

Gymnázium Přírodní škola, o.p.s.
Profilová práce — třída Ný
Vyšší stupeň studia
2021/2022

Jiří Bruthans

**Foraminifery a jiné mikroorganismy z
lochkovu a pragu českého devonu
Barrandienu**

Vedoucí práce: Mgr. František Tichý

Datum odevzdání: 5.11.2021

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Poděkování

Rád bych poděkoval doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc. odbornou pomoc při určování foraminifer a také za poskytnutou literaturu k mikroorganismům českého devonu. Mé díky také patří RNDr. Ladislavu Slavíkovi, CSc. za poskytnuté vzorky, které jsem ve své práci zpracovával, rovněž i za informace ke zpracované lokalitě. V neposlední řadě bych také rád poděkoval Mgr. Martině Kočové Veselské, Ph.D. za to, že jsem se mohl podílet na přípravě vzorků pro vakuum embedding techniku (CitoVac přístroj) i za jejich konzultaci, RNDr. Martinu Mazuchovi, Ph.D. za pozlacení vzorků a pomoc při manipulaci na elektronovém mikroskopu a Mgr. Františku Tichému který byl vedoucím mé profilové práce.

Záměr práce

Stanovil jsem si následující záměr práce, s minimálním rozsahem šesti zpracovaných vzorků: „Moje práce se bude zabývat mikropaleontologickým průzkumem geologické lokality - lom Požáry, Praha. Bude zaměřená na mikrofosílie (velikost několika milimetrů nebo mikrometrů), zejména na schránky foraminifer (dírkonožci). Materiál, který budu během práce zpracovávat je zcela unikátní, protože lom Požáry, kde byli vzorky odebrané, je zatopený. Vzorky budu probírat pod binokulární lupou a následně fotit s pomocí skenovacího elektronového mikroskopu na Přírodovědecké fakultě UK. Výstupem bude teoretická práce s Příloženými fotografiemi a seznamem nalezených foraminifer, jejíž součástí bude porovnání s podobnou prací z jiné lokality a určení morfotypů foraminifer. Zpracuji materiál z minimálně šesti různých vzorků.“

Anotace

Tato práce se zabývá mikropaleontologickým průzkumem geologické lokality - lom Požáry, Praha. Jedná se o lokalitu, kde se nachází mezinárodně uznávaný stratotyp (oporný profil) pro začátek oddělení přídol. Díky tomu je velmi dobře zpracovaný mezinárodním týmem odborníků.

Tato práce, přináší první informace o foraminiferách vyskytujících se na této lokalitě, a i o dalších mikrofosíliích, které se na této lokalitě vyskytují. Vzorčky z lomu Požáry jsem probíral pod binokulární lupou a následně fotil s pomocí skenovacího elektronového mikroskopu na Ústavu geologie a paleontologie, Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Podařilo se mi nalézt mnoho schránek foraminifer, které jsem z pomoci konzultanta určil, a i mnoho jiných mikrofosílií a bioklastů, které jsem se také pokusil určit.

Klíčová slova

foraminifery; lom Požáry; devon; mikrofosílie

Annotation

This paper is focused on the micropaleontological research of the Požáry Quarry, Prague. It is the locality, where the international stratotype of the Přídolí Stage has been described. Because of that, it has studied for a long time by international teams of experts.

This paper brings first informations about foraminifera in this locality, and about other microfossils, which were found at this locality. Selected specimens from Požáry Quarry (from the residuum after the dissolution) searched with ocular magnifying glass were studied on SEM – Scanning electron microscope at the Institute of geology and palaeontology at the Faculty of science, Charles University. I found tens of foraminifera which were determined and hundreds of another microfossils and bioclasts.

Keywords

foraminifera; Požáry Quarry; Devonian; microfossils

Obsah

1 Úvod.....	6
1.1.1 Foraminifery.....	6
1.2 Lom Požáry.....	7
2 Geologický přehled.....	9
2.1 Pražská pánev.....	9
2.2 Devon pražské pánve.....	9
2.2.1 Stupeň lochkov.....	10
2.2.2 Stupeň prag.....	11
2.2.3 Stupeň ems (zlíchov).....	11
3 Stav poznatků.....	13
4 Metodika.....	16
4.1 Sběr vzorků a jejich vyplavování.....	16
4.2 Probírání vzorků.....	16
4.3 Fotodokumentace vzorků pod SEM.....	20
4.4 Studium schránek brachiopodů se strukturami podobnými mikrovrťbám, metodou pryskyřičných odlitků.....	22
5 Nalezené druhy fosílií.....	24
5.1 Lasturnatky (<i>Ostracoda</i>).....	24
5.2 Lilijice (<i>Crinoidea</i>).....	25
5.3 Plži (<i>Gastropoda</i>).....	26
5.4 <i>Proastrum</i>	27
5.5 Ramenonožci (<i>Brachiopoda</i>).....	28
5.6 Tentaculiti (<i>Tentaculita</i>).....	29
6 Výsledky.....	30
6.1 Nalezené mikrofosílie.....	30
6.2 Výskyt foraminifer.....	30
6.3 Výskyt ostatních mikrofosílií.....	33
6.4 Výskyt mikrovrteb.....	34
6.5 Získané zkušenosti.....	34
7 Diskuse.....	35
8 Závěr.....	36
9 Použitá literatura.....	37

10 Seznam obrázků a tabulek.....	39
----------------------------------	----

1 ÚVOD

Cílem mé práce této práce bylo prohlédnout některé ze vzorků z lomu Požáry, které mi laskavě poskytl RNDr. Ladislav Slavík, CSc. z Geologického ústavu Akademie věd České republiky (obr. 1), a nalézt v nich co nejvíce mikrofosilií a ty následně určit. Ze začátku jsem se chtěl zaměřit pouze na studium foraminifer, ale nakonec jsem téma práce rozšířil i na jiné druhy mikrofosilií bezobratlých živočichů.

Tato práce byla s menšími úpravami použita také jako práce SOČ v roce 2020.



Obrázek 1 Fotografie jednoho ze vzorků (foto autor)

1.1.1 Foraminifery

Foraminifery, jinak také dírkonožci, jsou jednobuněčné organismy, pro které je charakteristické to, že si kolem sebe stavějí schránku. Schránka je nejčastěji z uhličitanu vápenatého, slepených zrníček nebo chitinu¹ Můžeme nalézt jejich fosílie v mořských sedimentech z různých geologických období, i živé jedince kteří se vyskytují ve všech klimatických zónách a tvoří významnou část bentosu a planktonu.² V současnosti je známo asi 40 000 druhů foraminifer, a z toho jen 4 000 druhů recentních.² Foraminifery na zemi existují od prekambria, (800 miliónů až 1,2 miliardy let).³

Většina druhů foraminifer je bentických. Mezi takové patří například foraminifery rodu *Nummulites*, jejichž schránky, které dosahovaly i velikosti 6 cm v průměru, je možné pozorovat ve vápenci egyptských pyramid, nebo foraminifery rodu *Orbitolina* z křídly.³ Bentické druhy foraminifer jsou známy od kambria do recentu.

Planktonní druhy foraminifer se vyskytují od svrchní jury³, i když velký rozvoj prodělaly až na začátku terciéru a probíhá až do současnosti.² V současné době jejich schránky, které zůstanou po uhynutí organismu, často tvoří takzvaný „sníh“ na dně oceánů.³ V České republice můžeme jejich fosílie nalézt v sedimentech české křídové pánve a karpatské soustavy.³ Mezi planktonní druhy patří například zástupci čeledi *Globigerinida*.³

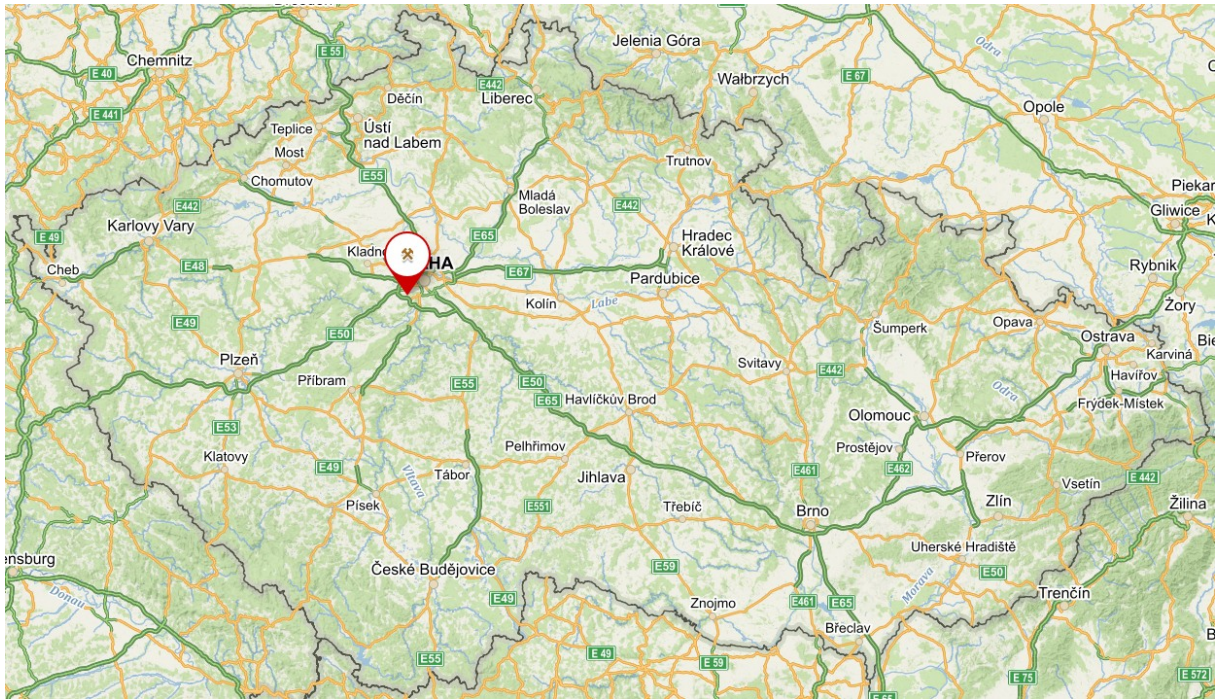
Díky své rozmanitosti a častému výskytu v mořských sedimentech se foraminifery velmi úspěšně využívají jako biostratigrafické indikátory pro svrchní devon až recent.³ I současné foraminifery mají velký význam, a to hlavně při ovlivňování složení biosféry a atmosféry díky tomu že ukládají plynný CO₂ do svých schránek. Na základě jejich výskytu v horninách je možné také najít ložiska ropy.³

1.2 Lom Požáry

Lom Požáry je součástí národní přírodní památky na území Prahy (viz obr. 2).⁴ V minulosti se zde těžil vápenec ve třech lomech s označením Požáry 1, Požáry 2 a Požáry 3.⁴ Během těžby zde byl odkryt skalní profil, který byl poprvé popsán roku 1937.⁴ Jsou zde zachycena souvrství svrchního siluru a spodního devonu (Chlupáč a kol., 1992).

Byl zde roku 1984 uznán mezinárodní stratotyp (oporný profil) začátku stupně přídolí.⁴ Tedy sled vrstev, které definují hranici mezi oddělením přídolí a ludlow.⁴ Díky přítomnosti mezinárodního stratotypu je lom Požáry od roku 1992 národní přírodní památkou a také lokalitou ohromného významu pro mezinárodní vědeckou komunitu.⁴

Studované vzorky pochází z profilu Požár 3 (Slavík a Hladil 2019), který je bohužel v současné době zatopený.



Obrázek 2 Poloha lomu Požáry na mapě České republiky (mapy.cz)

2 GEOLOGICKÝ PŘEHLED

2.1 Pražská pánev

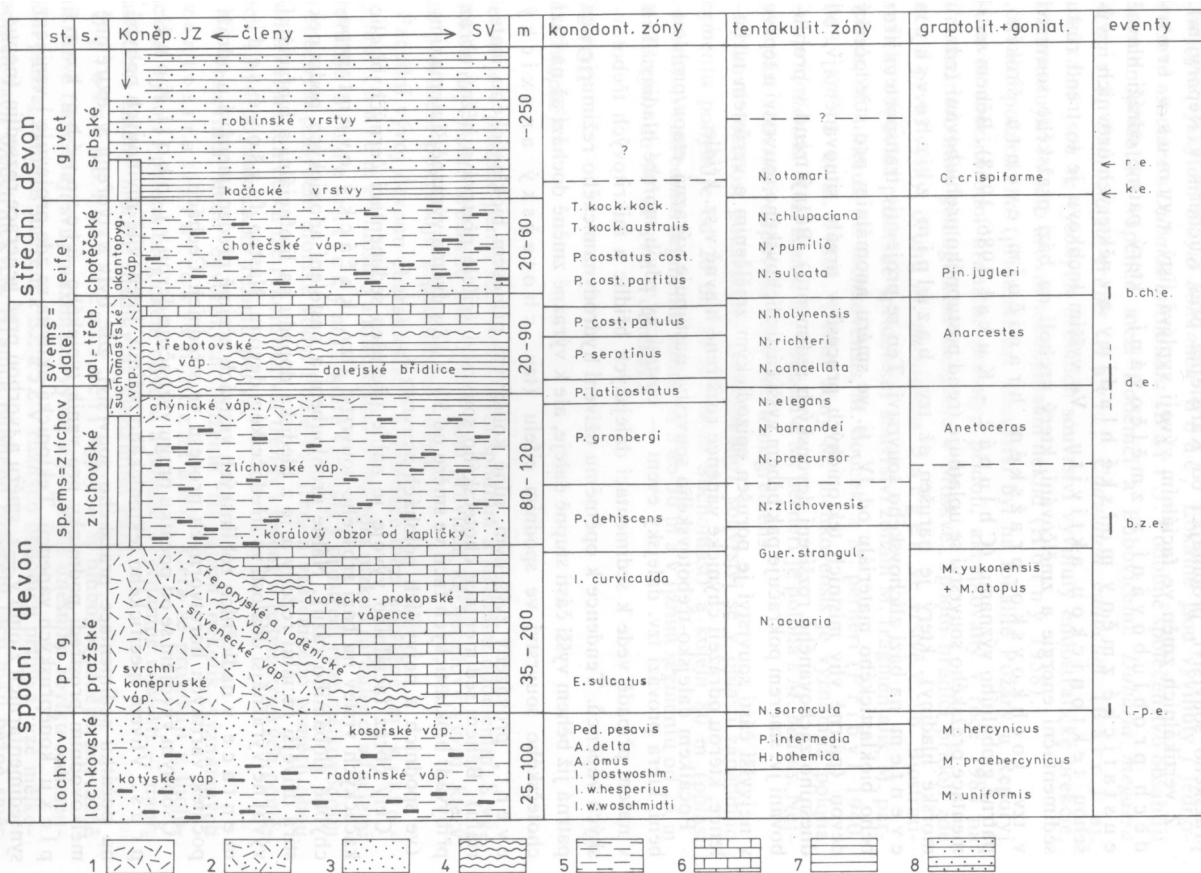
Vzorky, se kterými jsem během své práce pracoval, pocházejí z oblasti, kterou geologové nazývají pražská pánev. Ta je součástí většího geologického celku, táhnoucího se od Prahy až k Plzni, Barrandienu. Barrandien je jednou z celosvětově nejvýznamnějších oblastí, zvláště pokud hovoříme o jeho části obsahující zkameněliny ze spodního paleozoika.

Podle Chlupáče a kol. (1992) se samotná pražská pánev táhne od Starého Plzence, přes Prahu až k Brandýsu nad Labem. Jedná se o poměrně úzkou depresi (její šířka nepřesahuje 25 km), která byla možná i s přilehlými oblastmi v paleozoiku zalitá mořem. Z počátku měla charakter poměrně mělkého zálivu, později však v důsledku tektonické činnosti byla rozdělena na menší kry, z nichž některé vystoupaly nahoru a některé naopak klesaly dolů.

Sedimentace v pražské pánvi začala transgresí ve spodním ordoviku a byla ukončena ve středním devonu díky variské orogenezi (Chlupáč a kol., 1992).

2.2 Devon pražské pánve

Devon se dělí na spodní, střední a svrchní. V pražské pánvi jsou zastoupeny jeho jednotky lochkov, prag, ems, eifel a givet (obr. 3). Zpracované vzorky pocházejí ze stupňů lochkov, prag a spodní ems, tedy ze spodního devonu.



Obrázek 3 Stratigrafická tabulka českého devonu Barrandienu, Chlupáč a kol. (1992)

2.2.1 Stupeň lochkov

Chlupáč a kol. (1992) uvádí, že lochkovské souvrství se dělí na vápence radotínské a kotýské. Studované vzorky pocházely z tmavě šedých dobře zvrstvených vápenců. Studovaný materiál pocházel nejspíše z kotýských vápenců

2.2.1.1 Radotínské vápence

Radotínské vápence jsou hlubokovodní, střídají se v nich černošedé deskovité bitominózní vápence s vložkami tmavých vápenných břidlic s hojnými trilobity, brachiopody, mlži, hlavonožci a jinou faunou.

2.2.1.2 Kotýské vápence

Kotýské vápence jsou mělkovodní světle šedé biodetritické krinoidové vápence s brachiopody, trilobity, konodonty atd.

2.2.2 Stupeň prag

Podle Chlupáče a kol. (1992) se spodní hranice souvrství vyznačuje nástupem světlejších, hruběji biodetritických či mikritových vápenců. Svrchní hranice souvrství je vymezena nástupem biodetritických vápenců nadložního zlíčovského souvrství, tzv. korálovým obzorem od Kapličky. Pražské souvrství je faciálně velmi pestré, od hlubokovodních mikritových vápenců, přes mělkovodnější biodetritické až útesové koněpruské vápence. Během sedimentace pražského souvrství docházelo rovněž k prohlubování pražské pánve (Chlupáč a kol., 1992).

Významné odkryvy pražského souvrství můžeme nalézt v údolí Vltavy v Praze, v Dalejském, Prokopském a Radotínském údolí, nebo i na mnoha jiných místech. Pražské souvrství se dělí na vápence koněpruské, slivenecké, řeporyjské, loděnické a dvorecko-prokopské. Zpracovávané vzorky pocházely ze všech těchto vápenců, kromě vápenců koněpruských.

2.2.2.1 *Koněpruské vápence*

Koněpruské vápence jsou mělkovodní, reprezentují útes. Jsou biodetritické, zbarvené bělavě až světle šedě. Obsahují různé druhy lilijic, brachiopodů, mechovek, korálů, trilobitů, měkkýšů atd.

2.2.2.2 *Slivenecké vápence*

Slivenecké vápence jsou hrubě vrstevnaté, červené, biodetritické. Převažují v nich články lilijic, trilobiti, brachiopodi, plži, tentakuliti, ostrakodi, konodonti atd.

2.2.2.3 *Řeporyjské vápence*

Řeporyjské vápence mají červenou až hnědočervenou barvu. Jsou mikritové až biomikritové. Vyskytují se v nich trilobiti, hlavonožci, mlži atd.

2.2.2.4 *Loděnické vápence*

Loděnické vápence jsou deskovité, biomikritové vápence. Ve fauně převažují krinoidi, trilobiti, tentakuliti, konodonti a další.

2.2.2.5 *Dvorecko-prokopské vápence*

Dvorecko-prokopské vápence jsou převážně šedé mikritové nebo biomikritové s hojným výskytem trilobitů, hlavonožců, mlžů, ostrakodů, korálů, tentakulitů a také například konodontů.

2.2.3 Stupeň ems (zlíchov)

Podle Chlupáč a kol. (1992) tomto stupni převládají šedé či tmavě šedé jemně biodetritické a mikritové vápence s tmavými rohovci.

2.2.3.1 Zlichovské vápence

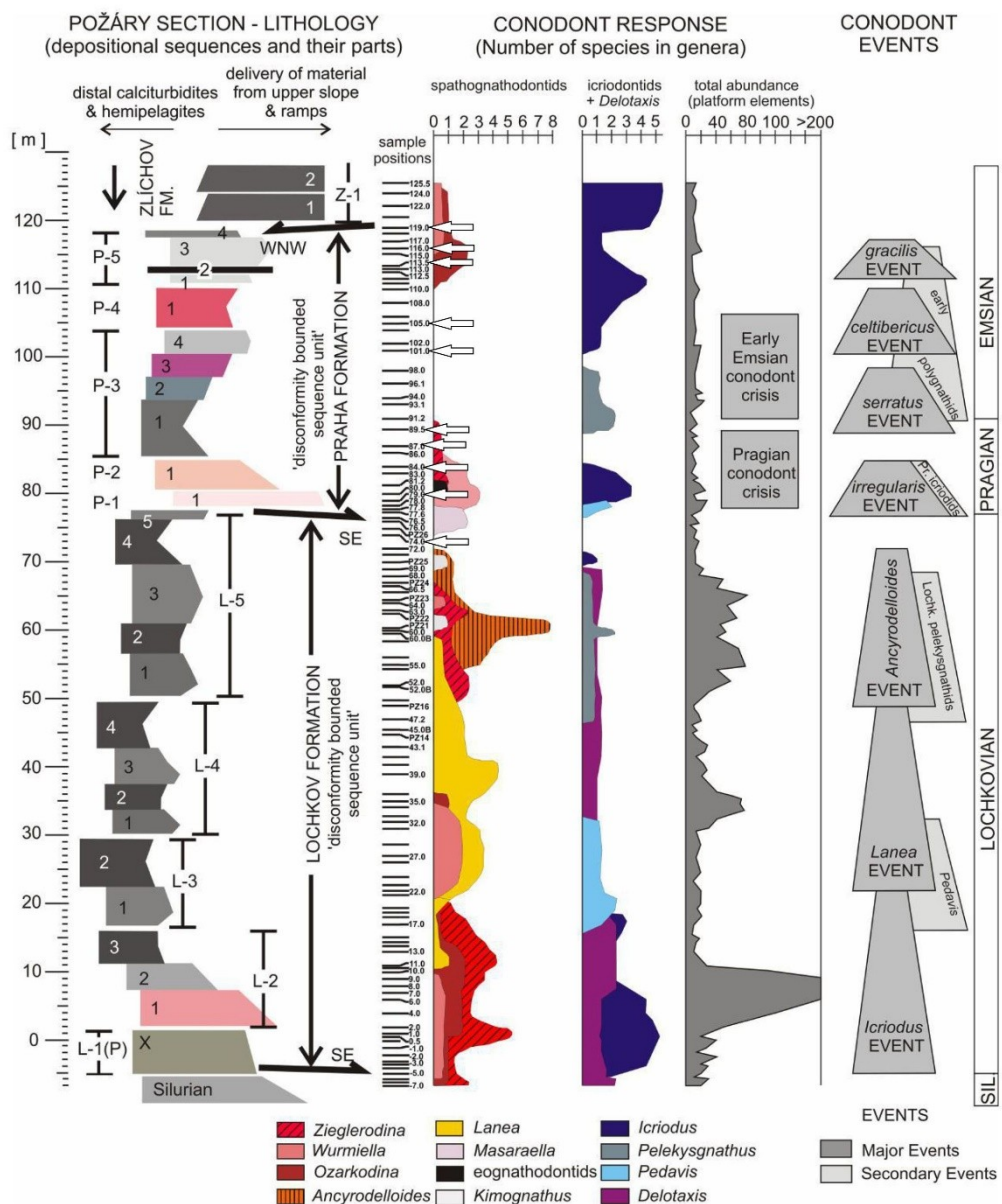
Studované vzorky pocházejí i ze zlichovských vápenců, které charakterizují hojně trilobiti, brachiopodi, tentakuliti, goniatiti atd.

3 STAV POZNATKŮ

Geologii a stratigrafií devonu se v minulém století zabýval zejména prof. Ivo Chlupáč (viz. Chlupáč a kol., 1992).

V posledních letech se hranicí silur-devon a devonem v pražské pánvi z pohledu biostratigrafie a studia konodontů také věnovali například Slavík a kol. (2012), Vacek a kol. (2018), Slavík a Hladil (2019) a další.

Foramifery devonu pražské pánve v poslední době studovali například Holcová (2002) (obr. 5), Holcová (2004), Holcová a Slavík (2013).



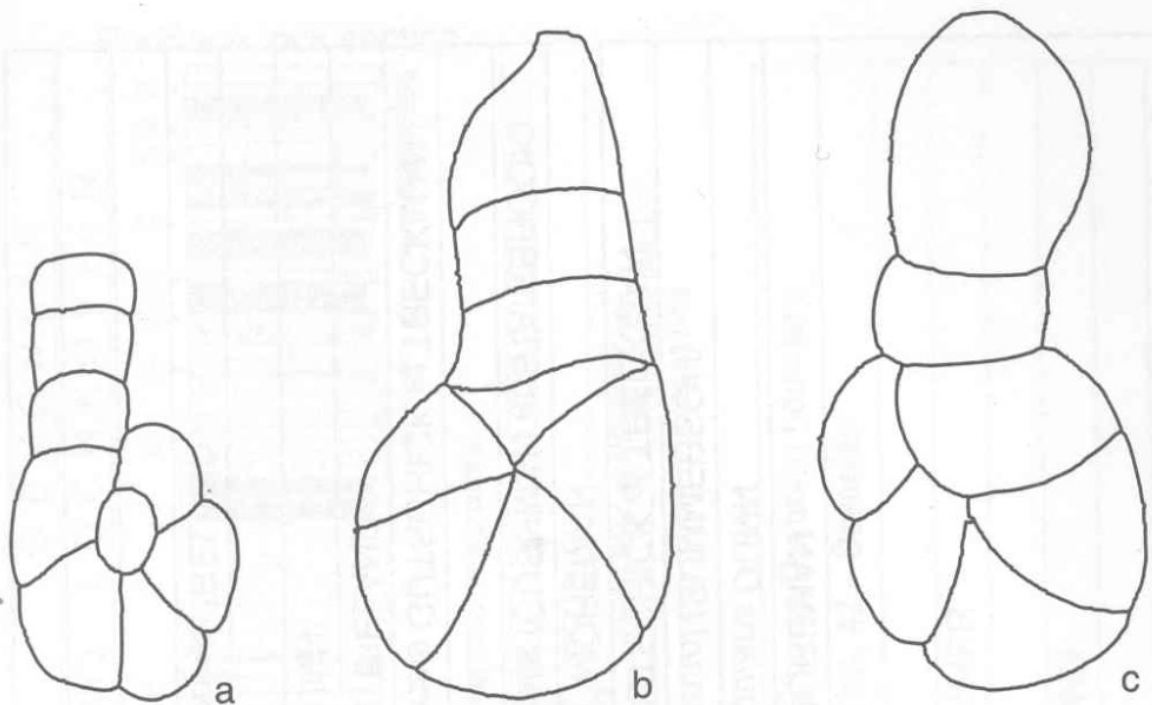
Překlad popisu k profilu z práce Slavík a Hladil (2019) (obr. 4):

„Profil Požáry, jsou v něm zastoupeny horniny stupně přídolí a zlíchov.

L-1 (P) – lochkov 1, hrubší krinoidové vápence, prostřední svrchních poloh mořského svahu, L-2 – lochkov 2, detritová báze lochkovu, směrem vzhůru v profilu hlubokovodnější sedimenty, L-3 – lochkov 3, ukončuje spodní část sekvence lochkovu, P-1 – koněpruské vápence, P-2 – slivenecké vápence, P-3 – loděnické vápence, P-4 – řeporyjské vápence, P-5 – dvorecko-prokopské vápence, Z-1 – bazální část zlíchovských vápenců, horizont U Kapličky zde chybí. Další rozdělení litostratigrafických jednotek:

(L-1/P) X – dobře zvrstvený interval bazálního lochkovu, (L-2) 1 – spodní lochkovské vápence, hrubě biodetritické krinoidové, růžová barva, jsou nad diskonformitou s erozní bází, (L-2) 2 – žluto-šedé krinoidové vápence, (L-2) 3 – černo-šedý interval se zřetelnými cykly po 1 metru, (L-3) 1 – středně šedý interval se zjevnou cyklicitou, ostré rozhraní u některých vrstev, (L-3) 2 – planární zvrstvení jemně zvrstvených poloh, (L-4) 1 – středně šedé, planární zvrstvení s detritovým materiálem, (L-4) 2 - černo-šedý interval s cykly 0,5 m, (L-4) 3 – středně až světle šedé, jemně růžové vápence, dobře zvrstvené, ale pevné, (L-4) 4 – černo-šedý interval s cykly 0,5-2 m, nejtenčí vrstvy jsou s konkracemi, (L-5) 1 – středně šedý, zjevně laminovaný planárně zvrstvený vápenec, (L-5) 2 - tmavě šedý, jemně nažloutlý vápenec, (L-5) 3 – světle šedý, dobře zvrstvený ale pevný vápenec, (L-5) 4 - tmavě šedý, dobře zvrstvený, pevný vápenec, (L-5) 5- středně šedý, extrémně tenké vrstevnatý vápenec, (P-1) 1 – falešný koněpruský vápenec, ostrá diskonformita na bázi, (P-2) 1 – slivenecké vápence, (P-3) 1 – tmavě šedé, bazální část loděnických vápenců, (P-3) 2 – šedo-fialové loděnické vápence, (P-3) 3 – fialové loděnické vápence, (P-3) 4 - šedé svrchní loděnické vápence, (P-4) 1 - červené řeporyjské vápence (event.), (P-5) 1 - spodní dvorecko-prokopské vápence, (P-5) 2 - graptolitové vrstvy (event), (P-5) 3 – svrchní dvorecko-prokopské vápence, (P-5) 4 - pre-zlíchovské vrstvy s hojnými ichnofosiliemi, (Z-1) 1 – první zlíchovské vrstvy, oddělené černě zbarveným intervalem, na bázi diskonformita – rychlá změna v sedimentaci, (Z—1) 2 – druhá část zlíchovských vrstev, oddělená černě zbarveným intervalem.“

Bílými šipkami jsou v profilu označeny vzorky, které jsem zpracovával.



Text-fig. 29. A sketch of morphotypes from family Lituolidae DE BLAINVILLE, 1827. a – *Ammobaculithes* aff. *leptos* GUTSCHICK et TRECKMAN; b – *Ammobaculithes minutus* WATERS; c – *Ammobaculithes* sp. 1.

Obrázek 5 Holcová (2002)

Na lokalitě lomu Požáry se ve zkoumaných obdobích střídaly mělkovodní facie s biodetritem a pelagické hlubokovodnější facie (Slavík a Hladil, 2019).

4 METODIKA

4.1 Sběr vzorků a jejich vyplavování

Sběr vzorků a jejich následné rozpouštění jsem neprováděl sám, ale rozpouštěné a připravené vzorky jsem dostal od RNDr. Ladislava Slavíka, Ladislav Slavík studuje konodonty (čelistní aparáty mikroskopických velikostí). Ten pro sběr a přípravu vzorků mikrofosílií používá následující metodiku (Slavík a Hladil, 2019).

Nejprve se musí pečlivě připravit celý profil lokality a vybrat vrstvy na kterých se budou později odebírat vzorky. Vzorky se odebírají vždy v určitém intervalu (centimetry, decimetry). Důležité je, že nesmí dojít ke kontaminaci vzorků materiálem z jiných vzorků, aby měly nějakou vypovídající hodnotu. Vzorky hornin jsou následně rozdrobeny na menší kousky, aby měly větší povrch vystavený kyselině při rozpouštění.

Potom se rozdrobené vzorky rozpouští v 10% až 15% kyselině octové nebo mravenčí. Pro toto rozpouštění Dr. Slavík (Slavík a Hladil, 2019) používá metodiku, při které jsou rozpouštěné vzorky hornin zavěšeny v plastových sítkách. Z nich v průběhu rozpouštění odpadávají malé kousky nerozpustné složky horniny a mikrofosílií. Tato metodika je na rozdíl od metodiky, která byla použita Dr. Holcovou (Holcová, 2002 a 2004) šetrná k zachování struktur na povrchu mikrofosílií.

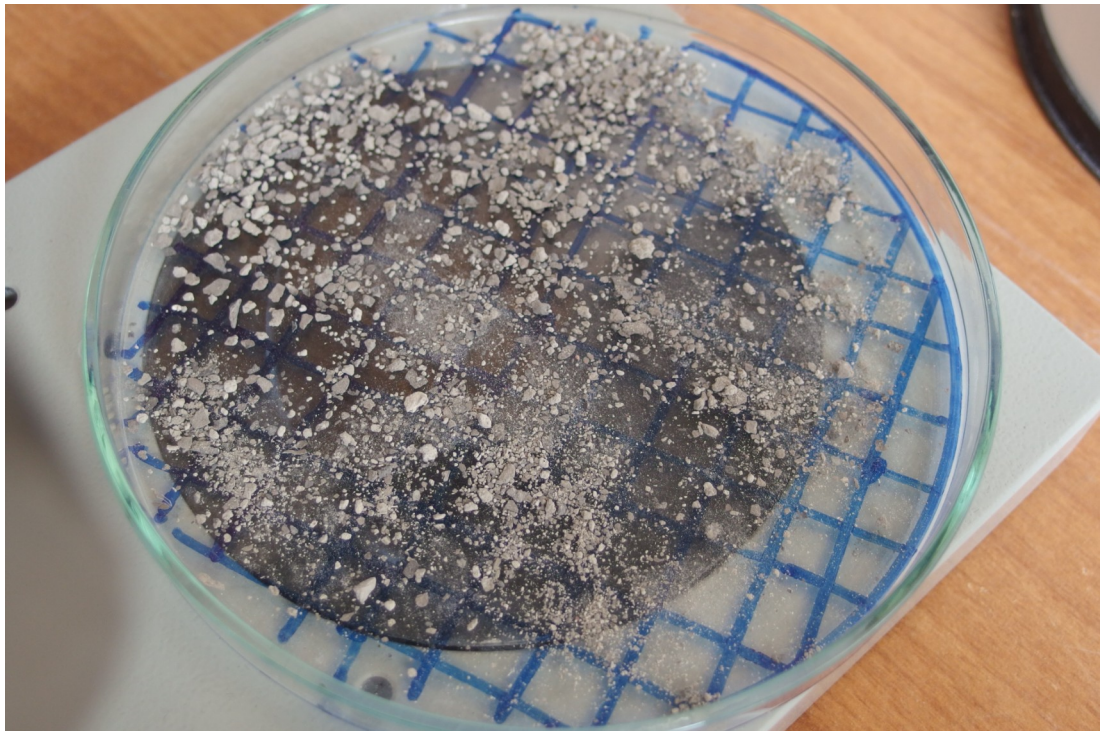
Tento proces trvá i několik měsíců a vždy asi po dvou týdnech je potřeba horninu přeplovit, dolít další kyselinu a proces rozpouštění pokračuje.

Po určité době zbyde ze vzorku pouze reziduum (nerozpustný zbytek), které je vysušeno a následně dochází k jeho separaci v těžkých kapalinách. Ty jednotlivé komponenty podle hustoty rozdělí na lehkou a těžkou frakci. Vzorky, které Dr. Ladislav Slavík, zpracovává, patří do těžké frakce, a právě lehkou frakci vzorku, kterou nepoužívá, jsem probíral v této práci.

4.2 Probírání vzorků

Pro probírání vzorků jsem používal binokulární lupu, Petriho misku (na misce jsem si pomocí lihové fixy vytvořil mřížku pro snadnější orientaci) a jehlu. Část vzorku jsem si vždy vysypal na takto připravenou Petriho misku (obr. 6), tak aby byla miska pokryta vzorkem rovnoměrně a zároveň, aby se studované objekty nepřekrývaly. Pak jsem jí vložil pod binokulární lupu (obr. 7), kde jsem vzorky následně při zvětšení 10×4 systematicky probíral (obr. 8). Pokud jsem pod lupou objevil nějakou strukturu, která by podle mě mohla být vytvořena nějakým živým organismem, tak jsem ji pomocí jehly nabitou statickou elektřinou, nebo entomologické pinzety (obr. 9) přemístil na oboustrannou lepící pásku připevněnou na nosiči („stub“).

Prvotním cílem bylo najít co nejvíce foraminifer, ale zjistil jsem, že vzorky jsou plné různých jiných drobných fosílií jako brachiopodů, článků lilijic a dalších. Proto jsem se rozhodl vybírat i jiné organismy než jenom foraminifery.



Obrázek 6 Petriho miska se zpracovávaným vzorkem (foto autor)



Obrázek 7 Binokulární lupa používaná k probírání vzorků (foto autor)

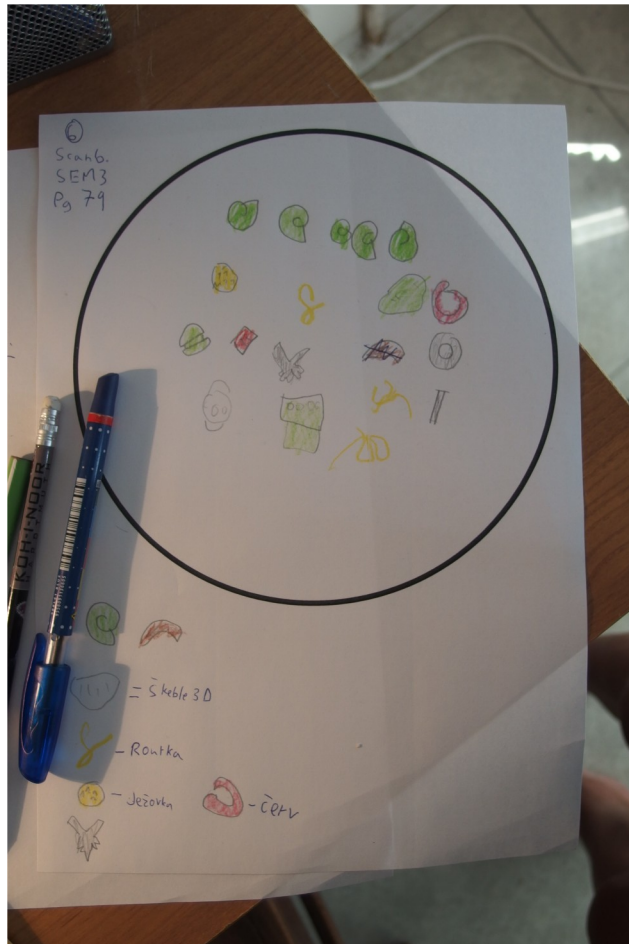


Obrázek 8 Foraminifera Tolypammina pod binokulární lupou při zvětšení 10×4 (foto autor)



Obrázek 9 Entomologická pinzeta a jehla používaná k probírání vzorků (foto autor)

Nosiče jsem pak ještě následně pozoroval pod elektronovým mikroskopem (SEM). Výjimkou byly objekty, jejichž výskyt se ve vzorku mnohokrát opakoval, takové jsem na „stub“ neumístil a pouze jsem si jejich výskyt poznamenal na papír. Umístění jednotlivých zkoumaných objektů nalezených ve vzorku jsem si zakreslil do plánu, který jsem následně používal pro snadnější orientaci ve vzorku pod SEM (obr. 10).



Obrázek 10 Plánek rozložení nalezených mikrofosilií na nosiči (foto autor)

Z každého vzorku, se kterým jsem pracoval, jsem takto udělal 10 násypů na Petriho misku. Výjimkou byl první probíraný vzorek Pg 113.5, u kterého jsem jich udělal celkem 23. Vzorek Pg 113.5 byl první probíraný vzorek z výplavů, a proto jsem při jeho probírání neměl ještě pevně danou metodiku.

4.3 Fotodokumentace vzorků pod SEM

Takto připravené nosiče s fosíliemi jsem odnesl na Ústav geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty University Karlovy, kde byly za pomoci Dr. Martina Mazucha, pozlaceny (obr. 11 a 12), a vloženy pod SEM (řádkovací elektronový mikroskop) (obr. 13), kde jsem je následně fotil.

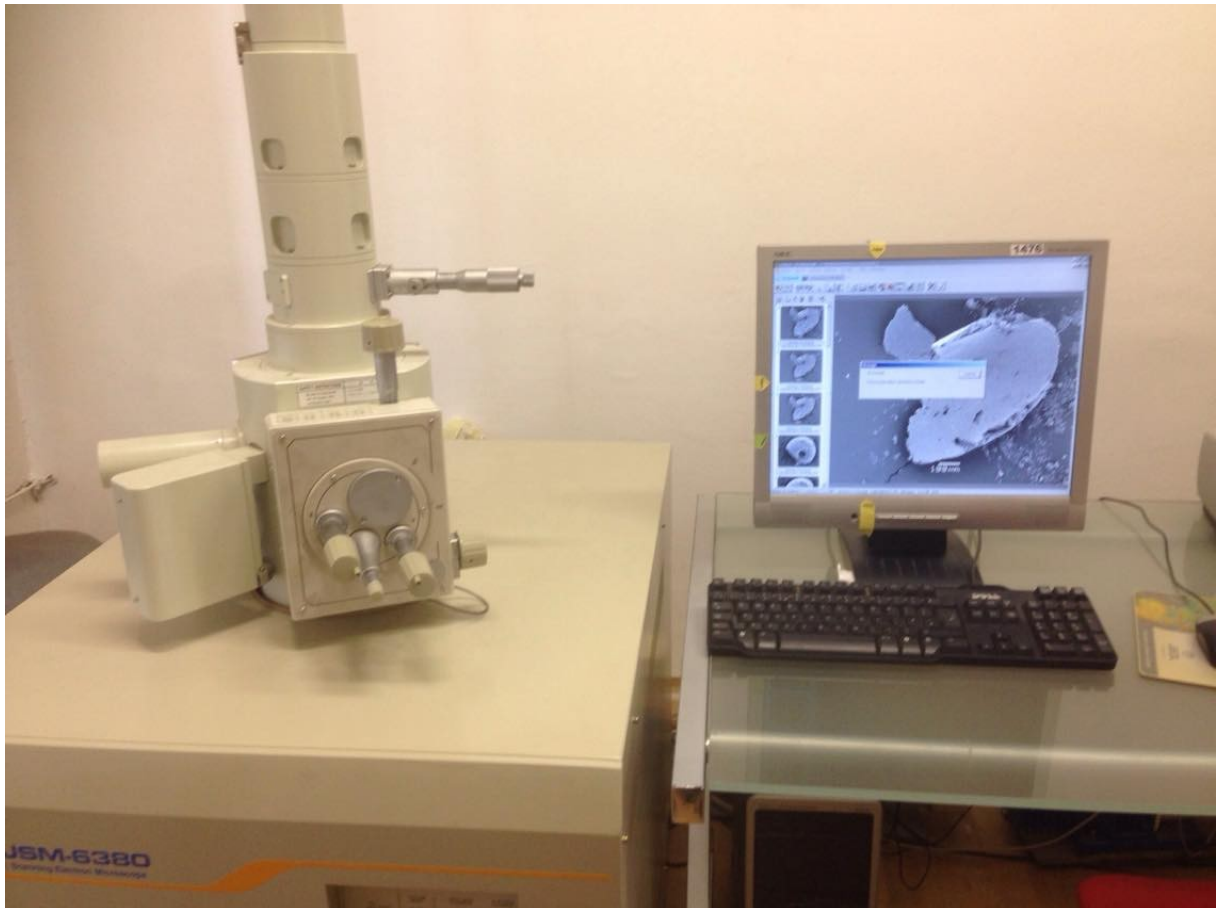


Obrázek 11 Fotografie „stubi“ (nosičů), nahore nepozlacené, dole pozlacené vzorky, foceno pomocí funkce makro ve fotoaparátu (foto autor)Obrázek bů“ (nosičů), nahore nepozlacené, dole pozlacené vzorky, foceno pomocí funkce makro ve fotoaparátu (foto autor)



Obrázek 12 Příklad na pozlacení vzorků (foto autor)Obrázek

Elektronový mikroskop lze považovat za obdobu optického mikroskopu.⁵ V klasickém světelném mikroskopu se k pozorování vzorku používají fotony, proto je jeho rozlišovací schopnost limitována vlnovou délkou světla (nejmenší vzdálenost dvou objektů, které je možné v mikroskopu rozeznat, je stejná jako jedna polovina vlnové délky použitého světla), tudíž je možné pod optickým mikroskopem pozorovat objekty do velikosti přibližně 200 nm (největší užitečné zvětšení jakého je možné pod optickým mikroskopem dosáhnout je 1500 krát).⁵ Oproti tomu, v elektronovém mikroskopu je k pozorování objektu využíván proud elektronů. Vlnová délka urychlených elektronů je menší než vlnová délka viditelného světla, a proto je rozlišovací schopnost mikroskopu elektronového větší než mikroskopu optického.⁵



Obrázek 13 Elektronový mikroskop na Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty University Karlovy (foto autor)Obrázek

Princip fungování elektronového mikroskopu je podobný principu na kterém funguje světelný mikroskop.⁶ Jako zdroj elektronů je v elektronovém mikroskopu využívána elektronová tryska, proud elektronů následně prochází soustavou cívek, které v něm plní funkci elektromagnetických čoček.⁷ Elektronové mikroskopy můžeme rozdělit do dvou typů podle toho jak a co mohou na vzorku pozorovat.⁷ Zatímco TEM (transmisní elektronový mikroskop) detekuje elektrony které prošly skrz pozorovaný vzorek, SEM (řádovací elektronový mikroskop) detekuje částice vznikající při dopadu elektronů na vzorek, a proto je pomocí něho možné pozorovat pouze povrchové struktury vzorku.⁷ Povrch vzorku pozorovaného pod SEM musí být navíc elektricky vodivý, a proto se nevodivé vzorky před pozorováním pod SEM pokrývají miniaturní vrstvičkou zlata. Ke své práci jsem využíval řádkovací elektronový mikroskop, protože jsem potřeboval pozorovat povrchové struktury vzorků.

4.4 Studium schránek brachiopodů se strukturami podobnými mikrovrtbám, metodou pryskyřičných odlitků

Během probírání vzorků jsem narazil na schránky brachiopodů, na kterých byly při velkém zvětšení na elektronovém mikroskopu patrné útvary připomínající mikrovrtby. Mikrovrtby jsou otvory ve schránkách mikroskopických rozměrů, které jsou způsobeny

První vzorky schránek s domnělými vrtbami byly nalezeny náhodně, proto jsem je umístil na nosič do elektronového mikroskopu spolu s ostatními jinými foraminiferami a schránkami jiných živočichů. Při další manipulaci s vyplavenými vzorky od Dr. Slavíka jsem si již takových schránek všiml více a ukládal jsem je stranou do komůrek pro mikroorganismy. Byly to hlavně schránky ramenonožců (brachiopoda). Potom jsem je odnesl do Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké Fakulty University Karlovy. Zde se nachází přístroj CitoVac díky kterému se mohou fosílie i recentní schránky zpracovávat speciální vakuum embedding technikou, která umožňuje ve výlících studovat mikro a makroskopické vrtby (Knausta a Bromley, 2012).

Na Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké Fakulty University Karlovy tento přístroj obsluhuje Mgr. Martina Kočová-Veselská, Nejprve zde byla namíchána epoxidová pryskyřice, do které měly být vzorky následně vloženy. Kvůli malé velikosti vzorků, však nebylo možné na ně pouze pryskyřici vylít. Tak by se totiž mohlo stát, že se do pryskyřice dostanou bublinky vzduchu, které by zabránily úplnému zalití vzorků pryskyřicí, a tak by je nebylo možné dále zpracovávat. Proto se vzorky nejdříve přemístily na speciální podložku, se kterou byly následně vloženy do přístroje CitoVac od firmy Struers. V tomto zařízení se nejprve vytvořil vysoký podtlak, ve kterém se na vzorky nalila připravená pryskyřice. Vzorky minimálně týden zasychaly a tuhly před další manipulací s nimi. Po týdnu byla pevná pryskyřice rozříznuta v místě, kde se nacházela fosílie.

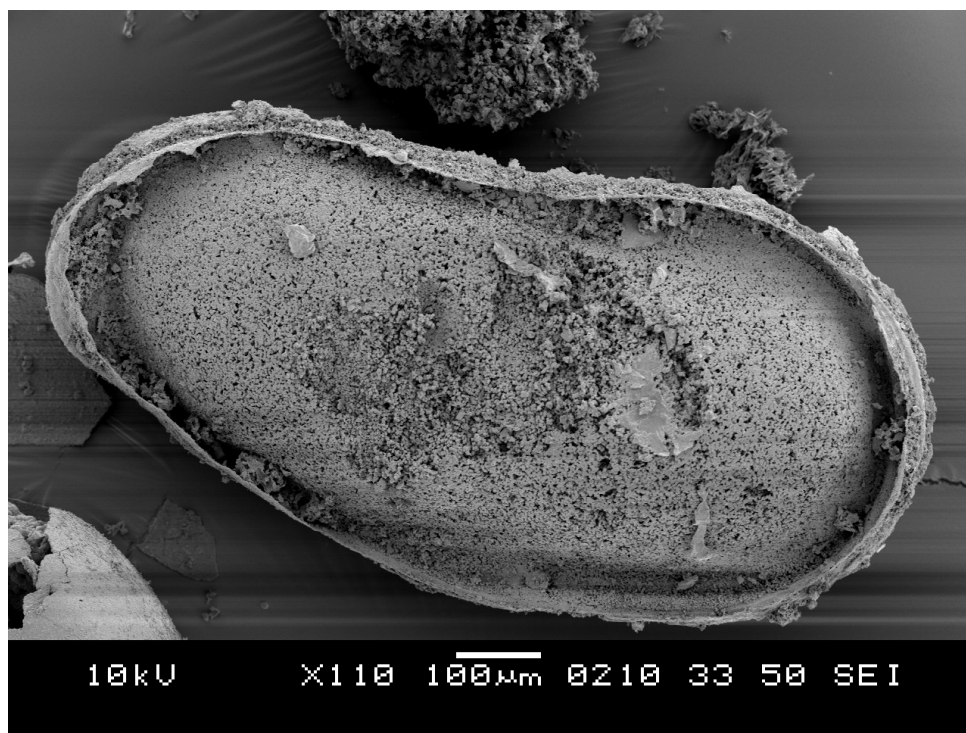
Na odhalenou fosílii se nechala působit kyselina chlorovodíková po dobu několika minut až hodin, než se schránka rozpustila. Tímto způsobem na místě, kde byla dříve schránka brachiopoda, zbyl pouze její negativ, a na něm byly vidět i vrtby ve formě malých výstupků. Tento výlitek byl následně pozlacen a vložen pod SEM (řádkovací elektronový mikroskop) kde byl vyfocen a byly na něm vyhledávány struktury připomínající mikrovrtyby.

5 NALEZENÉ DRUHY FOSÍLIÍ

Na tomto místě bych rád napsal pár vět o každé skupině živočichů, které jsem během práce ve vzorcích našel a podařilo se mi ji bezpečně určit (kromě foraminifer o kterých jsem již psal v úvodu práce).

5.1 Lasturnatky (*Ostracoda*)

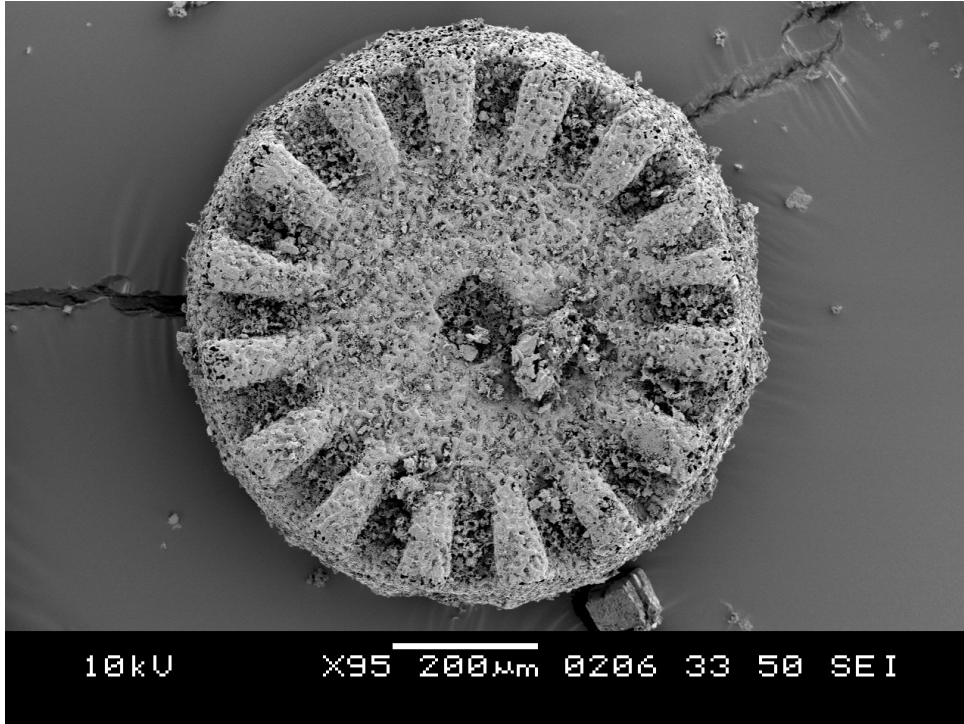
Lasturnatky patří mezi korýše.⁸ Jsou velmi malé (v řádu milimetrů), jejich tělo je uzavřeno ve schránce, která je většinou zpevněna uhličitánem vápenatým.⁸ Žijí většinou na dně mělkých, teplých moří. Jejich velký rozvoj lze zaznamenat v ordoviku. Jsou známí od kambria do současnosti.⁸



Obrázek 14 Fosilie lasturnatky nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor)

5.2 Lilijice (*Crinoidea*)

Lilijice jsou bezobratlí, většinou přisedle žijící živočichové.⁹ Živí se organickými látkami a mikroorganismy.⁹ Nejvíce se vyvíjely v prvohorách a druhohorách.⁹ Jsou známé i recentní druhy (například *Antedon mediterranea*)¹⁰.



Obrázek 15 Článek lilijice nalezený v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor)

Obrázek 15 Článek lilijice nalezený v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor)

5.3 Plži (*Gastropoda*)

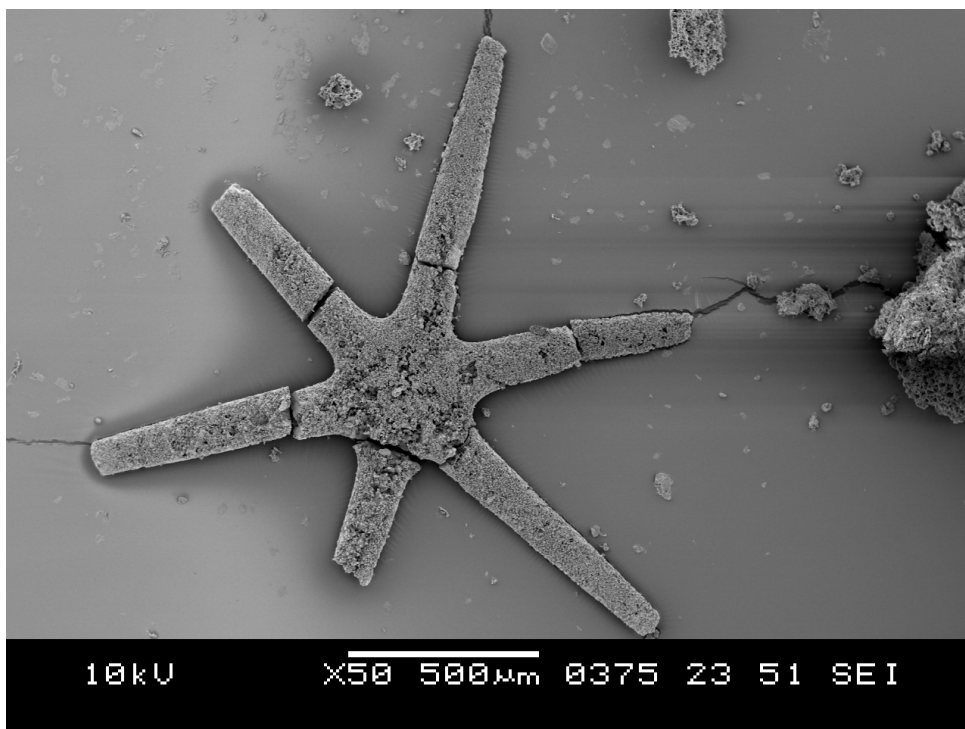
Plži patří mezi měkkýše.¹¹ Je pro ně typická dobře ohraničená hlava a svalnatá noha. Poprvé se objevují ve svrchním kambriu a od té doby se vyvinuli v nejpočetnější skupinu měkkýšů přibližně se stovkou tisíc fosilních i recentních druhů.¹¹



Obrázek 16 Fosílie plže nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor)

5.4 *Proastrum*

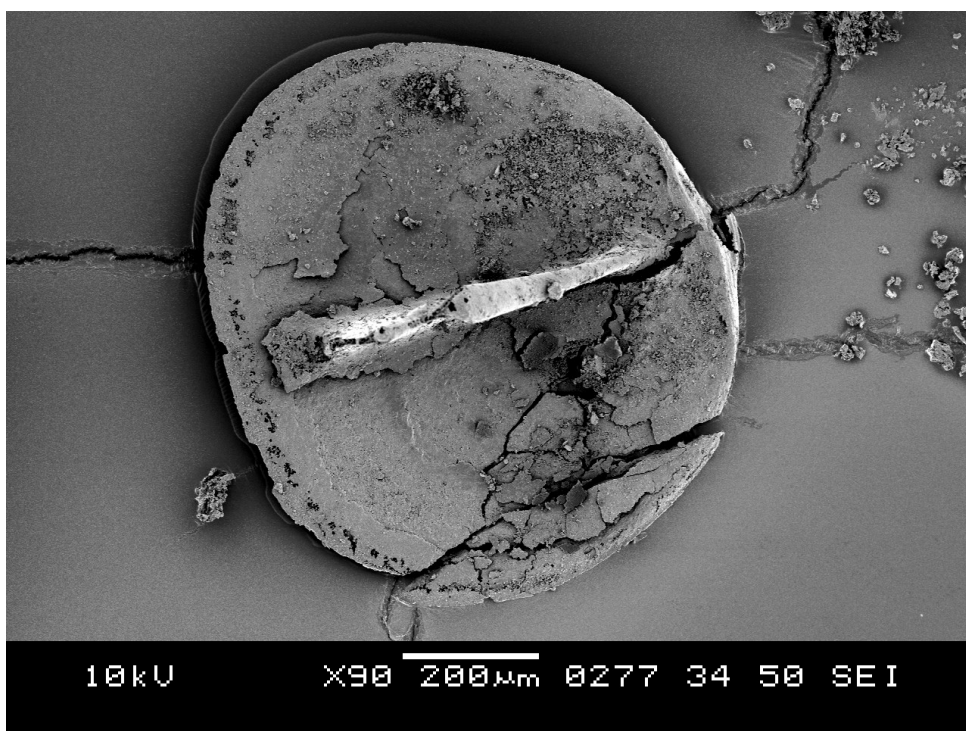
Proastrum je mikrofosílie hvězdovitého tvaru, s šesti rameny (Holcová 2002), je to fosílie živočicha neznámého systematického původu.



Obrázek 17 *Proastrum* nalezené v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor)

5.5 Ramenonožci (*Brachiopoda*)

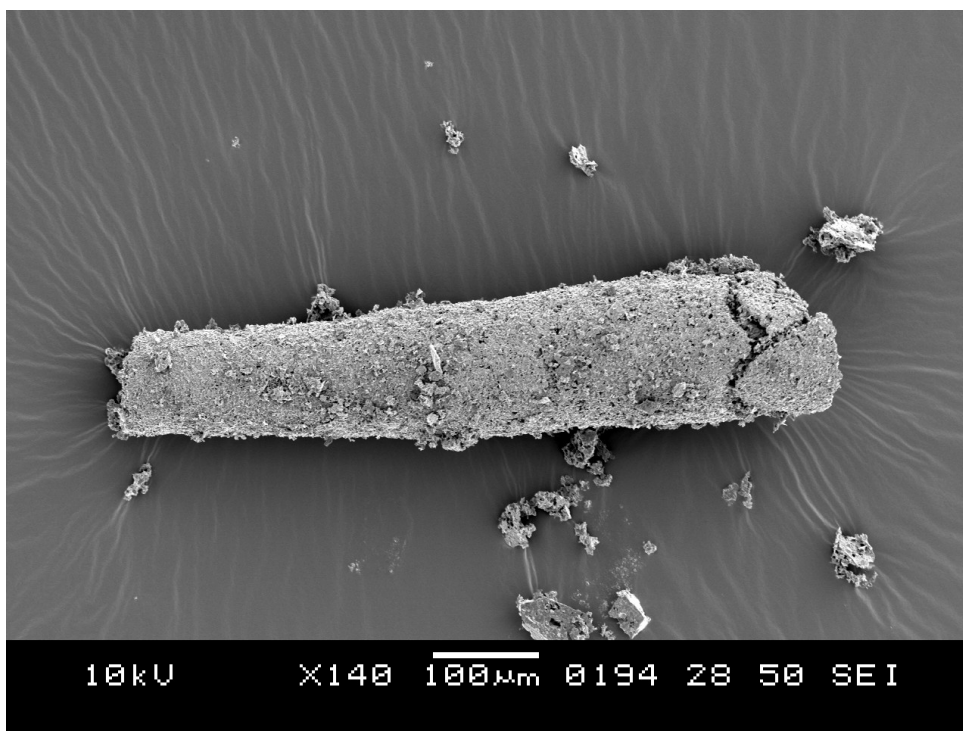
Ramenonožci jsou známi od spodního kambria do recentu.¹² Na první pohled se velmi podobají mlžům, ale nejsou jim nijak zvlášť příbuzní.¹² Na rozdíl od nich rovina souměrnosti prochází mezi miskami (jako u mlžů) ale kolmo na ně. Mají tedy odlišnou hřbetní a břišní misku, měli také stvol, kterým byli upevnění k podkladu.



Obrázek 18 Fosílie ramenonožce nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor)

5.6 Tentaculiti (*Tentaculita*)

Jsou to živočichové, většinou zařazováni mezi měkkýše.¹³ Pravděpodobně byli součástí planktonu.¹³ Jsou známí od spodního ordoviku po svrchní devon.¹³ Měli malé, většinou několik mm dlouhé konické schránky zdobené různými žebry.¹³



Obrázek 19 Fosilie tentakulita nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor)

6 VÝSLEDKY

Během tohoto výzkumu jsem strávil desítky hodin probíráním vzorků pod binokulární lupou. Třikrát jsem navštívil Ústav geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy abych zde mohl fotit vybrané mikrofosílie pod elektronovým mikroskopem, a ještě několikrát později kvůli konzultacím práce s odborným konzultantem a abych se mohl zúčastnit studia vzorků vakuem embedding technikou. V následujícím textu jsou popsány výsledky mé práce.

6.1 Nalezené mikrofosílie

Během práce jsem zpracoval celkem 10 vzorků (označené 4 Po 74; Pg 79; Pg 84; Pg 87; Pg 89,5; Pg 101; Pg 105; Pg 113,5; Pg 116 a Pg 119). V nich se mi podařilo objevit zhruba 1500 mikrofosílií. Cca 350 z nich jsem vyjmul, nalepil na nosič a nafotil pozlacené na elektronovém mikroskopu.

Celkem jsem našel 63 kusů foraminifer. Kromě nich jsem také našel několik schránek brachiopodů (nejčastěji rod *Acrotreta*), různé schránky bohužel blíže neurčených plžů, články lilijic, zkamenělinu živočicha jménem *Proastrum*, fosílie lasturnatek a mnoho schránek drobných tentakulitů (zejména *Nowakia* a *Styliolina*). Kromě toho se mi také podařilo nalézt různé blíže neurčené bioklasty, a jiné neurčitelné mikrofosílie, které mohou representovat například trny ježovek, jehlice živočišných hub, části kolonií mechovek, schránek mlžů, různých ostnokožců, a také by se mohlo jednat i o zbytky těl konulárií.

Ke každé skupině určitelných fosílií jsem vytvořil tabulku, na které jsou přehledně znázorněné a určené vybrané fotografie (viz. Přílohy). Bohužel většina mikrofosílií byla poničena rekrystalizací, nebo k jejich rozpadu došlo při rozpouštění horniny. Proto naprostou většinu z nich bylo možno určit maximálně na úrovni třídy.

6.2 Výskyt foraminifer

Během práce se mi podařilo nalézt celkem 63 zástupců foraminifer. Foraminifery jsem se pokusil nejprve určit sám za pomoci odborné literatury, své určení jsem konzultoval s doc. Holcovou. Celkem jsem našel 8 různých rodů foraminifer: *Tolypammina*, *Thurammina*, *Saccammina*, *Hyperammina*, *Webbinelloidea*, *Hemisphaerammina*, *Astrorhiza* a jeden zřejmě nový druh foraminifery. Jejich výskyt v jednotlivých vzorcích je popsán v tabulce číslo 1 (před každou skupinou fosílií je jejich přibližný počet ve zpracované části vzorku).

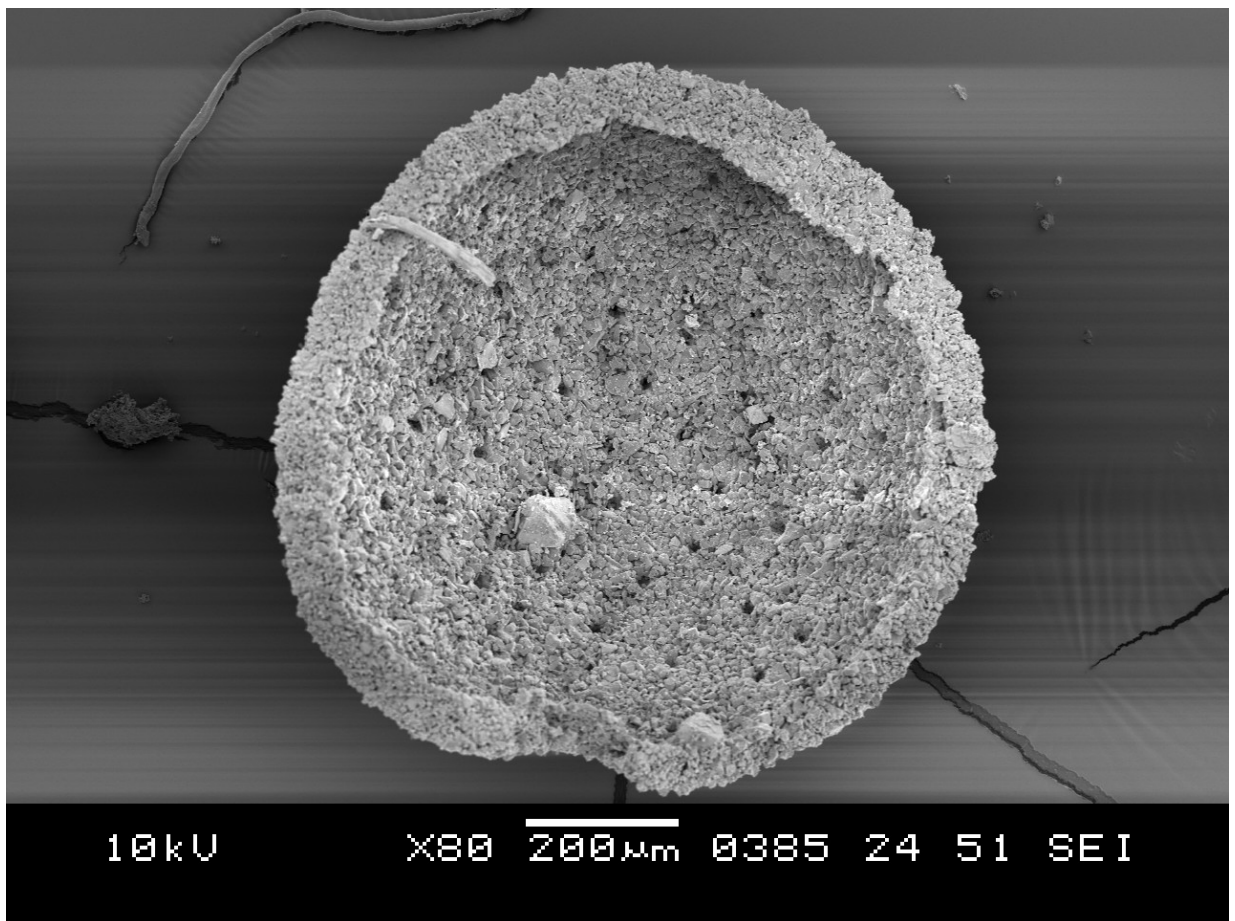
Tabulka 1 Nalezené a určené mikrofosílie v každém ze vzorku

Označení vzorku	Stratigrafie vzorku	Foraminifery	Ostatní mikrofosílie
4 Po 74	Lochkov	Žádné	5 lilijic, 4 gastropodi, 6 ostrakodů, 1 tentakulit <i>Nowakia</i>
Pg 79	slivenecké vápence	1 <i>Astrorhiza</i> , 5 <i>Thurammina</i> , 13 <i>Tolypammina</i> , 5 <i>Webbinelloidea</i>	50 gastropodů, 5 ostrakodů, 5 tentakulitů <i>Nowakia</i> , 30 tentakulitů <i>Styliolina</i>
Pg 84 ½	slivenecké vápence	1 <i>Hemisphaerammina</i> , 1 <i>Thurammina</i> , 6 <i>Tolypammina</i> ,	5 lilijic, 5 gastropodů, 30 tentakulitů <i>Styliolina</i>
Pg 87 ½	loděnické vápence	2 <i>Tolypammina</i>	2 gastropodi, 2 tentakuliti <i>Styliolina</i>
Pg 89,5 ½	loděnické vápence	3 <i>Thurammina</i> , 3 <i>Tolypammina</i> , 1 <i>Webbinelloidea</i> , 1 Nový druh foraminifery	1 brachiopod, 1 lilijice, 40 tentakulitů <i>Nowakia</i> , 1 ostrakod, 1 <i>Proastrum</i>
Pg 101 ½	loděnické vápence	1 <i>Hyperammina</i>	1 brachiopod, 30 gastropodů, 3 lilijice, 10 tentakulitů <i>Nowakia</i> , 350 tentakulitů <i>Styliolina</i>
Pg 105 ½	řeporyjské vápence	2 <i>Tolypammina</i> ,	5 tentakulitů <i>Nowakia</i> , 120 tentakulitů <i>Styliolina</i>
Pg 113,5	dvorecko-prokopské vápence	2 <i>Hyperammina</i> , 5 <i>Thurammina</i> , 1 <i>Saccammina</i> , 2 <i>Webbinelloidea</i>	6 lilijic, 3 tentakuliti <i>Styliolina</i>
Pg 116 2/2	dvorecko-prokopské vápence	2 <i>Thurammina</i> , 2 <i>Webbinelloidea</i>	28 lilijic, 1 ostrakod, 200 tentakulitů <i>Styliolina</i>
Pg 119	zlíchovské vápence	3 <i>Thurammina</i> , 1 <i>Hemisphaerammina</i>	6 brachiopodů, 150 tentakulitů <i>Styliolina</i>

Foraminifery jsem našel ve všech vzorcích kromě vzorku s označením 4 Po 74, který pochází ze stupně lochkov. Ve všech ostatních vzorcích jsem našel vždy alespoň dva rody foraminifer, výjimkou byly dva vzorky z loděnických vápenců (Pg 87 a Pg 101) a jeden vzorek z řeporyjských vápenců (Pg 115). Foraminiferu rodu *Saccammina* se mi podařilo objevit pouze ve vzorku Pg 113,5. Rod *Astrorhiza* se mi podařilo objevit pouze ve vzorku Pg 79. Rod *Thurammina* jsem našel v největším množství vzorků, a to ve vzorcích Pg 79 a Pg 84 ze sliveneckých vápenců, Pg 89,5 z loděnických vápenců, Pg 113 a Pg 116 ze dvorecko-prokopských vápenců, a ve vzorku Pg 119 ze zlíchovských vápenců. Zástupce rodu *Tolipammina* jsem našel ve vzorcích Pg 79 a Pg 84 ze sliveneckých vápenců, Pg 87 a Pg 89,5 z loděnických vápenců a ve vzorku 105 z řeporyjských vápenců. Zástupce rodu *Webbinelloidea* jsem našel ve vzorcích Pg 79 ze sliveneckých vápenců, Pg 89,5

z loděnických vápenců, Pg 113 a Pg 116 z dvorecko-prokopských vápenců. Rod *Hyperammina* se mi podařilo objevit ve vzorcích Pg 101 z loděnických vápenců a Pg 113 z dvorecko-prokopských vápenců. Foraminifery rodu *Hemisphaerammina* se vyskytovaly ve vzorcích Pg 84 ze sliveneckých vápenců a Pg 119 ze zlíčovských vápenců. Nejvíce rodů foraminifer jsem našel v sliveneckých, loděnických a dvorecko-prokopských vápencích ve vzorcích č. Pg 79, Pg 89,5 a Pg 113,5.

Ve vzorku Pg 89,5 jsem objevil foraminiferu (viz obr. 20), kterou se mi nepodařilo zařadit do žádného druhu. Po konzultaci s Dr. Holcovou jsem zjistil, že se pravděpodobně jedná se o druh, který buďto ještě nebyl popsán v oblasti Barrandienu, nebo ještě nebyl popsán vůbec.



Obrázek 20 Fotografie pravděpodobně nového druhu foraminifery z SEM (foto autor)

Nepřítomnost foraminifer ve vzorku z lochkovu a malé množství foraminifer v jiných vzorcích z loděnických a řeporyjských vápenců mohlo být způsobeno nevhodnými podmínkami pro jejich zachování, mohly být zničeny při rozpouštění vápenců (rozpouštění za účelem získání konodontů), nebo na této lokalitě nebyly zastoupeny nebo nebyly hojné. Pro potvrzení některé z těchto domněnek by bylo potřeba dalšího výzkumu.

6.3 Výskyt ostatních mikrofosílií

Kromě foraminifer byly ve vzorcích hojně zastoupeny i jiné druhy mikrofosílií. Naprostou většinu z nich tvořily schránky tentakulitů, hlavně rodu *Styliolina*. Tentakuliti se vyskytovali ve všech vzorcích, v některých však byly poměrně vzácní (vzorky 4 Po 74; Pg 87 a Pg 113,5 ze stupně lochkov, loděnických a dvorecko-prokopských vápenců). Ve většině vzorků dominovali tentakuliti rodu *Styliolina*, kromě vzorků 4 Po 74 a Pg 89,5 ze stupně lochkov a loděnických vápenců, kde se vyskytovali pouze tentakuliti rodu *Nowakia*, ale ani ti zde nebyli nijak hojní. V několika jiných vzorcích (Pg 84; Pg 87; Pg 113,5; Pg 116 a Pg 119 ze sliveneckých, loděnických, dvorecko-prokopských a zlíčovských vápenců) jsem našel pouze tentakulity rodu *Styliolina*.

Vzhledem k tomu, že tentakuliti byli v některých vzorcích velmi hojní i v počtu několika stovek jedinců, je dost pravděpodobné, že se jim na této lokalitě v minulosti velmi dařilo. Jejich hojnost může být také zapříčiněna vhodnými podmínkami k jejich zachování, nebo pouze tím, že se zachovali při rozpouštění okolní horniny v kyselinách.

Často jsem také ve vzorcích našel zkamenělé články lilijic. Výjimkou byly vzorky Pg 79, Pg 87, Pg 89,5, Pg 105 a Pg 119 ze sliveneckých, loděnických, řeporyjských a zlíčovských vápenců, kde jsem žádné články lilijic nenašel.

Poměrně hojně se ve vzorcích vyskytovaly také schránky plžů. Našel jsem je ve vzorcích 4 Po 74 ze stupně lochkov, Pg 79 a 84 ze sliveneckých vápenců, Pg 87 a 101 z loděnických vápenců. Nejčastěji se vyskytovali ve vzorcích Pg 79 ze sliveneckých vápenců a Pg 101 z loděnických vápenců. Schránky plžů jsem blíže neurčoval.

Blíže neurčené schránky ostrakodů se vyskytovaly ve vzorcích 4 Po 74 ze stupně lochkov, Pg 79 ze sliveneckých vápenců, Pg 89,5 z loděnických vápenců a Pg 116 z dvorecko-prokopských vápenců.

Brachiopody rodu *Acrotreta* jsem našel ve vzorcích Pg 101 z loděnických vápenců a nejvíce ve vzorku 119 ze zlíčovských vápenců. Většina z nich byla následně využita pro hledání mikrovrteb.

Ve vzorku Pg 89,5 z loděnických vápenců se mi také podařilo objevit jednu mikrofosílii živočicha nejasného původu *Proastrum*.

Kromě těchto mikrofosílií jsem také našel spoustu různých neurčitelných mikrofosílií a bioklastů, u většiny z nich jsem si dělal pouze poznámky o jejich statistickém výskytu a s pomocí elektronového mikroskopu jsem fotil jenom část z nich. Domnívám se, že příčinou špatného zachování některých blíže neurčitelných mikrofosílií, je zejména působení kyseliny při rozpouštění horniny, nebo rekrystalizace vápence.

6.4 Výskyt mikrovrteb

Další výsledek jsou i nálezy mikrofosílií brachiopodů, na kterých jsou patrné otvory připomínající mikrovrty. Během zpracovávání tématu jsem se věnoval i těmto nálezům a vrátil jsem se proto již k dříve prohlédnutým vzorkům. Snažil jsem se v nich nalézt další co nejlépe zachované schránky různých bezobratlých živočichů (zejména brachiopodů), na kterých by se mohly mikrovrty vyskytovat. Takto vytipované mikrofosílie jsem následně předával Mgr. Martině Kočové Veselské, která z nich zhotovovala vnitřní výlitky vakuem embedding metodou.

Bohužel se nepodařilo touto technikou mikrofosílie rekonstruovat, buď z důvodu, že studované mikrofosílie jsou rekrystalizované, nebo že se nejedná o mikrovrty.

6.5 Získané zkušenosti

Díky práci na jsem se naučil určovat různé mikrofosílie spodního devonu. Dozvěděl jsem se více o různých metodách, které se v paleontologii využívají, jako je třeba rozpouštění hornin, seznámil jsem se s některou odbornou literaturou, zabývající se stratigrafií českého devonu, konodonty, foraminiferami, a jinými mikrofosíliemi. Také jsem se blíže seznámil s elektronovým mikroskopem a naučil jsem se s ním pracovat. Zjistil jsem, jak funguje přístroj CitoVac a vakuem embedding technika a jak se následně pracuje s výlitky fosílií.

7 DISKUSE

Na rozdíl od Holcové (2002) jsem ve zlíčovských vápencích neobjevil některé rody foraminifer, například *Saccamina*, *Hyperamina* a *Tolypamina*. Stejně jako ona jsem v nich objevil foraminifery rodů *Thuramina* a *Hemisphaerammina*. V řeporyjských a loděnických vápencích jsem nenašel foraminifery rodu *Saccamina*, zato jsem v nich však na rozdíl od Holcové (2002) objevil foraminifery rodu *Webbinelloidea* a jeden, nejspíš nový druh foraminifery. Stejně jako Holcová (2002) jsem v nich našel zástupce rodů *Tolypamina* a *Thuramina*. V souladu s Holcovou (2002) jsem ve dvorecko-prokopských vápencích zaznamenal rody *Saccamina*, *Thuramina* a *Hyperamina*. Na rozdíl od ní jsem zde našel zástupce rodu *Webbinelloidea* a naopak zde chybí foraminifery rodů *Hemisphaerammina* a *Tolypamina*.

Podle práce Holcová a Slavík (2013) jsem se pokusil určit také morfotypy foraminifer. Nalezl jsem foraminifery rodu *Hyperamina*, které podle této práce patří do skupiny ED1a. Tyto foraminifery podle Holcové a Slavíka (2013) patřily do epifaunních nebo infaunních organismů (žily buďto na povrchu jiných schránek, nebo uvnitř cizí prázdné schránky). Jejich životní strategií bylo požívání subspenze nebo se živily látkami v substrátu mořského dna. Foraminifery rodu *Tolypamina* podle této práce patřily do morfotypu ED2a a zřejmě žily epifauně přisedle a živili se jako herbivoři nebo jako pojídači subspenze. Rody *Hemisphaerammina* a *Webbinelloidea* (podle Holcové a Slavíka, 2013) patřící do morfotypu, ED2b patřily také do přisedlé epifauny a také se živily jako herbivoři, případně požíváním subspenze. Holcová a Slavík (2013) uvádí, že foraminifery rodu *Thuramina* patří do morfotypu ED4a, nebo ED4b. Mohly žít buďto jako součást epifauny, nebo mělkovodní infauny. Živily se nejspíš látkami v substrátu na dně mořského dna nebo jako pojídači subspenze.

8 ZÁVĚR

V průběhu této práce se mi podařilo zpracovat 10 vzorků odebraných z lokality, která je velmi významná i z mezinárodního vědeckého hlediska, kvůli mezinárodnímu stratotypu, který se zde nachází. Jedná se o unikátní vzorky, protože profil, ze kterého byli odebrány je již dnes z části zatopený vodou a další odběr vzorků proto není možný.

Jako první jsem popsal společenstva foraminifer na této lokalitě. Během této zpracovávání vzorků se mi podařilo nalézt 8 druhů foraminifer, jeden z nich je zřejmě dosud nepopsaný (dle Dr. Holcové). Pro potvrzení, nebo vyvrácení této myšlenky, je ale zapotřebí dalšího výzkumu.

Nalezené foraminifery jsem rozřadil do několika morfotypů. Konkrétně jsem našel foraminifery morfotypů ED1a, ED2a, ED2b a ED4a nebo ED4b, tedy foraminifery patřící do epifauny i infauny (Holcová a Slavík, 2013), jiné typy foraminifer s odlišným způsobem života ve studovaném materiálu chyběly.

Kromě toho jsem také ve studovaných vzorcích objevil mikrofosílie lilijic, ostrakodů, plžů, mikrofosílii živočicha *Proastrum*, brachiopodů a tentakulitů.

Cílem práce bylo prohlédnout co nejvíce vzorků od Dr. Slavíka, ze kterých jsem chtěl vybrat co nejvíce foraminifer a popřípadě jiných mikrofosílií. Tento cíl se mi podařilo naplnit. Probral jsem 10 vzorků a našel v nich 63 foraminifer a přibližně 1 500 dalších mikrofosílií.

Práce mě velmi bavila, a mám v plánu ve studiu vzorků od Dr. Slavíka nadále pokračovat. Při navazujícím výzkumu by se nabízelo studium dalších vzorků, nebo lepší zpracování vzorků, které jsem už z části zpracoval, popřípadě popsání nového druhu foraminifery.

9 POUŽITÁ LITERATURA

HOLCOVÁ, Katarina. Silurian and Devonian foraminifers and other acid-resistant microfossils from the Barrandian area. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Natural History*. 2002, **58**(3-4), 83-140.

HOLCOVÁ, Katarina. Foraminifers from the Lower/Middle Devonian boundary beds of the Barrandian area, Czech Republic, and their paleoecology. *Journal of Foraminiferal Research*. 2004, **34**(3), 214-231.

HOLCOVÁ, Katarina a Ladislav SLAVÍK. The morphogroups of small agglutinated foraminifera from the Devonian carbonate complex of the Prague Synform, (Barrandian area, Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* [online]. 2013, **386**, 210-224 [cit. 2020-03-12]. DOI: 10.1016/j.palaeo.2013.05.022. ISSN 00310182. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031018213002551>

CHLUPÁČ, Ivo, Vladimír HAVLÍČEK, Jiří KRÍŽ, Zdeněk KUKAL, Petr ŠTORCH. *Paleozoikum Barrandienu: kambrium-devon*. Praha: Vydavatelství Českého geologického ústavu, 1992. ISBN 8070750553.

KNAUST, Dirk, Richard G. BROMLEY (eds). *Trace fossils as indicators of sedimentary environments. Developments in Sedimentology*. 2012, **64**. Amsterdam.

SLAVÍK, Ladislav, Peter CARLS, Jindřich HLADIL a Leona KOPTÍKOVÁ. Subdivision of the Lochkovian Stage based on conodont faunas from the stratotype area (Prague Synform, Czech Republic). *Geological Journal*. 2012, **47**(6), 616-631. DOI: 10.1002/gj.2420.

SLAVÍK, Ladislav a Jindřich HLADIL. Early Devonian (Lochkovian – early Emsian) bioevents and conodont response in the Prague Synform (Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2019 [cit. 2020-02-29]. DOI: 10.1016/j.palaeo.2019.04.004.

VACEK, František, Ladislav SLAVÍK, Katarzyna SOBIENÍ a Pavel ČÁP. Refining the late Silurian sea-level history of the Prague Syncline—a case study based on the Přídolí GSSP (Czech Republic). *Facies*. 2018, **64**(4) [cit. 2020-02-29]. DOI: 10.1007/s10347-018-0542-3. ISSN 0172-9179. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10347-018-0542-3>

Webové zdroje:

1. <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?foraminifery> 2. října 2021
2. <http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/foraminifera.htm> 2. října 2021
3. <https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%ADrkono%C5%A1ci> 2. října 2021

4. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C5%BE%C3%A1ry> 2. října 2021
5. https://www.wikiskripta.eu/w/Elektronov%C3%BD_mikroskop 2. října 2021
6. https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronov%C3%BD_mikroskop 2. října 2021
7. http://fchi.vscht.cz/files/uzel/0010367/0060~~c_WNDwtRSE3JLAEA.pdf?redirected 2. října 2021
8. <http://muzeum.geology.cz/d.pl?item=71> 2. října 2021
9. <http://muzeum.geology.cz/d.pl?item=81> 2. října 2021
10. <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id79874/> 2. října 2021
11. <http://muzeum.geology.cz/?item=50&OD=1341&l=&FID=&sezb=A&pp=> 2. října 2021
12. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ramenono%C5%BEci> 2. října 2021
13. <http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/Mekkysi/T%C5%99%C3%ADda%20%20Tentaculita.htm> 2. října 2021

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 Fotografie jednoho ze vzorků (foto autor).....	6
Obrázek 2 Poloha lomu Požáry na mapě České republiky (mapy.cz).....	8
Obrázek 3 Stratigrafická tabulka českého devonu Barrandienu, Chlupáč a kol. (1992).....	10
Obrázek 4 Profil z práce Slavík a Hladil (2019).....	14
Obrázek 5 Holcová (2002).....	15
Obrázek 6 Petriho miska se zpracovávaným vzorkem (foto autor).....	17
Obrázek 7 Binokulární lupa používaná k probírání vzorků (foto autor).....	17
Obrázek 8 Foraminifera Tolypammina pod binokulární lupou při zvětšení 10×4 (foto autor)	18
Obrázek 9 Entomologická pinzeta a jehla používaná k probírání vzorků (foto autor).....	18
Obrázek 10 Plánek rozložení nalezených mikrofosílií na nosiči (foto autor).....	19
Obrázek 11 Fotografie „stubů“ (nosičů), nahoře nepozlacené, dole pozlacené vzorky, foceno pomocí funkce makro ve fotoaparátu (foto autor).....	20
Obrázek 12 Přístroj na pozlacování vzorků (foto autor).....	21
Obrázek 13 Elektronový mikroskop na Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty University Karlovy (foto autor).....	22
Obrázek 14 Fosilie lasturnatky nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor).....	24
Obrázek 15 Článek lilijice nalezený v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor).....	25
Obrázek 16 Fosilie plže nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor).....	26
Obrázek 17 Proastrum nalezené v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor).....	27
Obrázek 18 Fosilie ramenonožce nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor).....	28
Obrázek 19 Fosilie tentakulita nalezená v jednom ze vzorků pod SEM (foto autor).....	29
Obrázek 20 Fotografie pravděpodobně nového druhu foraminifery z SEM (foto autor).....	32

Tabulka 1 Nalezené a určené mikrofosílie v každém ze vzorku.....	26
--	----