teplota vody ovlivňuje mnoho fyzikálních a chemických vlastností a biologických procesů v mořském prostředí. Foraminifery jsou poikilotermické, nedokáží regulovat svou teplotu, a proto je jejich tělesná teplota velmi blízká teplotě okolní vody. Díky jejich malé hmotnosti a rozměrům velmi rychle reagují na sebemenší změny v okolním prostředí. Obecně je teplota považována za jeden z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících rozšíření druhů či společenstev (Beavington-Penney, Racey 2004).

Substrát může výrazně regulovat rozšíření některých druhů velkých foraminifer. Substrát obsahuje anorganické a organické částice, dále intersticiální vodu a plyny. Na substrátu často závisí množství dostupných živin. Jedinci obývající hrubozrnější sediment si vytvářejí tlustší schránky s bohatým zdobením (Beavington-Penney, Racey 2004). Jedinci rodu *Nummulites* mají mnoho tvarů, jež vyplynuly z reprodukční strategie a podmínek prostředí jako byla například hydrodynamická energie substrátu a vody. Tyto faktory ovlivňují tloušťku (v hrubozrnějším sedimentu jsou stěny schránky tlustší), tvar (lentikulární schránky v jemnozrnějším sedimentu, zploštělé schránky v hrubozrnějším sedimentu) a velikost schránek (El Ayyat 2022).



Obr. 30: Distribuce hlavních faunistických asociací na karbonátových pločinách během eocénu (Beavington-Penney, Racey 2004).

11 Diskuze

Prvním úkolem při zpracovávání této práce bylo vymezit Schubertovu lokalitu. Pesl a Vaňová (1965) ve svém článku píše o Schubertově lokalitě, kterou popisují jako lokalitu Dolní mlýn nacházející se jižně od Březůvek. Při podrobnějším popisu však lokalitu situovali do ludkovického údolí, které se však nenachází jižně od Březůvek, ale prochází obcí Ludkovice jihozápadně od Březůvek. Schubert (1913) ve své práci lokalitu zasazuje do oblasti, kterou označuje jako Untere Mühle (Dolní mlýn). Místní oblast zvaná Mlýny se však nachází na jihu Březůvek a je od studované lokality vzdálená zhruba 700 m. Původní Schubertovu lokalitu tak lze ztotožnit s odkryvem hornin u pramene Lukáščena v údolí Březůveckého potoka. Pesl a Vaňová (1965) tedy popisovali jinou lokalitu, a to Ludkovice-Pradlisko (osobní sdělení Miroslav Bubík). Lokalita Ludkovice-Pradlisko představovala bývalý pískovcový lom, který je v současné době již zaniklý.

Na základě popisu hornin spodních luhačovických vrstev od Menčíka a Pesla (1966), kteří uvádějí vyšší obsahy glaukonitu a Jinochové a kol. (1999) uvádějících přítomnost glaukonitu pouze ve spodních luhačovických vrstvách, lze pískovce a jemnozrné slepence od Březůvek přiřadit právě ke spodním luhačovickým vrstvám. To podporují i závěry Bučka a Teťáka (2020), kteří popisují z jemnozrných pískovců až jemnozrných slepenců spodních luhačovických vrstev nálezy velkých foraminifer.

Stráník a kol. (2021) však ve spodních luhačovických vrstvách uvádí výskyt gradačního, planárního a konvolutního zvrstvení, která jsem na lokalitě nepotvrdila. V mikroskopické stavbě horniny převládají valounky křemene, které jsou značně opracované. Jsou přítomna zrna glaukonitu, který poukazuje na sedimentaci v mořském prostředí. Dále se objevují živce, plagioklas, zrna muskovitu a karbonáty tvořící v některých případech výplň komůrek velkých foraminifer (Tab. A, obr. 1). Nebyla provedena planimetrická analýza vzorků ale z mikroskopického popisu lze usuzovat, že zastoupení minerálů odpovídá mineralogickému popisu luhačovických vrstev od Eliáše a Stráníka (1994).

Při terénním výzkumu byly na odkryvu vymezeny 4 litofacie: střednozrné pískovce, hrubozrné pískovce, jemnozrné slepence a jemnozrný slepenec se závalky jílovců. Nejvíce zastoupen je jemnozrný slepenec. Odkryv je silně postižen zvětráváním. Horniny se drojí a nejsou soudržné. Ojedinele lze nalézt více zpevněné vápnité polohy. Podle Schuberta (1913) a Vaňové (1964) se schránky velkých foraminifer vyskytují v hrubozrném pískovci. Na lokalitě však bylo zjištěno, že všechny výše popsané vrstvy obsahují faunu velkých foraminifer nebo kaverny čočkovitého tvaru po vyvětralých jedincích. Stejně jak uvádí Schubert (1913), tak i v mém případě se zachovalejší jedinci vyskytují ve vápnitější a soudržnější hornině. Vyvětralé jedince lze nalézt hlavně ve zvětralém

materiálu pod lavicemi hornin v blízkosti odkryvu. Schránky jedinců fauny velkých foraminifer a také kaverny čočkovitého tvaru jsou v hornině orientovány souběžně s vrstevnatostí. Na základě špatného stavu zachování fosilií lze usuzovat, že materiál byl transportován a resedimentován. K podobnému závěru došla i Vaňová (1964). Schubert (1913) však píše, že se jedná o autochtonní materiál. To však stav zachování schránek vylučuje.

K determinaci zástupců fauny velkých foraminifer do druhu je zapotřebí orientovaného (ekvatoriálního) řezu schránkou. Vzhledem ke složitosti zhotovení takového řezu u jedinců v hornině se jej bohužel nepodařilo připravit. Dalšími faktory ztěžující determinaci jedinců je míra opracování schránek způsobená resedimentací materiálu což uvádí i Vaňová (1964). Schránky jsou v mnoha případech fragmentální nebo jinak poškozené.

Na základě morfologických znaků byli nalezení jedinci velkých foraminifer přiřazeni k rodu *Nummulites*, rodu *Discocyclina* a rodu *Asterocyclina*. Rod *Nummulites* je z lokality znám z prací Schuberta (1913) a Vaňové (1964), která měla k dispozici větší množství studované fauny, a tudíž identifikovala u každého zástupce rodu i formu jedince, tedy zda se jednalo o makrosférickou či mikrosférickou. U druhů *Nummulites striatus*, *N. murchisoni*, *N. millicaput* a *N. laevigatus* našla formy B. U druhů *Nummulites burdigalensis inkermanensis*, *N. gallensis*, *N. partschi* a *N. millicaput* našla formy A. Jediný druh *Nummulites millicaput* našla v obou formách. Při mém výzkumu jsem na lokalitě popsala jedince z rodu *Nummulites* jen ve formě A a to jak z výbrusů tak, i u separovaných jedinců. Rod *Nummulites* byl zaznamenán jak ve výbrusech, tak i u separovaných jedinců. Další nalezené rody *Discocyclina* a *Asterocyclina* byly popsány jen z výbrusů. Rod *Discocyclina* byl identifikován jen na lokalitě Bohuslavice nad Vlárí (Prever, Rzehak 1903) a Lidečko (Vaňová 1964). Rod *Asterocyclina* nebyl popsán z žádné jiné lokality s faunou velkých foraminifer na jv. Moravě. V luhačovických vrstvách na lokalitě Březůvky nebyly nalezeny žádné další fosilie, a to ani aglutinované foraminifery, které jsou v těchto vrstvách relativně hojné a byly popsány z vrhu Březůvky-1 (Menčík, Pešl 1964).

Racey (1992) uvádí, že velikost prolokulu je indikátorem eocenního stáří rodu *Nummulites*. Jedinci nalezení na lokalitě Březůvky jsou makrosférické formy s velkými prolokuly, tudíž splňují parametry pro zařazení do této stratigrafické úrovně. Rody *Asterocyclina* a *Discocyclina* vymizely na konci eocénu, což by mohlo znamenat, že jsou všichni nalezení jedinci stejného, tedy eocenního stáří (BouDagher-Fadel 2018; Ferràndez-Cañadell 2018). Vaňová (1964) se pokusila o detailnější biostratigrafické zařazení lokality a nalezená velká foraminiferová fauna podle ní indikuje stáří barton. Uvádí však, že asociace velkých foraminifer z Březůvek nemohla koexistovat ve stejný čas na jednom místě z důvodu rozdílného stratigrafického rozpětí některých nalezených jedinců.

Na základě asociace nalezených rodů velkých foraminifer z lokality Březůvky lze interpretovat podmínky někdejšího prostředí. I přestože podle Vaňové (1964) nalezené druhy nejsou přesně izochronní, lze provést rekonstrukci paleoprostředí díky podobným nárokům jednotlivých rodů. Skupina perforovaných velkých foraminifer odráží normální stav salinity mořské vody, a to v rozmezí od 32 až 38 psu. Lze usoudit, že se jednalo převážně o otevřenou část moře (El Ayyat 2022). Rody *Discocyclina* a *Asterocyclina* indikují hlubší mořské prostředí (Hallock a Glenn 1986). Stejně tak i nalezení jedinci rodu *Nummulites*, kteří jsou megalosféričtí (A-forma) se vyskytovali hlavně v hlubším mořském prostředí. Tlustá schránka lentikulárních jedinců rodu *Nummulites* indikuje dobrou fotickou zónu. Převaha rodu *Nummulites* indikuje oligotrofické podmínky prostředí. Tlustší schránky rodu *Nummulites* dokazují přítomnost hrubozrnějšího sedimentu nebo prostředí s výraznou dynamikou vody či turbulentními pochody. Nasvědčuje tomu i fakt, že jedinci vyskytující se v hrubozrnějších sedimentech si vytvářeli na schránce zdobení. Jedinci se skulpturou byli nalezeni i na lokalitě Březůvky. Většina velkých foraminifer je životně omezena teplotními maximy a minimy, tudíž se dá předpokládat, že se teplota vody pohybovala mezi 18 a 23 °C (El Ayyat 2022).

Lokalit s výskytem fauny velkých foraminifer je v Západních Karpatech poměrně mnoho. Jen v okolí Uherského Hradiště a Uherského Brodu jich Schubert (1909, 1913) zmiňuje 13. Výskytem velké foraminiferové fauny s širším geografickým zaměřením se zabývali Köhler a kol. (msc.). Ve své práci se soustřeďují na oblast karpatského flyše na Moravě.

Do ždánicko-podslezské jednotky náleží lokalita Holý vrch u Kurdějova. Ve společenstvu foraminifer zde byla mimo jiné Rzehakem (1922) nalezena *Orthophragmina (Discocyclina) aspera*. Na lokalitě Holý vrch-maják byly v hrubozrnném pískovci objeveny také druhy *Nummulites* sp. a *Asterocyclina* sp. V nedalekém lomě od předešlé lokality byly z pískovcových a slepencových poloh podmenilitového souvrství také popsány druhy *Nummulites kovacsiensis* a *Asterocyclina stellata*. V pískovcovém lomu asi 500 m od předchozí lokality byla opět nalezena obdobná asociace velkých foraminifer a to: *Discocyclina aspera*, *Nummulites variolarius*, *Asterocyclina stellata*. Všechna zmiňovaná společenstva od Kurdějova doprovázela i fauna rodu *Orbitoclypeus* a *Assilina*, dále pak úlomky mlžů, lilijic a jiné mořské fauny. Paleontologický obsah indikuje stratigrafickou pozici na přechodu středního a svrchního eocénu (Köhler a kol. msc). Boučkem a Přibylem (1954) byla studována lokalita v Bystřici nad Olší, spadající do menilitového souvrství ždánicko-podslezské jednotky. Z vápenců byla Biedou (1968) popsána bohatá fauna velkých foraminifer zastoupená druhy *Nummulites pernotus*, *N. burdigalensis*, *N. partschi*, *N. globulus granulatus*, *N. praecursor ornatus*, *N. vonderschmidti*, *N. partschi*, *N. aquitanicus*, *N. praelucasi*, *N. pustulosus*, *Discocyclina varians*, *D. strophilata*, *D. archiaci*, *D. scalaris*, *D. nummulitica*, *D. aspera*. Na lokalitě byli nalezeni i jedinci z rodů *Assilina*, *Alveolina* a *Operculina*. Nalezená fauna velkých foraminifer je autochtonní.

Stratigrafické zařazení lokality náleží do spodního eocénu. Z písčitých biodetritických vápenců získaných z polí j. od Ženkavy byli popsáni jedinci rodů *Nummulites* a *Discocyclina*, jež se zde vyskytovali v hojném množství. Konkrétně se jedná o druhy: *Nummulites partschi partschi*, *N. partschi tauricus*, *N. bactchisaraiensis*, *N. aff. praetuberculatus*, *N. globulus*, *N. ataticus*, *N. aff. subplanulatus*, *Discocyclina roberti*, *D. scalaris*, *Asterocyclina stellata*. Vápence s tímto společenstvem byly stratigraficky zařazeny do spodního lutétu. Jiné biodetritické vápence opět sesbírané z polí j. od Ženkavy poskytly faunu velkých foraminifer zastoupenou druhy: *Nummulites problematicus*, *N. incrassatus*, *N. aff. vascus* a *Asterocyclina* sp. Mimo ně zde byly nalezeny i malé foraminifery a ojedinele mechovky a úlomky jiné makrofauny. Stratigraficky byly vápence zařazeny do nejvyššího priabonu.

Do slezské jednotky náleží lokalita Hrachovec-cihelna. Z pískovců byla popsána Köhlerem fauna velkých foraminifer sestávající z druhů: *Nummulites aquitanicus*, *N. aff. burdigalensis*, *N. globulus*, *N. praelucasi ganensis*, *Discocyclina archiaci* a *Asterocyclina stellaris*. Pískovce kromě velkých foraminifer obsahovaly i malé foraminifery, úlomky mlžů, lilijic a mechovek. Stratigraficky lokalita spadá do spodního eocénu. Z hrubozrnného pískovce z blízkosti cihelny byla popsána fauna velkých foraminifer opět spadající do spodního eocénu. Velké foraminifer jsou zde zastoupeny rody: *Nummulites aff. buxtor*, *N. globulus*, *N. pernotus angustus*, *N. praelucasi*, *N. praelucasi ganensis*, *N. aff. prelaevigatus*, *Discocyclina neumannae*, *Asterocyclina stella*. Kromě velkých foraminifer zde byly popsány i úlomky vápnitých řas, mlžů, lilijic, mechovek a malých foraminifer (Köhler a kol. msc.).

Do předmagurské skupiny patří lokalita v Chvalčově. V lomu je odkryt přechod slepenců do hrubozrnných až jemnozrnných pískovců. Velké foraminifery jsou v pískovcích vzácné. Druhy nalezené na lokalitě jsou: *Nummulites incrassatus*, *N. variolarius*, *Discocyclina pratti*, *Asterocyclina cuvillieni*, *Asterocyclina* sp. také byli nalezeni jedinci rodů *Heterostegina* a *Orbitoclypeus*, mechovky, mlži, lilijice a vzácně malé foraminifery. Lokalita je stratigraficky zařazena do spodního priabonu. Do spodnoeocenní stáří mají i úlomky pískovců a slepenců z koryta potoka v obci Žopy. Velké foraminifery byly určeny Biedou (1968) do druhů: *Nummulites pernotus paraburdigalensis*, *N. planulatus*, *N. distans*, *N. partschi* a *Discocyclina archiaci*. Na lokalitě se vyskytují i malé foraminifery.

Velmi významnou lokalitou s výskytem velkých foraminifer v Račanské jednotce je Sulimov. Jedná se o vápenec nejspíše exotického původu, jelikož je obklopen pískovci. O vápenec se zajímal už Schubert (1913), který popsal následující druhy: *Nummulites distans*, *N. purchisoni*, *N. cf. ataticus*, *N. perforatus*, *Discocyclina* sp. a *Asterocyclina* sp. Bieda (1968) určil z lokality následující druhy: *Nummulites distans*, *N. purchisoni*, *N. bolcensis*, *N. partschi*, *Discocyclina* sp a jedince rodu *Operculina*. Další výzkumy Köhlera uvádějí následující druhy: *Nummulites ataticus*, *N. aff. distans*, *N.*

gallensis, *N. heimi*, *N. partschi*, *N. pernotus*, *N. pratti*, *N. archaici*, *Discocyclina archiaci*, *D. neumannae*, *D. pratti* a *Asterocyclina* sp., také byli popsáni jedinci rodu *Operculina* a *Orbitoclypeus*. Schubertův seznam (1913) je nutno podle Köhlera a kol. (msc.) brát s rezervou. V čase, kdy zde prováděl své výzkumy, nebyly některé dnes známé druhy velkých foraminifer ještě popsány. I přesto lze lokalitu zařadit do středního eocénu, konkrétně spodního lutétu. V soláňských vrstvách račanské jednotky v obci Ježov se nachází pískovcový lom. V poloze nesoudržných hrubozrnných pískovců se nacházejí schránky velkých foraminifer. Společenstvo je zastoupeno druhy: *Nummulites atacicus*, *N. ex gr. N. burdigalensis*, *N. distans*, *N. ex gr. N. nitidus*, *N. partschi*, *N. pratti* a *N. rotularius*. Asociace těchto druhů indikuje stratigrafické rozhraní do spodního a středního eocénu. Na lokalitě Blatnička byla objevena v průzkumných rýhách spodnoeocenní redeponovaná fauna velkých foraminifer. Fosilie se nacházely v drobových, glaukonitových pískovcích. Jedná se o faunu s druhy: *Nummulites aquitanicus*, *N. burdigalensis*, *N. partschi*, *N. planulatus*, *N. cf. praelevigatus*, *N. pratti*, *Discocyclina archiaci* a *Asterocyclina* sp. Vrstvy náleží dle stratigrafické pozice a litologie do zlínského souvrství, není však jasné, zda k račanské nebo bystrické jednotce.

Buček a Teťák (2020) studovali slovenské lokality Javorníky a Orava. Z Javorníků popsali chudší společenstvo velkých foraminifer s druhy *Discocyclina archiaci*, *D. cf. pseudoaugustae*, *Nummulites aquitanicus* a *Asterocyclina* sp. Nalezená fauna indikuje starší eocén, konkrétně stupeň ypres. Lokalita spadá do spodních luhačovických vrstev a vyskytují se zde glaukonitické pískovce. Glaukonitické pískovce naleziště Orava spadají do bystrických vrstev zlínského souvrství. Fauna velkých foraminifer je zastoupena druhy z různých stratigrafických horizontů. Druhy *Nummulites cf. exilis*, *N. cf. globulus*, *Discocyclina archiaci* a *Asterocyclina stela taramellii* spolu s jedinci z rodů *Orbitoclypeus* a *Miscellanea* náleží ke spodnímu eocénu. Druhy *Discocyclina dispansa*, *D. discus*, *Nummulites lehneri*, *N. cf. laevigatus*, *N. cf. gallensis*, *N. cf. manfredi* a *Asterocyclina stella* spolu s jedinci rodu *Orbitoclypeus* indikují střední eocén (lutét). Druhy *Discocyclina discus*, *D. cf. pratti*, *D. chudeaui*, *Nummulites variolarius*, *N. cf. brongniarti* jsou nejmladšími druhy na lokalitě a určují stáří do středního eocénu (mladší barton).

Z výše uvedeného přehledu vyplývá, že lokalita Březůvky představuje jedinečné naleziště velkých foraminifer. Z horninového zastoupení jsou Březůvkám nejvíce podobné lokality Javorníky a Orava. Podle Bučka a Teťáka (2020) se jedná o stejný typ hornin, tedy glaukonitické pískovce spodních luhačovických vrstev. Další lokality, které mají obdobné rodové složení společenstev velkých foraminifer jako Březůvky jsou Holý vrch u Kurdějova, Chvalčov a Žopy (Köhler a kol. msc.). Na lokalitě Chvalčov byl Köhlerem a kol. (msc.) popsán i výskyt jemnozrnného pískovce. Lokality s hrubozrnným pískovcem jako Hrachovec a Ježov jsou zmíněny Köhlerem a kol. (msc.). Na lokalitě Blatnička jsou drobové pískovce obsahující glaukonit. Ze stratigrafického hlediska je nejbližší k lokalitě Březůvky

lokalita Orava na Slovensku, na které byly popsány druhy stejného stáří, tedy bartonské (Buček, Teťák 2020). Další stratigraficky blízké lokality jsou naleziště Holý vrch u Kurdějova (Köhler a kol. msc.). Lokalita Březůvky představuje jedinou lokalitu s doloženým stupněm barton v karpatském flyši na Moravě. I z hlediska asociace velké foraminiferové fauny je lokalita Březůvky výjimečná. Druhy *Nummulites striatus*, *N. burdigalensis inkemanensis*, *N. millecaput*, *N. millecaput minor* a *N. laevigatus*, které popsala Vaňová (1964) se vyskytují pouze v Březůvkách.

12 Závěr

Předložená bakalářská práce je shrnutím dosavadních informací o luhačovických vrstvách zlínského souvrství se zaměřením na okolí Březůvek. Podává dosavadní informace o paleontologických výzkumech velkých foraminifer na jv. Moravě, které byly v této oblasti prováděny počátkem 20. století, s detailnějším zaměřením na lokalitu Březůvky. Během řešení úkolu byl proveden terénní výzkum a sběr a determinace nalezených fosilií. Velké foraminifery se na lokalitě vyskytují v jemnozrnných slepencích i pískovcích. Volné schránky byly nalezeny i v detritu zvětralých sedimentů. Mikroskopickým studiem byl doložen relativně hojný výskyt rodu *Nummulites*. Nově byly z lokality popsány rody *Discocyclina* a *Asterocyclina*. Nalezené rody potvrzují eocenní stáří místních hornin. Z hlediska paleontologického a stratigrafického je lokalita Březůvky unikátním nalezištěm fauny velkých foraminifer v Karpatském flyši na Moravě.

13 Použitá literatura

Beavington-Penney S. J., Racey A. (2004): Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis. – *Earth-Science Reviews* 67, 3–4, 219–265. Cardiff.

Bieda F. (1953): O nummulitech. – *Vesmír*, 32, 10, 343–344. Praha.

Bieda F. (1968): Formacja numulityczna w Zachodnich Karpatach fliszowych. – *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 38, 2–3, 233–274. Krakov.

Bouček B., Příbyl A. (1954): O podslezském paleogénu z okolí Bystřice n. O. a jeho exotických blocích, zejména uhelného vápence s faunou (Viseén). – *Přírodovědecký sborník Ostravského kraje*, 15, 220–235. Opava.

BouDagher-Fadel K. M. (2018): Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera, 2nd edition. – UCL Press, Londýn.

Bubík M., Ciurej A., Kaminski M. A. (2015): A Brief Biography of Richard Johann Schubert (1876–1915). – 16th Czech-Slovak-Polish Palaeontological Conference & 10th Polish Micropalaeontological Workshop, Abstract Book and Excursion Guide, v–xx.

Buček S., Teťák F. (2020): Velké bentické dierkavce z eocénnych glaukonitových pieskocov magurského príkrovu (Orava a Javorníky). – *Geologické práce, Správy* 135, 3–16. – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Čtyroký P., Stráník Z. (1995): Zpráva pracovní skupiny české stratigrafické komise o regionálním dělení Západních Karpat. – *Věstník Českého geologického ústavu*, 70, 3, 67–72, Praha.

Demek, J. (2006). *Zeměpisný lexikon ČR Hory a nížiny*. – AOPK ČR, Brno.

El Ayyat A. M. (2022): Paleoenvironmental reconstruction, paleoecology and sequence stratigraphy of some Nummulites buildups in Egypt. – *Carbonates and Evaporites*, 37, 60. <https://doi.org/10.1007/s13146-022-00807-z>

Ferrández-Cañadell C. (2018): Serpulids on living Eocene larger foraminifer *Discocyclina*. – *Symbiosis* 76, 229–242. <https://doi.org/10.1007/s13199-018-0554-3>

Eliáš M., Stráník Z. (1994): Facie spodního a středního eocénu račanské jednotky magurského flyše a korelace s jejich ekvivalenty v rhenodanubském flyši. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1993*, 23–24. – Academia, Praha.

Hallock P., Glenn Ch. E. (1986): Larger Foraminifera: A Tool for Paleoenvironmental Analysis of Cenozoic Carbonate Depositional Facies. – *Palaios* 1, 55–64. <https://doi.org/10.2307/3514459>

Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – Academia, Praha.

Jinochová J., Kašpárek M., Majer V., Manová M., Müller V., Nováková D., Rudolský J., Šalanský K., Vůjta M. (1999): Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000 list 25–34 Luhačovice. – Český geologický ústav, Praha.

Köhler E., Bubík M., Soták J. (msc.): Paleogenní velké foraminifery karpatského flyše na Moravě, Česká republika.

Matějka A., Roth Z. (1956): Geologie magurského flyše v severním povodí Váhu mezi Bytčou a Trenčínem. – *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, 32, 7–332, Praha.

Menčík E., Pesl V. (1957): Několik poznámek o výzkumu magurského flyše v území severozápadně od Luhačovic. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1956*, 125–126. – Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

Menčík E., Pesl V. (1964): Naftově geologický výzkum a zhodnocení karpatského flyše. Úkol 1100. Vrtba Březůvky-1. – Československé naftové doly n. p. Výzkumný ústav, Brno.

Menčík E., Pesl V. (1966): Geologická stavba antiklinálních pásem Čertových kamenů a luhačovicko-lačnovského v račanské jednotce magurského flyše. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1965*, 252–254. – Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

Pesl V., Jurášová F., Plička M., Žůrková I., Michalíček M., Šimánek V., Šmíd B., Uhmán J., Váňová M. (1973): Hlavní výsledky vrtu Lidečko-1 (okres Vsetín). – *Věstník Ústředního ústavu geologického* 48, 2, 79–84. Academia, Praha.

Pesl V., Vaňová M. (1965): Březůvky – lokalita nummulitové fauny v luhačovických vrstvách. – *Správy o geologických výzkumech v roce 1964*, 75–76. – Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Picha F. J., Stráník Z., Krejčí O. (2006): Geology and Hydrocarbon Resources of the Outer Western Carpathians and Their Foreland, Czech Republic. – *The Carpathians and Their Foreland: Geology and Hydrocarbon Resources*, 49–175. – AAPG Memoir 84.

Pokorný V. (1954): Základy zoologické mikropaleontologie. – Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

Prever P. L., Rzehak A. (1903): Über einige Nummuliten und Orbitoiden von österreichischen Fundorten. – Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, 42, 190–204, Brno.

Racey A. (1992): The relative taxonomic value of morphological characters in the genus Nummulites (Foraminifera). – Journal of Micropaleontology, 11, 197–209, Chester.

Renema W., Racey A., Lunt P. (2003): Paleogene nummulitid foraminifera from the Indonesian Archipelago: a review. – Cainozoic Research, 2, 1/2, 23–78.

<https://natuurtijdschriften.nl/pub/541685>

Rzehak A. (1922): Das mährische Tertiär. – Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky, svazek 3, 3–51. Praha.

Samuel O. (2000): Geologický slovník Zoopaleontológia. – Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Saraswat R., Nigam R. (2013): Benthic foraminifera. – In: Elias S. A., Mock C. J.: Encyclopedia of Quaternary Science vol. 2., 765–774. – Elsevier, Amsterdam.

Schubert J. R. (1909): Neue Andesitvorkommen aus der Gegend von Boikowitz (Südostmähren). – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 396–404, Vídeň.

Schubert J. R. (1913): Über mitteleocäne Nummuliten aus dem mährischen und niederösterreichischen Flysch. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 123–128, Vídeň.

Sinanoglu D., Sasmaz A. (2019): Geochemical evidence on the depositional environment of Nummulites accumulations around Elazığ, Sivas, and Eskişehir (Turkey) in the middle Eocene sub-epoch. – Arabian Journal of Geosciences 12, 759. <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4920-0>

Stráník Z., Adámek J., Brzobohatý R., Buchta Š., Dudek A., Grygar R., Nývlt D., Otava J., Pálenský P., Tyráček J. (2021): Geologie Vnějších Západních Karpat a jihovýchodního okraje Západoevropské platformy v České republice. – Česká geologická služba, Praha.

Stráník Z., Menčík E., Eliáš M., Adámek J. (1993): Flyšové pásmo Západních Karpat, autochtonní mesozoikum a paleogén na Moravě a ve Slezsku. – In: Přichystal A., Obstová V., Suk M.: Geologie Moravy a Slezska, 107–120. Moravské zemské muzeum, Brno.

Špínar Z. (1965): Systematická paleontologie bezobratlých. – Academia, Praha.

Vaňová M. (1964): Velké foraminifery z lokality Březůvky (lom) a z okolia Lidečka. – Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Vůjta M. (1997): Geologická mapa ČR list 25–34 Luhačovice, měřítko 1 : 50 000. – Český geologický ústav. Praha.

Internetové zdroje:

www1: <https://jirikalab.estranky.cz/clanky/maly-pruvodce-zlinskym-krajem/maly-pruvodce-zlinskym-krajem.html> Navštíveno 21. 10. 2022.

www2:
<https://mapy.cz/zakladni?l=0&source=muni&id=3088&ds=1&x=17.8863084&y=49.1109504&z=11>
Navštíveno 19. 1. 2023

www3:
<https://mapy.cz/zakladni?source=muni&id=3051&ds=1&x=17.7136041&y=49.1424643&z=16>
Navštíveno 27. 2. 2023