

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geobiologie

Studijní obor: Geobiologie



Bc. Adéla Šoobová

Frekvence výskytu anomálního vývoje schránek ordovických gastropodů z šáreckého
souvrství pražské pánve

Frequency of shell anomalies in Ordovician gastropods from Šárka Formation, Prague Basin

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. RNDr. Jiří Frýda, Dr.

Konzultant diplomové práce: doc. RNDr. Petr Kraft, CSc.

Praha, 2022

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování:

Chtěla bych zde poděkovat především svému školiteli prof. RNDr. Jiřímu Frýdovi, Dr. za jeho trpělivost a pomoc při psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat svému konzultantovi doc. RNDr. Petru Kraftovi, CSc. za pomoc s formálními náležitostmi. Chtěla bych poděkovat Mgr. Martinu Valentovi, PhD a RNDr. Janě Bruthansové, PhD, kteří mi umožnili přístup do sbírek Národního muzea v Horních Počernicích. Mgr. Martinu Valentovi, PhD bych chtěla poděkovat i za pomoc při fotografování studovaných exemplářů. Nemale poděkování patří i ostatním pracovníkům sbírek Národního muzea v Horních Počernicích za poskytnutí příjemných podmínek pro studování materiálu. Mé poděkování patří i prof. RNDr. Kataríně Holcové, CSc, prof. RNDr. Oldřichu Fatkovi, CSc, doc. RNDr. Jakubovi Sakalovi, Ph.D., prof. RNDr. Martinu Košťákovi, Ph.D. a dalším za poskytnutí rad a velkou podporu při psaní diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Radku Labuťovi a Mgr. Ladislavovi Zedníkovi za jejich podporu a praktické rady při výrobě latexových odlitků, úpravy fotek a poháněním mé osoby k ukončení této diplomové práce. Poděkování patří i mé rodině a přátelům, kteří mě psychicky podpořili. Všem velmi děkuji za psychickou podporu a cenné rady.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na frekvenci výskytu anomálních struktur po predaci na schránkách gastropodů ze šáreckého souvrství pražské pánve, uložených ve sbírkách Národního muzea v Horních Počernicích. Práce shrnuje základní poznatky o teratologických poškození u různých skupin gastropodů, o pozici a tvaru poškození a jejich možných příčinách. Na základě rozsáhlého sběru dat o výskytu anomálních struktur na schránkách gastropodů šáreckého souvrství (více než 4000 schránek bylo studováno) jsou v práci kvantitativně testovány rozdíly ve výskytu teratologických poškození mezi jednotlivými druhy (rody) gastropodů, jejich ontogenetickými stádii, a různými morfologiemi jejich schránek. Analýzy byly prováděny Fisherovým exaktním testem s použitím Holm – Bonferroniho korekce. Výsledná data práce prokazují extrémně nízkou frekvenci výskytu teratologických poškození u středně ordovických gastropodů, statisticky významný rozdíl ve frekvenci poškození mezi různými druhy (rody) gastropodů, jakož i mezi různými morfologiemi schránek a ontogenetickými stádii. Tyto výsledky rovněž potvrzují růst četnosti výskytu stop po predaci na schránkách gastropodů v průběhu fanerozoika.

Klíčová slova: gastropodi, měkkýši, schránka, anomálie, poškození, predace, frekvence, šárecké souvrství, pražská pánev

ABSTRACT

The master thesis focuses on the frequency of anomalous structures on Ordovician gastropod shells coming from the Šárka Formation (Prague Basin) and deposited in the collections of the National Museum. The thesis summarized basic knowledge about teratological damage in different groups of gastropods, location and shape of damage and their possible causes. On the basis of extensive data collection on the occurrence of anomalous structures on gastropod shells (more than 4000 gastropod shells were analysed), differences in the frequency of teratological damage between different gastropod species (genera), their ontogenetic stages and different shell morphologies are quantitatively tested. Analyzes were performed by Fisher's exact test using the Holm–Bonferroni correction. The results of the thesis revealed an extremely low frequency of teratological damage in the Mid-Ordovician gastropods, a statistically significant difference in the frequency of damage between different gastropod species (genera), as well as between different shell morphologies and their ontogenetic stages. New results also confirm the increasing frequency of predation marks on gastropod shells during the Phanerozoic.

Key words: gastropods, molluscs, shell, anomaly, damage, predation, frequency, Šárka Formation, Prague Basin

OBSAH

Abstrakt.....	4
Abstract.....	5
Obsah.....	6
Úvod.....	8
1 Geologie.....	10
1.1 Pražská pánev.....	10
1.2 Paleogeografie pražské pánve.....	11
1.3 Ordovik.....	12
1.3.1 Ordovik pražské pánve.....	12
1.4 Šárecké souvrství.....	15
1.4.1 Litologie.....	15
2 Paleoekologie.....	19
2.1 Pelagické organismy.....	19
2.2 Bentické organismy.....	21
2.2.1 Gastropodi.....	22
2.3 Asociace živočichů šáreckého souvrství.....	22
3 Charakteristika skupiny Gastropoda.....	25
3.1 Schránka.....	26
3.1.1 Stavba a složení schránky.....	27
3.1.2 Charakteristika schránky.....	27
3.1.3 Variabilita a stáčení schránek.....	29
4 Anomální vývoj schránek.....	32
4.1 Poškození schránek gastropodů.....	32
4.2 Stopy na schránkách po epibiontech.....	37
4.2.1 Vrtby na schránkách gastropodů.....	37
4.3 Frekvence anomálního výskytu.....	38

5	Materiál a metodika práce.....	40
5.1	Studovaný materiál.....	40
5.1.1	Stručný popis šáreckých gastropodů pražské pánve podle typu schránek	41
5.2	Zpracování dat.....	44
6	Výsledky	46
6.1	Hypotézy I: Procentuální podíl poškození je stejný u všech druhů	46
6.2	Test hypotézy II: Procentuální podíl poškození je stejný u všech typů schránek.....	49
6.3	Test hypotézy III: Procentuální podíl poškození je stejný na raných i dospělých schránkách.....	50
6.4	Test hypotézy IV: Procentuální podíl poškození je stejný na lokalitách.....	51
6.5	Test hypotézy IV: Procentuální podíl jednotlivých typu poškození u poškozených jedinců je stejný.....	53
7	Diskuze.....	54
8	Závěr	56
	Zdroje:.....	57
	Příloha I	69
	Tabule I	70
	Tabule II.....	73
	Tabule III.....	75
	Tabulka poškozených gastropodů	77

ÚVOD

Kmen Mollusca dnes patří mezi velmi diverzifikované živočišné skupiny, které mohou ve vhodných podmínkách tvořit dominantní složku terestrických i mořských společenstev (Nyffeler & Symondson 2001; Barker 2004, Frýda 2012). Fosilní záznam v mořských sedimentech dokazuje, že měkkýši byli významnou složkou většiny společenstev již od počátku ordoviku. Tato skutečnost naznačuje, že měkkýši pravděpodobně reprezentovali významný zdroj potravy různých predátorů v průběhu celého fanerozoika. Schránka měkkýšů, která roste po celý jejich život, umožňuje studium frekvence predančních ataků na různých ontogenetických stádiích.

V dnešní době existuje řada publikací popisující různá teratologická poranění schránek u paleozoických zástupců kmenů Mollusca a Brachiopoda (např: Peel 1984, Ebbestad & Pell 1997, Lindström & Peel 2003, Peel 2015, Ebbestad & Högström 2000, Nagel-Myers *et al.* 200, Horný 2002, Vermeij *et al.* 1981, Vermeij 1982 aj.). Většina publikací však pouze popisuje stopy po neúspěšné predaci na schránkách, ale neanalyzuje jejich četnost.

V průběhu fanerozoika se podle některých analýz (např. Vermeij *et al.* 1981, Vermeij 1982, Alexander & Dietel 2003 aj.) měnila morfologie schránek gastropodů vlivem rostoucího predančního tlaku. Publikovaná data (např.: Kelley & Hansen 2003, Peel 1984, Ebbestad & Pell 1997, Lindström & Peel 2003, Alexander & Dietel 2003, Vermeij *et al.* 1981 atd.) naznačují, že frekvence výskytu stop po predaci na schránkách gastropodů od svrchního ordoviku roste. V současnosti však neexistují žádná publikovaná kvantitativní data o výskytu teratologických anomálií na schránkách středně ordovických či starších gastropodů. V období ordoviku docházelo k rozvoji mnoha skupin gastropodů (Frýda & Rohr 2004, Frýda 2012). Kvantitativní analýza výskytu stop po predaci na schránkách ordovických gastropodů může tak poskytovat cenné informace o potravní strategii a ekologických vztazích v ranném paleozoiku, kdy docházelo k biodiverzifikaci většiny živočišných skupin.

V této diplomové práci jsou analyzované vzorky ze sbírek Národního muzea v Horních Počernicích. Studované materiály pocházely z různých lokalit šáreckého souvrství pražské pánve (Brandýs nad Labem, Červený vrch, Díly, Karýzek, Litohlavy, Mýto, Osek u Rokycan, Pětidomky, Praha-Libuš, Praha-Šárka, Rokycany, Svatoštěpánský rybník, Těškov, Úvaly, Vokovice, Volduchy, Zbiroh). Hlavním cílem diplomové práce bylo na základě rozsáhlého sběru kvantitativních dat o výskytu stop po predaci na schránkách gastropodů ze šáreckého souvrství (více než 4000 schránek bylo studováno) charakterizovat frekvenci výskytu těchto jevů a kvantitativně testovat rozdíly výskytu stop po predaci mezi jednotlivými druhy (rody)

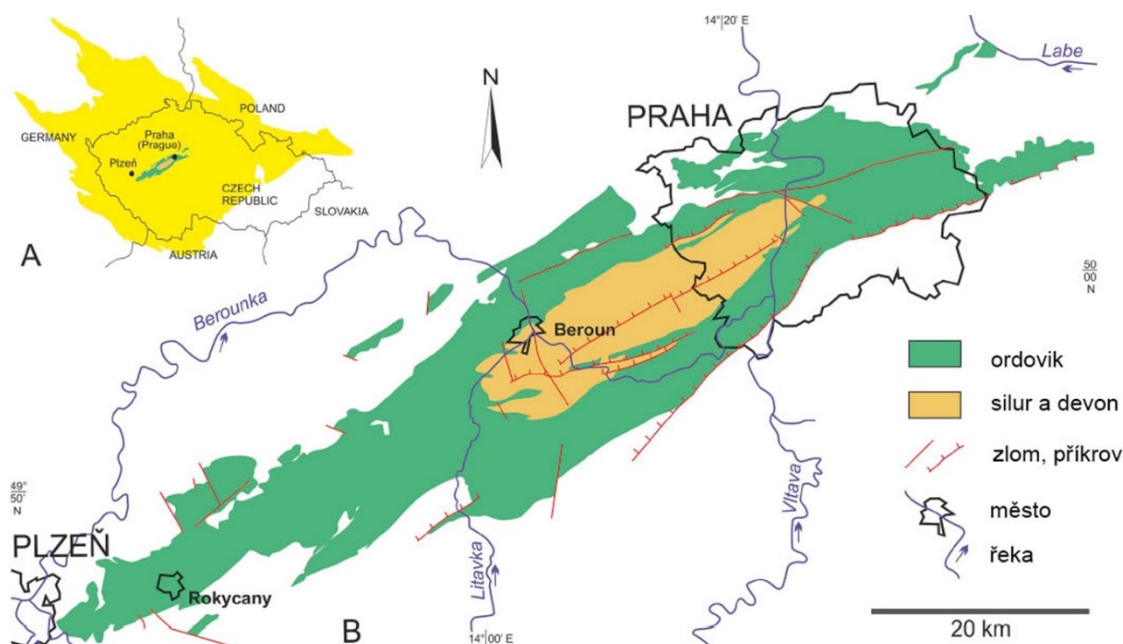
gastropodů, jejich ontogenetickými stadii, a různými morfologiemi jejich schránek. Analýza frekvence anomálního výskytu na schránkách byla prováděna u druhů následujících rodů gastropodů: *Barrandicella*, *Carcassonella*, *Cyrtodiscus*, *Lesueurilla*, *Ptychonema*, *Pygmaeoconus*, *Selesinuites*, *Sinuites* a *Tropidodiscus*. Ve studovaném materiálu se nacházely skupiny s různou morfologií schránek (planispirální, isostrofické, přílipkovité, věžovité). Teratologické poškození se vyskytovalo rovněž na různých ontogenetických stádiích schránek (starší či mladší závity). Výsledky diplomové práce dokládají extrémně nízkou frekvenci teratologických poškození na schránkách gastropodů ze středního ordoviku. Nové poznatky rovněž doplňují a potvrzují hypotézu (např. Alexander & Dietel 2003, Vermeij *et al.* 1981) o růstu četnosti výskytu stop po predaci na schránkách gastropodů v průběhu fanerozoika (tj. růst predačního tlaku).

1 GEOLOGIE

1.1 Pražská pánev

Výplň pražské pánve je součástí tepelsko-barrandienské oblasti. Rozloha pánve je zaznamenána od Starého Plzeňce přes Prahu k Úvalům a Brandýsu nad Labem, kde se noří pod křídové uloženiny (Havlíček 1981, 1982). Denudační relikv výplně pražské pánve představuje vrstevní sled jednotek od spodního ordovíku až po střední devon (Havlíček *in* Chlupáč *et al.* 1992). Křídla výplně pánve jsou tvořeny horninami ordovíku, které diskordantně nasedají na kadomský podklad a z menší části na kambrické uloženiny. Jádru pánve je vyplněno horninami siluru a devonu.

Počáteční stádium pánve mělo charakter mělké a úzké lineární deprese, kde posléze docházelo k diferenciaci (Havlíček *in* Chlupáč *et al.* 1992). Sedimentace byla provázena vulkanickou činností (např. ordovický komárovský vulkanický komplex, silurský svatojánský vulkanický komplex; Tasáryová *et al.* 2018) a synsedimentární deformací pánve. Tektonický neklid způsobený extenzním režimem měl za následek vznik zlomů a vulkanickou aktivitu (Kříž 1991, 1998). Docházelo k rozpadu pánve na mnoho podélných a příčných segmentů s různou rychlostí subsidence (Havlíček 1989, Kříž 1991, 1992). V důsledku variské orogeneze získaly sedimenty pražské pánve současnou stavbu složitého brachysynklinoria (Kachlík 2003).



Obrázek 1 – Pozice a rozložení sedimentů pražské pánve (převzato a upraveno ze Zichy *et al.* 2020)

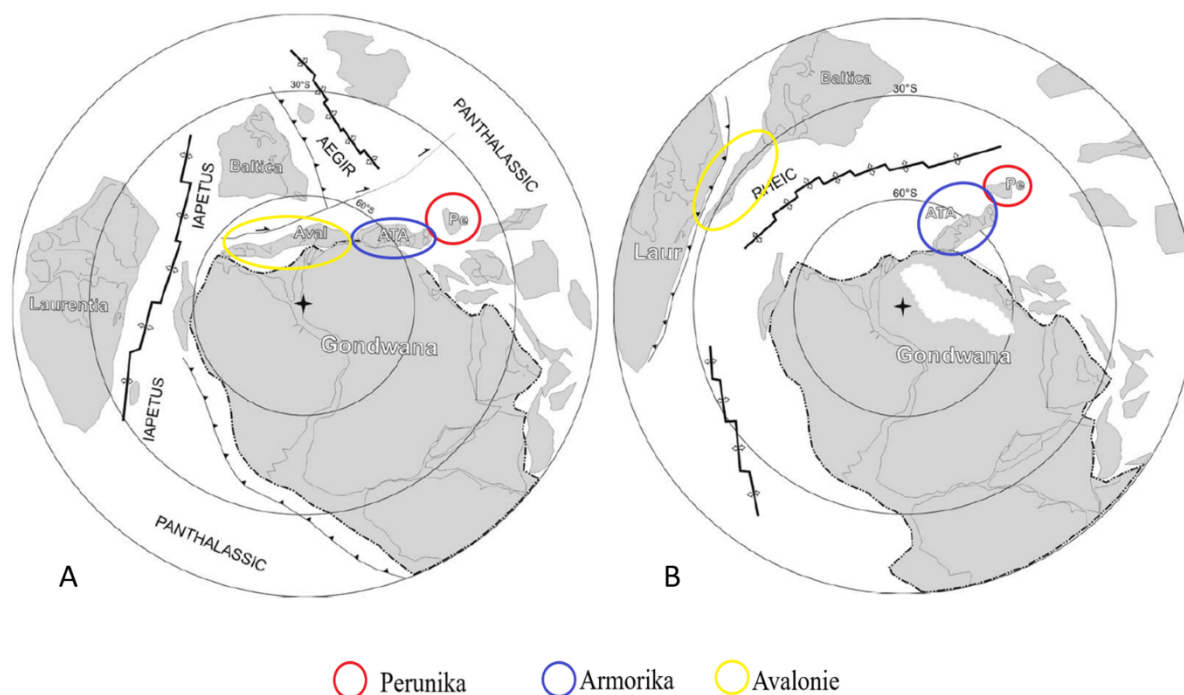
1.2 Paleogeografie pražské pánve

V období ordoviku existovaly kontinenty Laurentia, Baltika, Siberia, Gondwana, Kazachstania. Mezi Laurentií, Baltikou a Sibiří se rozkládal oceán Iapetus. Jižní část Gondwany se nacházela v oblasti jižního pólu. Severní okrajové části Gondwany pokračovali v rozdělení na menší segmenty. V důsledku riftingu se oddělil od sz. části Gondwany kontinent Avalonie. Drifting Avalonie zapříčinil posun Baltiky severním směrem do teplejšího klimatického pásma. Ve spodním ordoviku začala vznikat pražská pánev, která se nacházela ve vyšších zeměpisných šířkách jižní polokoule. V důsledku pohybu kontinentů se posouvala do nižších zeměpisných šířek směrem k rovníku.

V současné době převažuje názor, že paleogeografická pozice pražské pánve byla součástí skupiny armorických teránů (ATA) na periférii Gondwany (Franke 2000, Žák & Sláma 2018 a další).

V období ordoviku docházelo ke změnám klimatu. Ve spodním a středním ordoviku bylo teplejší klima, svrchní je charakteristický chladnějším klimatem. Svědčí tomu nejen doklad kontinentálních ledovců, ale i výrazná klimatická zonálnost mořských faun (Havlíček *in* Chlupáč *et al.* 1992).

Podle paleomagnetických dat je dokládána pozice pražské pánve v oblasti mírného pásu (Chlupáč *et al.* 2002, Tasáryová *et al.* 2014). Havlíček *et al.* (1994) vyčlenili tepelsko-barrandienskou oblast z ATA na základě studia geografické distribuce druhových společenstev trilobitů a brachiopodů. Havlíček *et al.* (1994) usuzovali o pražské pánvi jako o samostatném mikrokontinentu nebo mikrodesce zvané Perunika. Cocks a Torsvik (2006) uvádějí, že již v nejspodnějším ordoviku došlo k oddělení Peruniky od Gondwany, která se nezávisle na ATA posouvala směrem k Baltice. Fatka a Mergl (2009) doplňují předešlé práce o Perunice na základě paleontologických dat. Paleomagnetické měření podle Krse *et al.* (1986, 1987) či Taitové (1999) svědčí o odlišnosti pozice Peruniky a Armoriky od ostatních teránů. Podle Servaise a Suntubina (2009) jsou výsledky Krse *et al.* (1986, 1987) srovnatelné s paleomagnetickými výsledky ostatních teránů. Měření provedené Lewandovským (2003) nenasvědčuje odlišností paleomagnetické orientace Armoriky a Peruniky na konci siluru, jak to dokládá měření od Taitové (1999). Poloha pražské pánve je dosud předmětem diskusí. Na základě odlišnosti fosilních společenstev, nelze podle Servaise a Suntubina (2009) stanovit mikrokontinent či mikrodesku, proto řadí Peruniku k paleogeografické provincii v rámci armorických teránů.



Obrázek 2 – Paleogeografické rekonstrukce Peruniky (Pe), armorických teránů (ATA), Avalonie (Aval), Laurentie, Baltiky a Gondwany. A) rekonstrukce jejich pozic v raném ordoviku, B) rekonstrukce jejich pozic na přelomu ordoviku a siluru (podle Cocks & Torsvik 2002, 2006; převzato z Fatky & Mergla 2009, upraveno)

1.3 Ordovik

V 19. století byl útvar ordoviku řazen částečně mezi útvary kambria a siluru. V roce 1960 byl formálně uznán na mezinárodním geologickém kongresu v Kodani jako samostatný útvar (Bassett 1979). Mezinárodní stratigrafická komise rozdělila ordovik do tří oddělení (spodní, střední, svrchní), která se skládají ze sedmi stupňů nazvaných tremadocian, floian, dapingian, darriwilian, sanbian, katian a hiranian (Gradstein *et al.* 2012). Z důvodu přesnosti korelace jednotlivých světových oblastí byly mimo jiné vytvořeny regionální stupnice. Pro barrandienskou oblast jsou využívány stupně tremadok, aering, oretan, dobrotiv, beroun, králodvor a kosov (Havlíček & Marek 1973, Gutiérrez-Marco *et al.* 2017).

1.3.1 Ordovik pražské pánve

Ordovik je v pražské pánvi zastoupen celým vrstevním sledem hornin od tremadoku po hiranian. Po stratigrafickém hiátu diskontartně nasedají bazální ordovické vrstvy na

proterozoický podklad a částečně na kambrické uloženiny. Jednotlivá souvrství se litologicky od sebe liší.

Spodní části tremadoku (třenické souvrství) má transgresivní charakter. Horniny třenického souvrství jsou zastoupeny mělkovodními křemennými pískovci, arkózami a drobami (Havlíček *in* Chlupáč 1992). Ve svrchní části tremadoku (mílinské souvrství) došlo k regresi v důsledku, které má mílinské souvrství menší plošné rozšíření nežli souvrství třenické (Chlupáč *et al.* 2011). Mílinské souvrství je zastoupeno sedimentárními silicity (Havlíček 1982). Klastický materiál tremadoku je tvořen z proterozoických hornin a z vulkanických hornin křiváklátsko-rokycanského komplexu (Chlupáč *et al.* 2011).

V arenigu (klabavské souvrství) se mělkovodní sedimentace mění na hlubokovodní (Chlupáč *et al.* 2011). Na počátku arenigu došlo nejen k transgresi, ale i k tektonickému neklidu a segmentaci pánve v doprovodu s vulkanickou aktivitou (Chlupáč *et al.* 2011). Oblasti s maximální subsidencí se přemísťují podél delší osy pánve směrem od západu na východ (Havlíček 1981). Pro klabavské souvrství jsou typické šedo zelené břidlice s prachovitou, písčitou a vulkanickou příměsí (Chlupáč *et al.* 2011).

Na počátku oretanu (šarecké souvrství) došlo k rozsáhlé transgresi. V pražské pánvi došlo ke vzrůstající extenzi a subsidenci. Hlavní litofacií šareckého souvrství jsou šedé až černé břidlice, které jsou spojeny s křemitými nodulemi (detailní popis v následující podkapitole).

Stupeň dobrotiv má dvě hlavní facie, spodní je písčité (skalecké křemence) s proměnlivou mocností, druhá facie je břidličná. Stejně jako v šareckém souvrství, tak i v dobrotivských břidlicích se vyskytují nodule. Nodule dobrotivského souvrství bývají menší a méně prokřemenělé, nežli je tomu u šareckých nodulích (Chlupáč *et al.* 2011).

Svrchnoordovický stupeň beroun je zastoupen v pražské pánvi pěti souvrstvími. Báze stupně beroun, začíná sedimentací libeňského souvrství. Libeňské souvrství je vyvinuto ve dvou litofaciích. Libeňské břidlice vznikaly ve větších hloubkách s nedostatkem kyslíku (Havlíček 1998). Řevnické křemence naproti tomu vznikaly v mělkovodním prostředí (Chlupáč & Kukul 1988). Nejmocnější jednotkou ordoviku pražské pánve je letenské souvrství, pro které je charakteristické střídání drobových a křemenných pískovců, drob, prachovců a břidlic. Hranice mezi letenským a nadložním vinickým souvrstvím je charakterizována eustatickým zdvihem mořské hladiny a vyznačuje se monotónním sledem černošedých a jemně slídnatých břidlic (Chlupáč *et al.* 2011). Břidlice vznikaly v hlubším anoxickém prostředí. Pro nadložní zahořanské souvrství je typická převaha monotónních šedých a šedo zelenavých prachovců, místy se v nich vyskytují vápnité, druhotně limonitizované nodule. Nejsvrchnější partie (stupně

beroun) jsou zastoupeny horninami bohdaleckého souvrství, které je tvořené jílovitými břidlicemi s vložkami pyritu. Směrem k nadloží se můžeme setkat s polyteichovou facií, která se vyznačuje střídáním břidlic, prachovců, jemnozrnných pískovců a písčitých vápenců (Chlupáč *et al.* 2011).

V nejsvrchnějším ordoviku se rozlišují dva stupně královor a kosov, klimatické změny měly za následek změnu sedimentace a druhových společenstev (Chlupáč *et al.* 2011). Horniny královorského souvrství (královor) mají charakter zelenošedých až šedých jílovců s příměsí křemenného siltu (Havlíček *in* Chlupáč 1992). Místy se objevují druhotně limnizované karbonátové konkrece. Na královorské souvrství konkordantně nasedají sedimenty kosovského souvrství (Chlupáč *et al.* 2011). Nejmladší kosovské souvrství je charakteristické větším podílem klastického terigenního materiálu. Báze souvrství obsahuje diamiktity s dropstony (Havlíček *in* Chlupáč 1992, Brenchley & Štorch 1989). Tento typ sedimentů nasvědčuje globálnímu ochlazení na konci ordoviku (Havlíček *in* Chlupáč 1992).

stupeň	souvrství		m	
kosov	kosovské		60 – 200	1
králodvor	králodvorské		50 – 300	2
beroun	bohdalecké		100 – 200	3
	zahořanské		100 – 400	4
	vinické		50 – 300	5
	letenské		60 – 800	6
	libeňské		50 – 300	7
dobrotiv	dobrotivské		100 – 400	8
oretan	šárecké		10 – 300	9
arenig	klabavské		0 – 300	10
tremadok	mílinské		0 – 45	
	třenické		0 – 45	

Obrázek 3- Stratigrafické znázornění ordoviku Barrandienu. 1 – slepence, hrubozrné droby a pískovce, 2 – silicity, 3 – jílové břidlice a prachovce, 4 – vulkanity, 5–6 – světlé křemence a pískovce, 7 – střídání pískovců (ev. křemenců), drob a prachovců, 8 – převážně prachové břidlice a prachovce, 9 – sedimentární železné rudy, 10 – stratigrafický hiát, k – křemence (převzato z Havlíčka 1967, Chlupáče et al. 2011, upraveno).

1.4 Šárecké souvrství

1.4.1 Litologie

Šárecké souvrství bylo pod označením šárecké břidlice stanoveno Kettnerem a Kodymem (1919). V historii byla tomuto souvrství věnována pozornost z důvodu výskytu železných rud. Šárecké souvrství obsahuje fosilní zbytky organismů, proto je souvrství vhodné pro paleontologické studie. V šáreckém souvrství můžeme rozlišit několik základních typů hornin:

pískovce, slepence, siltovce, karbonáty, sedimentární železné rudy, fosfáty, břidlice, nodule (konkrece) a pyroklastické hornin.

Pískovce šáreckého souvrství se od sebe liší svým složením, texturními znaky i genezí. Bazální pískovce se vyskytují v téměř celém severozápadním křídle barrandienu a nacházejí se v nadloží vrstev přeplavených tufů klabavského souvrství. Tyto pískovce vznikaly v důsledku regrese ve vyšším arenigu, která předcházela transgresi v oretanu. Při regresi mohlo dojít k vynoření a rozrušení sedimentů nejvyšších partií klabavského souvrství (Kukal 1962).

Slepence šáreckého souvrství se nacházejí v oblasti Hřebenů a severozápadní části Prahy. Bazální slepence jsou značně hrubozrné a jejich valouny jsou tvořeny především z kambrických uloženin. Slepence z oblasti Prahy-Troje jsou odlišného složení i geneze. Tyto slepence jsou tvořeny ostrohrannými útržky algonkických břidlic a valouny kyselých vyvřelin (Kukal 1962).

Siltovce v šáreckém souvrství netvoří samostatně mocné horniny, charakterizují se utvářením čoček a lamin s vyšším obsahem siltu (Kukal 1962).

Karbonáty v tomto souvrství jsou známy ve třech formách. Samotné karbonátové sedimenty s proměnlivou příměsí jílovitého až písčitého klastického materiálu, se nacházejí v klabavsko-oseckém a kyšickém rudním obzoru. Karbonáty se mohou objevovat jako uhličitanová příměs v klastických sedimentech (v podobě tmelu nebo nodulí). V okolí východnější části pánve v oblasti Prahy se vyskytují karbonátové nodule v jílových sedimentech s větším podílem hrubého detritu, v oblasti u Krušné hory a Rače se nacházejí karbonáty tvořící tmel pískovců. Karbonáty mohou být zastoupeny i v pyroklastických horninách.

Sedimentární železné rudy patří mezi podrobněji prostudované horniny šáreckého souvrství. Tyto horniny tvoří v klabavsko-oseckém rudním obzoru bázi a kyšickém rudním obzoru svrchní polohy. V oblasti Ejpovice, Mníšek, Rač a Březina se tyto dva rudní obzory sjednocují v jednu mocnější rudní polohu, která často zastupuje celou mocnost šáreckého souvrství. Názory na vznik železných rud se liší. Podle Kukala (1962) došlo při oretanské transgresi ke tvorbě izolovaných nebo částečně izolovaných pánviček, kde mohly být vytvořeny vhodné podmínky pro chemogenní rudní sedimentaci. Havlíček a Šnajdr (1957) popisují závislost rozmístění železných rud na vulkanické aktivitě z důvodu přínosu zvětralého tufu, jako vhodným zdrojem železa. Podle Kukala (1962) jsou dvě základní podmínky vzniku rud. Za prvé muselo docházet k dostatečnému přínosu železa jakýmkoliv způsobem a zamezení přínosu hrubšího terigenního detritu. Druhou podmínkou bylo prostředí vhodné pro koncentraci a sedimentaci sloučenin železa (Kukal 1962).

Fosfáty jsou důležitou složkou železných rud. Větší podíl obsahu fosforu byl pozorován jak při bázi (v podobě úlomků fosfátových misek brachiopodů), tak ve svrchních polohách rud (fosfátové nodule). Výskyt fosforu, který bývá koncentrován v železných rudách se vysvětluje několika způsoby (např. pomalejší sedimentací, při které mohlo dojít k větší koncentraci chemogenních součástí či vlivem činností organismů na sedimentaci atd.).

Komárovský vulkanický komplex v době sedimentace šáreckého souvrství dosahuje největšího plošného rozšíření, ve kterém jsou rozlišeny dva typy pyroklastických hornin. Faciálně pelitický vývoj souvrství zastupují aglutinátové akumulace, které vznikají jen při submarinní vulkanické činnosti granulací lávy, jsou tmelené a neobsahují složku popelu. Naproti tomu jsou v tomto souvrství zastoupeny aglomeráty a tufy s popelem, které mohly vznikat jak submarinně, tak subaericky (Kukal 1962). Pyroklastické horniny tvoří mocné akumulace na Komárovsku, v západních částech Hřebenu, v celé centrální části pánve a dále severo-východně až do oblasti Chrbiny a Svárova.

Jílové břidlice šáreckého souvrství jsou často rekrystalizované a jejich základní hmota bývá paralelně usměrněná (Kukal 1962). Centrální část pánve se vyznačuje jílovitou sedimentací, a větší mocností než okrajové segmenty (Havlíček *in* Chlupáč *et al.* 1992). V oblasti Praha-Žižkov se vyskytují jílové sedimenty s nejvyšším stupněm rekrystalizace, u kterých jsou již patrné známky počínající epizonální metamorfózy (Kukal 1962). V oblasti západní části pánve (Rokycansko) převládají šedé až tmavě šedé jílovité břidlice (Chlupáč *et al.* 2011), které se vyznačují menší rekrystalizací, než jílovité břidlice z oblasti Praha-Troje (Kukal 1962). Jílovité horniny obsahují jílové minerály (illit a jiné), organické látky (organický C), příměs sideritu, hrubšího detritu a tufitu. Jako celek odpovídají černé jílovité břidlice šáreckého souvrství mělkovodnímu prostředí, o tom svědčí větší podíl bentosu.

Nodule (použito Loi & Dabard 2002) šáreckého souvrství byly dříve označovány pod termínem konkrece (použito např. Kukalem (1962)), můžeme se setkat s neodborným označením rokycanské kuličky. Jsou tvořeny převážně křemenem (smíšeným s jílem), karbonátem, organickými zbytky a jinými součástmi. Jako organické zbytky byly v nodulích nalezeny zbytky po schránkách bezobratlých živočichů. Podle Kukala (1962) byly nodule neboli konkrece zprvu karbonátové, které byly následně epigeniticky silicifikované. Toto tvrzení bylo vysvětleno na základě difuzních Liesegangových prstenců a silifikace podél sutur a trhlin. Autor poukazuje na koncentrickou stavbu, kde vnější části jsou křemenem bohatší než vnitřní. Nodule s malými rozměry často bývají zcela silifikované, oproti tomu nodule větších rozměrů bývají karbonátové. Prostředí, ve kterém nodule pravděpodobně vznikaly, muselo být s vyšším obsahem karbonátu (Kukal 1962). Množství této složky však nemohla dostačovat

k utváření celé vrstevní karbonátové plochy, a proto se tyto nodule nacházejí ve vrstvách černých břidlic. Tyto břidlice erozními a půdními procesy zvětraly a díky zemědělské aktivitě, která orbou rozrušuje půdu, můžeme dnes nalézat tyto tzv. rokycanské kuličky na polích. Nejznámějšími oblastmi, kde se nodule ze šáreckých vrstev vyskytují jsou Osek u Rokycan a Praha-Šárka.

Bohatá fosilní fauna je obsažena v břidlicích a nodulích, které obsahují zbytky trilobitů, brachipodů, hyolitů, gastropodů a dalších.

2 PALEOEKOLOGIE

Druhová společenstva byla v období ordoviku rozmanitá. Velká biodiverzifikace organismů se projevila nejen na bentických společenstvech, ale i na rozvoji planktonních a počínajících nektonních organismů. Útesotvorná společenstva se skládala především z mikroorganismů. Prokaryota, fotosyntetické modro-zelené řasy a sinice utvářely organické maty, stromatolity, trombolity a další variace. Mikroorganismy s kalcitovou schránkou přispěly k počínajícímu útesovému ekosystému v ordoviku tropického pásma (Webby 2004). Další složkou tvořící ordovické útesy se stala metazoa (stromatopoidi, litistidní houby, bryozoa, tabulární koráli a další). K významné změně útesového společenství dochází ve vyšším středním ordoviku (darriwilian), kdy se objevují lépe kalcifikovaná metazoa a řasy. Změnu prodělávají infaunní stopy, kdy se místo jednoduchého rozvětvení stop začnou objevovat stopy více a složitěji větvené. Tento trend ukazuje, že během středního ordoviku došlo k výrazné biodiverzifikaci organismů (Webby 2004, Mikuláš 1998).

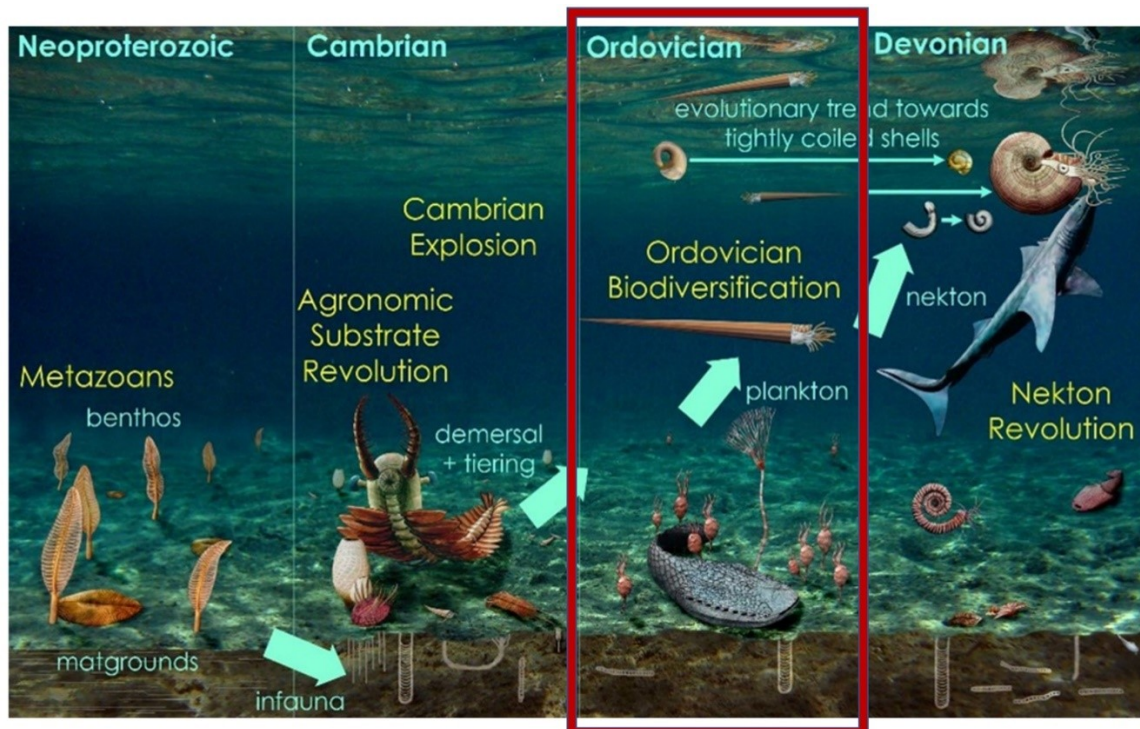
2.1 Pelagické organismy

Z pelagických organismů se ve fosilním záznamu dochovaly jak planktonní, tak nektonní skupiny. Z planktonních forem byly dochovány skupiny zelených řas, graptolitů, akritarch, chitinozoí, radiolárií a dalších. Z nektonních forem byly zachovány skupiny některých konodontů a nautiloidních hlavonožců, trilobitů, fylakaridních korýšů a dalších (Webby 2004). Stratigraficky významní jsou konodonti, graptoliti a chitinozoa.

Důležitý vývoj prodělali nautiloidní hlavonožci. Oproti hlavonožcům z kambria došlo u ordovických cefalopodů k výraznému vývoji sifonální trubice. Vývoj sifonu umožnil lepší zásobování měkkých tkání krví a výměnu plynů do uzavřené, septické apikální části schránky. Vývoj sifonální trubice dal možnost hlavonožcům dosáhnout velmi efektivní kontroly vztlaku. V ordoviku se objevují skupiny bentické, nektobentické i pelagické. Z fosilního záznamu bylo nejvíce dochovaných nautiloidních hlavonožců s kónickou schránkou. Horizontální pohyb byl aktivní i pasivní. Pelagickému životu se během středního ordoviku (darriwilian) přizpůsobily tři skupiny hlavonožců: Actinocerida, Orthocerida, Ascocerida. Z hlavních skupin se obratnými plavci staly formy se stočenou schránkou ve vyšším ordoviku (např. Tarphycerida) (Frey *et al.* 2004). Předpokládá se, že většina skupin cefalopodů byla karnivorní. Hlavonožci měli za následek změnu trofických vazeb a stali se ordovickými vrcholnými predátory.

V období ordoviku došlo k vývoji u skupiny Arthropoda (např. u trilobitů, fylokaridních korýšů, eurypteridů atd.). Většina ordovických trilobitů žila bentickým či nektobentickým způsobem života, vázaným na mořské dno. Výjimkou mohou být jejich planktonní larvální stádia. Podle Forteyho (1985) byli někteří dospělí zástupci skupin Telephinae a Cyclopygidae schopni aktivního plavání ve vodním sloupci. Tyto dvě skupiny se vyskytovaly v odlišných faciích. Zástupci ze skupiny Telephinae byli epipelagičtí, naproti tomu zástupci skupiny Cyclopygidae byli mezopelagičtí (McCormick & Fortey 1998). Potravní strategie těchto dvou skupin byla nejpravděpodobněji zaměřena na drobné planktonní kořisti či větší planktonní požírače, kterými mohli být např. fylokaridní korýši. Fylokaridní korýši, stejně jako trilobiti, žili především bentickým či nektobentickým způsobem života. Výjimkou je ordovický rod *Caryocaris*, jehož morfologické aspekty jsou charakteristické pro pelagický způsob života. Podle Vanniera *et al.* (2003) je pro rod *Caryocaris* v období ordoviku typická epipelagická a mezopelagická faciální zóna. Potravní strategie byla zaměřena na filtrování drobné planktonní kořisti. Fosilně ojedinělou ordovickou skupinou jsou eurypteridi. Fosilní pozůstatky druhu *Pentecopterus decorahensis* Lamsdell *et al.*, 2015 ze skupiny Megalograptidae jsou známé již ze středního ordoviku (darriwilian) (Lamsdell *et al.* 2015). Většina nálezů eurypteridů ze skupiny Megalograptida je však známa až od vyššího ordoviku. Fosilní pozůstatky eurypteridů pochází především z oblasti severní Ameriky, z jiných oblastí jsou nálezy velmi vzácné. Podle Chlupáče (1999) jsou doklady výskytu zbytků možných eurypteridů z letenského souvrství pražské pánve.

Z období ordoviku jsou známé fosilní pozůstatky obratlovců ze skupin Agnatha a Gnathostomata. Fosilní pozůstatky obratlovců z období ordoviku jsou však vzácné. Ze spodního až středního ordoviku jsou zachovány pozůstatky taxonů agnátních ryb. Obratlovci ze skupiny Agnatha byli drobných rozměrů a přijímali potravu filtrováním vody. Taxony gnathostomátních ryb jsou známé až od svrchního ordoviku (Turner *et al.* 2004). Není pravděpodobné, že by ordovičtí obratlovci napadali schránky gastropodů, tak jako je tomu u dnešních durofágních ryb.



Obrázek 4 - Schématické znázornění vývoje spodnopaleozoických společenstev. V červeném ohraničení důraz na biodiverzifikaci organismů v období ordoviku (upraveno a převzato z Kluga et al. 2010)

2.2 Bentické organismy

Většina bentických skupin se objevuje již v kambriu, nicméně během ordoviku dochází k jejich biodiverzifikaci. Vývoj bentických společenstev lze pozorovat u řad skupin jako jsou ramenonožci, trilobiti, korýši, mlži, plži, rostrokonchie, červoidní organismy a další (Webby 2004). V této části jsou popsány skupiny bentických organismů, které mohly mít v minulosti vliv na anomální vývoji schránek ordovických gastropodů.

Z období ordoviku jsou známé doklady bentických a nektobentických skupin trilobitů, které zaujímaly různé typy biofacií. Vyskytovaly se jak v mělkovodních, tak v hlubokovodních faciích a někteří zástupci se již objevovali v pelagické zóně (Adrain *et al.* 2004). Již z období kambria byly zaznamenány formy od běžných požíračů až po predátory či mrchožrouty. V období ordoviku docházelo k vývoji aulakopleuridních, proetidních, fakopoidních a asafidních trilobitů, kteří se vykytovali v různých faciích. Většina trilobitů obývala kontinentální šelf. Byli to tzv. požírači detritu, kterými mohly být např. skupiny Aulacopleuridae a Proetidae. Nicméně se tyto skupiny mohly vyskytovat i v hlubších faciích. Pro skupiny Asaphidae a Phacopidea jsou více charakteristické hlubokovodnější facie, přesněji *olenidní* biofacie. Tyto skupiny jsou považovány podle Adraina *et al.* (2004), Fortey & Owense (1999) a Forteyho (2013) jako možní ordovičtí predátoři či mrchožrouti. Zástupci ze skupiny Phacopidae nedosahovali v období ordoviku velkých a robustních rozměrů, avšak měli dobře

vyvinuty vizuální orgány, které mohly sloužit pro specifický účel lovu kořisti (Adrain *et al.* 2004). Nicméně, bližší specifikace kořisti u ordovické skupiny Phacopoidea není zřejmá. Oproti tomu zástupci ze skupiny Asaphidae byli v období ordoviku velcí a robustní predátoři, kteří se mohli pohybovat v horních částech potravního řetězce (Adrain *et al.* 2004).

K velkému rozvoji v období ordoviku dochází u skupiny Echinodermata. Vyskytovali se jak formy herbivorní (např.: blastoidi, krinoidi atd.), tak nové formy karnivorní (např.: mořské hadice a hvězdice). Někteří dnešní zástupci ze skupin Ophiuonauridae a Asteroidea jsou schopni napadat měkkýše či korály. Příjem potravy je však u těchto skupin mimo tělní. Pravděpodobně byl příjem potravy u těchto skupin z období ordoviku podobný jako u dnešních forem.

2.2.1 Gastropodi

Skupina Gastropoda prodělala výrazný rozvoj v období celého ordoviku. Studie gastropodů byla provedena především na základě vyšších taxonů, jelikož fylogeneze nižších taxonů je problematická z hlediska homoplastické podobnosti schránek (Frýda & Rohr 2004). Během darriwilianu došlo nejen k vývoji jednotlivých rodů, ale zároveň docházelo i k zániku či zpomalení vývoje jednotlivých skupin. V nejspodnějším darriwilianu prodělaly rozvoj všechny vyšší skupiny gastropodů (Patellogastropoda, Archaeogastropoda, Mimospirina, Euomphaloidea, Macluritoidea, Caenogastropoda). Frýda a Rohr (2004) poukazují na nedostatek studií a nových poznatků u ordovických gastropodů, které by přispěly k poznání druhové rozmanitosti této skupiny.

2.3 Asociace živočichů šareckého souvrství

Pražská pánev byla v době sedimentace úzkou lineární depresí s poměrně strmými svahy. Z důvodu stavby pražské pánve se v rozborech fauny vyskytovaly obtíže s rozdělením do příslušných bentických zón. Absence rozsáhlých plošin, které by se mírně svažovaly k jádru pánve, jsou příčinou proč se v ordoviku pražské pánve nevyskytují široká pásma bentické fauny související s hlubokovodním kolísáním (Havlíček 1982). Ordovická bentická společenstva

pražské pánve nejsou úzce vázané na batymetrii mořského dna, významnější podstatou je charakter substrátu.

Podle Boucota (1975) lze ordovickou faunu klasifikovat do šesti jednotlivých skupin bentických společenstev v závislosti na mořské hloubce a vzdálenosti od pobřeží. V ordoviku pražské pánve se v rozbořech fauny vyskytovaly obtíže s rozdělením do příslušných bentických zón, z důvodu stavby pánve. Pro klasifikaci jednotlivých ordovických bentických společenstev se Boucotova (1975) klasifikace využívá následovně:

- 1) Zóny 1-2 se vyskytovaly v mělkovodním, subtidálním a intertidálním prostředí. Tyto zóny charakterizuje nocturneliové a skolitové společenstvo.
- 2) Zóny 3-4 jsou charakteristické drabovio-aegiromenovou faunou. Obývala především svahy pánve, méně často osidlovala dno centrální části pánve.
- 3) Zóny 5-6 zahrnují hlubokovodní společenstva z jílovitých břidlic. Hojně se v zónách vyskytovala vagilní fauna, především trilobiti.

Na počátku šáreckého souvrství se nově v pražské pánvi objevují druhy, které byly známe z arenigu (floian) západních států v Evropě (Havlíček *in* Chlupáč *et al.* 1992). Docházelo k migraci sesilní a vagilní fauny. V šáreckém souvrství stanovil Havlíček (1982) nocturneliové a euorthisinové společenstva.

Nocturneliové společenstva se v šáreckém souvrství vyskytuje pouze ojediněle, oproti klabavskému souvrství. Nejpravděpodobněji je to zapříčiněno postupnou změnou prostředí, kdy se území změnilo na drobné, izolované pánve. Podle Kukala (1962) nebyla voda v izolovaných pánvi dostatečně okysličená, nicméně byla bohatší na oxid uhličitý. Hodnota pH byla nižší z důvodu nižší salinity (Kukal 1962). Bentická společenstva byla v těchto podmínkách redukována a byla tvořena pouze drobnými inartikulátními brachiopody.

Euorthisinové společenstvo bylo velmi diverzifikované. Dominovali v něm především trilobiti, kteří obývali vrstvy černých jílovců obsahující příměsi hrubšího detritu. Podle Kukala (1962) se na těchto místech mohly objevovat sedimenty jílovité a písčité ve smíšené formě, které poskytují svědectví o mělkovodním prostředí. Hloubka centrální části pánve je odhadována na několik set metrů. Euorthisinové společenstvo nebylo vystaveno silné vlnové a proudové aktivitě. Klidné prostředí nám dokládají i nálezy kompletních exoskeletů trilobitů, anebo nerozpadlé schránky mlžů a ramenonožců (Havlíček 1982). Kromě trilobitů se zde nacházejí i jiné skupiny organismů, kterými jsou např. gastropodi, mlži, ostrakodi, brachiopodi a další.

V okolí Rokycan se vyskytují nad horizontem železných rud euorthisinová společenstva, která mohou odpovídat Boucotově zóně 3, nicméně v oblasti Prahy osidlovali živočichové i hlubokovodní prostředí. Dokladem jsou podle Šnajdra (1957) illaenidní trilobiti, kteří vykazují morfologické odlišnosti v rámci prostředí pražské pánve. *Ectillaenus katzeri* a *Ectillaenus advena* měli dobře vyvinuté omathidia, obývali tedy mělkovodní prostředí pražské pánve (okolí Rokycan). Oproti tomu druhy, které oči neměly vyvinuté dobře či druhům zcela chybí (např. *Ectillaenus sakrkaensis*, *Ectillaenus parabolinus*), obývaly hlubokovodní prostředí pánve na území dnešní Prahy.

Z ostatních trilobitů se v pražské pánvi šarecké souvrství nachází např. *Trinucleoides*, *Eoharpes*, *Nerudaspis*, *Kodymaspis*, *Bohemopyge*, *Bathycheilus*, *Asaphelus*, *Placoparia*, *Pliomerops*, *Ectillaneus* a další (Havlíček & Vaněk 1966, Havlíček & Vaněk 1990).

Vyjma trilobitů jsou velmi hojné a vysoce diverzifikované zbytky ostnokožců (např. *Lagynocystites*, *Mitrocystella*, *Archeaeocystites* atd.), ostrakodů (např. *Dilobella*, *Cerninella*, *Conchopromites* atd.), fylokaridních korýšů (např. *Caryocaris*), mlžů (např. *Babinka*, *Redonia* atd.), brachiopodů (např. *Paterula*, *Euorthisina* atd.), hlavonožců (např. *Bactoceras*), gastropodů (*Cyrtodiscus*, *Tropidodiscus*, *Sinuities*, *Barrandicella*, *Ptychonema* aj.) a další (Havlíček 1982).

3 CHARAKTERISTIKA SKUPINY GASTROPODA

V dnešní době je skupina Gastropoda považována za velmi početnou a diverzifikovanou skupinu. Dnešní gastropodi se nachází v různých prostředí s různými ekologickými podmínkami. Jsou známi ze suchozemského, sladkovodního a marinního prostředí. Pro většinu gastropodů je typická jejich schránka (ulita), která jim roste po celý jejich ontogenetický vývoj a díky tomu zaznamenává informace za život gastropoda. Schránky gastropodů se liší v závislosti na podmínkách prostředí. U marinních forem bývá zpravidla schránka silnější, nežli je tomu u forem sladkovodních či terestrických (Frýda 2012).



Obrázek 5 - Různé typy schránek dnešních žijících gastropodů. A) Vysoká věžovitá: *Mitra mitra* (Muricoidea), (B) strombiformní: *Lambis chiragra* (Stromboidea), (C) turbiniformní: *Liguus vittatus* (Orthalicoidea), (D) konvolutní: *Cypraea tigris* (Cypraeoidea), (E) spinosefusiformní: *Chicoreus ramosus* (Muricoidea), (F) fusiformní: *Pleuroploca trapezium* (Muricoidea), (G) konoidální: *Conus litteratus* (Conoidea), (H) diskoidální: *Architectonica perspectiva* (Architectonicoidea), (I) turrikulární: *Terebra* sp. (Conoidea), (J) vejčitá: *Olivancillaria gibbosa* (Oливоidea), (K) involutní: *Cypraeacassis rufa* (Tonnoidea), (L) iregulární: *Siliquaria ponderosa* (Cerithioidea), (M) přilipkovité: *Megathura crenulata* (Fissurelloidea) (převzato a upraveno podle Frýdy 2012).

V období ordoviku došlo k velké biodiverzifikaci, při které se rozvíjelo mnoho skupin (Frýda & Rohr 2004, Frýda 2012). V tomto období se gastropodi stali již početnou skupinou, která byla především epibentická. Některé druhy mohly mít i semiinfauní způsob života a podle Horného (1996) se mohly u ordovických gastropodů již objevovat i predační formy.

Systematické klasifikace fosilních gastropodů je značně problematická. Horný (1963) poukazuje ve své publikaci na rozdíly některých isostrofických gastropodů. Peel (1991) na základě svalových vtisků a exogastrického charakteru schránky vyčlenil některé skupiny

gastropodů do nové třídy Tergomya. Horný (2002) v návaznosti na Peela (1991) přiřadil některé paleozoické gastropody z českého masívu do třídy Tergomya. Ze šáreckého souvrství jsou známy z třídy Tergomya taxony Cyrtonellidae a Tryblidiidae. Samotní gastropodi jsou zastoupeny v šáreckém souvrství těmito taxony Archinacellida, Protoconchioidea, Sinuitidae, Bellerophonidae, Euomphalidae.

Řada zoologických studií (Page 2006, Kingsley-Smith *et al.* 2005, Pedersen & Page 2000 atd.) prokázala, že svalové vtisky na dospělých schránkách gastropodů nemají žádný vztah k torzi měkkých částí v ranné ontogenezi. Taxony vytvořené a používané některými paleontology (např. Cyclomya a Tergomya) spíše dokumentují neznalost anatomie recentních měkkýšů. Existují recentní gastropodi, kteří by mohli být podle svalových vtisků na dospěleckých schránkách umístěny jak do skupiny Tergomya, tak Cyclomia. Tyto taxony proto nemají žádný význam, a proto reprezentují nefylogenetické kategorie (Frýda 2012). U fosilních měkkýšů neexistuje žádný spolehlivý znak, jak doložit či vyvrátit torzi útrobního vaku, který je charakteristický pro třídu Gastropoda (Frýda 2012). Z tohoto důvodu jsou ve studii dále používané taxony na úrovni řádů.

3.1 Schránka

Důvod vzniku schránky u gastropodů není dodnes zcela objasněný. Ačkoliv schránka neboli ulita u gastropodů představuje ochranu důležitých orgánů, tak je její tvorba energeticky náročná pro samotného živočicha. V důsledku selekčního tlaku některé formy gastropodů druhotně (nezávisle na sobě) ztrácí ulitu. Tento fakt je znám nejen u suchozemských forem (např. *Limax*), ale i mořských gastropodů (např. *nudibranchiáti*). Nepřítomnost schránky umožní lepší pohyb a menší výdaje energie do tvorby či opravy schránky, ale gastropodi se stávají náchylnějšími k fatálním poškozením životně důležitých orgánů.

V šáreckém souvrství je dochováno velké množství fosilního materiálu s ordovickými plži. Otisky schránek s přírůstkovými liniemi bývají často zachovány v negativu otisku schránky. Pozitivy fosilních gastropodů představují spíše výplně, na kterých se otisk schránky s přírůstkovými liniemi nachází ojediněle.

3.1.1 Stavba a složení schránky

Útrobní orgány jsou kryty pláštěm, kterým gastropodi vylučují svou ulitu. Schránku tvoří tři základní vrstvy periostrakum, ostrakum a hypostrakum.

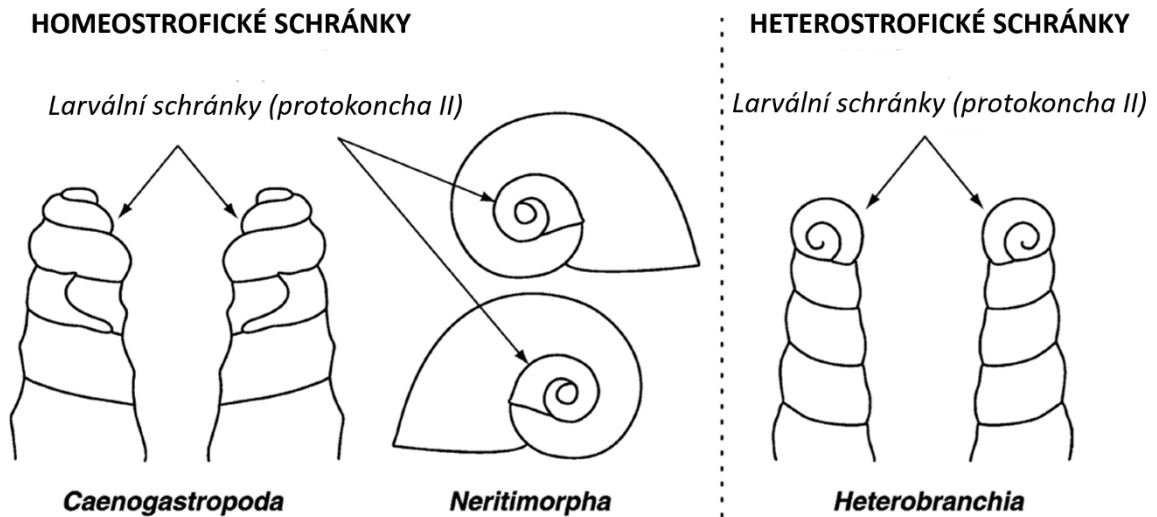
Nejsvrchnější vrstva periostrakum je tvořena konchiolinem, který slouží jako ochrana proti vnějšímu poškození. V této konchiolinové vrstvě jsou obsaženy pigmenty, které dodávají schránce barvu. S postupem rostoucího času se tato organická vrstva jako první vytrácí, a proto se pigmentová struktura ve fosilním materiálu vyskytuje vzácně. Zbarvení schránky je známo i řada prvohorních gastropodů (např. u druhu *Paffrathopsis subcostata* ze středního devonu; Frýda 2012).

Vnitřní dvě vrstvy ostrakum a hypostrakum jsou tvořeny uhličitánem vápenatým (CaCO_3), který se může vyskytovat ve formě kalcitu, aragonitu nebo velmi vzácně vateritu. Existuje více než 20 typů mikrostrukturního uspořádání biokrystalků CaCO_3 ve schránkách gastropodů (Carter 1990, Carter & Hall 1990, Bandel 1990).

3.1.2 Charakteristika schránky

Schránka gastropodů je většinou produkována po celý jejich život. Larvální stadia produkují tzv. protokonchu, která je svými morfologickými znaky odlišná od dospělé schránky teleokonchy.

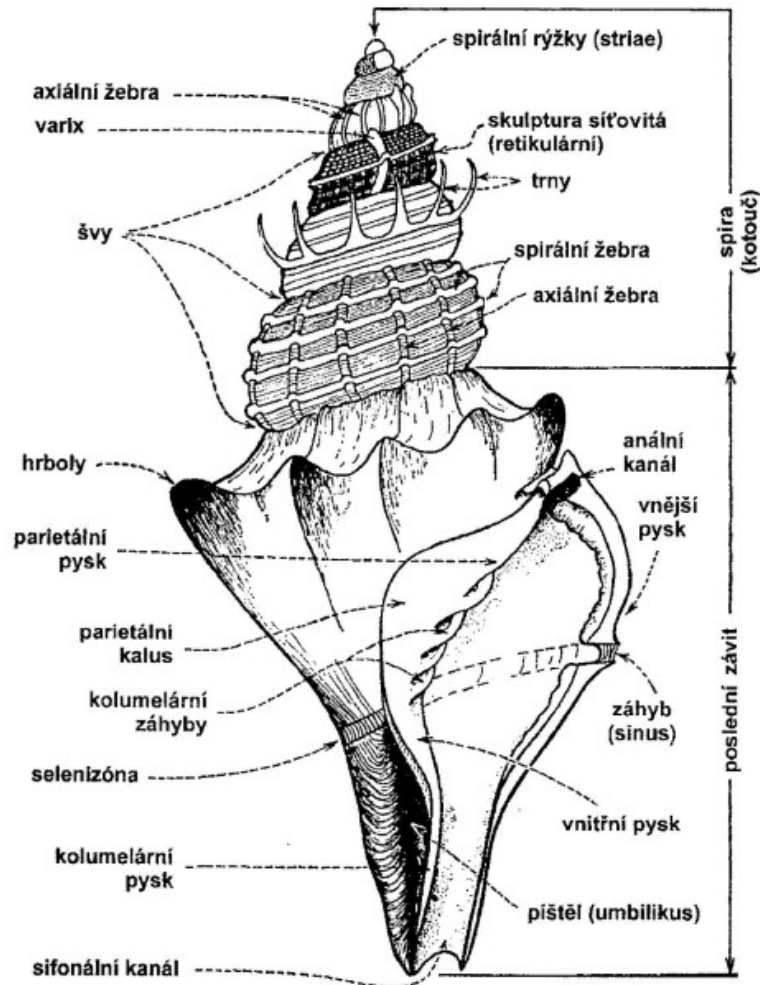
Skupiny Archeogastropoda a Patellogastropoda mají jednoduchý ontogenetický vývoj schránky. Protokoncha se vyvíjí pouze v embryonální fázi (protokoncha I) a následně přechází v teleokonchu. Ostatní skupiny gastropodů mají embryonální schránku protokonchu I, která následně přechází v larvální schránku protokonchu II (Frýda 2012). Protokonchy se u jednotlivých skupin gastropodů liší. U skupin Caenogastropoda a Neritimorpha je protokoncha II výrazně oddělena od teleokonchy a často tvoří sinusigeru (Seuss *et al.* 2012). Protokoncha II a teleokoncha jsou u těchto skupin homeostrofické (tj. točené stejným směrem). U skupiny Heterobranchia je protokoncha II a teleokoncha heterostrofická. Ve většině případů v dospělosti gastropodů dochází ke ztrátě protokonchy II. Nejstarší dobře známé protokonchy jsou známe z období devonu (Frýda 2012).



Obrázek 6 - schématické znázornění stáčení larvální schránky (protokoncha II) ve vztahu k dospělé schránce (teleokoncha). Stejný směr stáčení protokonchy II a teleokonchy mají homeostrofické schránky (Caenogastropoda, Neritimorpha). U Heterostrofické schránky (Heterobranchia) dochází ke změně stočení v post-larvální fázi teleokonchy (upraveno podle Frýda 2012).

Gastropodi si vytváří schránku v závislosti na množství své energie. Rychlost růstu lze identifikovat za pomoci přírůstkových linií. Vzdálenost jednotlivých přírůstkových linií souvisí s vynaložením energie do tvorby schránky (Ebbestad & Pell 1997). Gastropodi při nedostačujících podmínkách zpomalí růst schránky a přírůstkové linie budou blíže u sebe.

Schránka se u většiny gastropodů stáčí o 180°. Jedno celé stočení se nazývá závit. Vstupní otvor se nazývá ústí, které zakončuje poslední neboli tělní závit schránky gastropoda. Okraj ústí se nazývá obústí, které se s věkem gastropoda mění. Plně dospělí jedinci mají obústí členitější oproti mladším jedincům. Od ústí se ostatní závity souhrnně nazývají kotouč. Závity mohou tvořit dotykovou linii zvanou sutura. Užší či širší prostor mezi závity se nazývá píštěl, který bývá často vyplněn kalusem. Celým prostorem uvnitř schránky prochází kolumela.



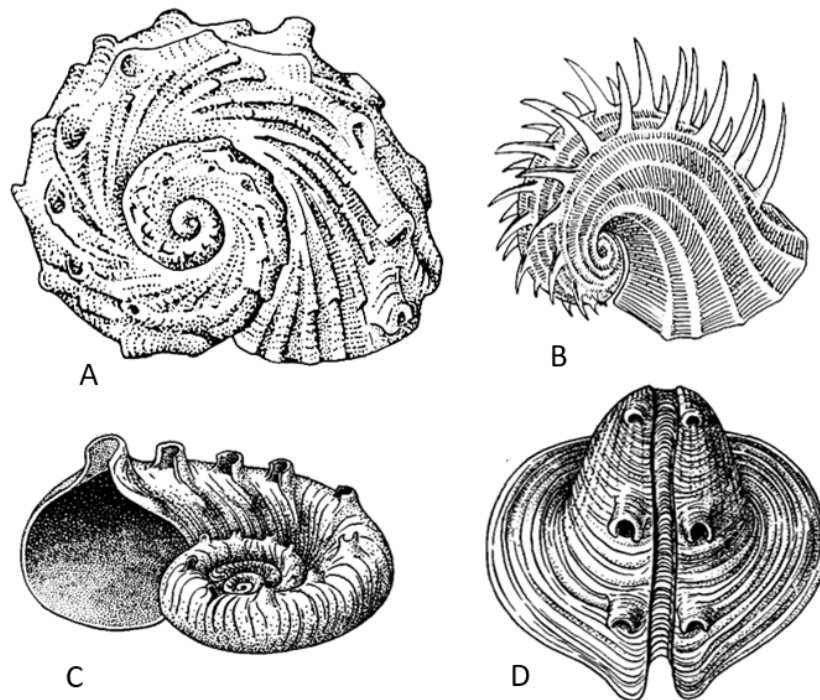
Obrázek 7 - schématické znázornění morfologie schránek gastropodů (podle Shrock & Twenhofel 1953, upraveno a převzato z Kvačka *et al.* 2000).

Všechny skupiny mořských gastropodů mají v larvální fázi pevné víčko (operkulum). Je tvořeno organikou nebo uhličitanem vápenatým. Operkulum narůstá z okraje vychlípitelného pláště, od centra vzniku se koncentricky stáčí vně. Pevné víčko u dospělých jedinců je charakteristické pro archaické skupiny gastropodů. Většina terestrických druhů a např. mořské přílipky operkulum v dospělosti ztrácí. Operkulum slouží nejen pro ochranu jedince, ale i pro drcení samotné potravy u některých predačních forem gastropodů (Knight *et al.* 1960).

3.1.3 Variabilita a stáčení schránek

Během svého vývoje si vytvořili gastropodi různé tvary, ornamenty a velikosti schránek, které jsou spjaty se způsobem života gastropodů. Pro přílivové oblasti bývá tvar schránky přizpůsobený na odolávání proti dynamickému prostředí (Ebbestad & Pell 1997). Schránka

bývá masivní a zploštělá (např. schránka přílipek). Naproti tomu protáhlé schránky bývají sublitorálních zónách infaunních druhů. Ornamenty a ozdoby na ulitách mohou složit jako aparát pro obranu. Pro obranu proti predátorům si někteří gastropodi vytvořili dlouhé trny. Z paleozoických forem jsou známy trny například u druhu *Tubina armata* Owen, 1859 (Perner 1907) nebo rodu *Spiniplatyceras* Blodgett a Frýda, 1999 (Blodgett & Frýda 1999). Velikosti schránek gastropodů se pohybuje od milimetrů po více než metr.



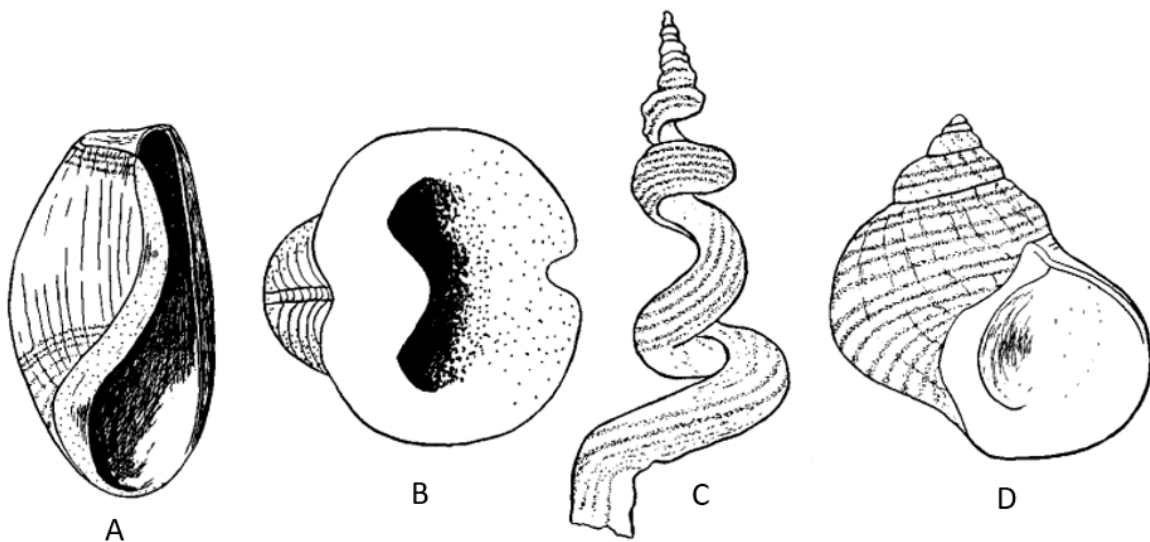
Obrázek 8 - Schématické znázornění ornamentace a ozdob na schránkách gastropodů. A) *Echinocirrus* (Luciellidae), B) *Tubina* (Tubinidae), C) *Omphalocirrus* (Macluritidae), D) *Knightites* (Bellerophontidae) (převzato a upraveno z Knighta et al. 1960).

Důležitým znakem gastropodů je anatomická torze. Při torzi dochází ke stočení útrobního vaku o 180° vzhledem k noze a k hlavě. Dnešní skupiny gastropodů mají většinou heterostrofické stočení schránek. U skupiny Patellogastropoda došlo u teleokonchy k sekundární ztrátě stočení (Frýda 2012) podobně jako u nadčeledi Porcelioidea (Frýda et al. 2019). U paleozoických forem jsou schránky nejen heterostrofické, ale i isostrofické. Isostrofické stočení je známo u vyhynulých forem gastropodů (např. Bellerophontidae, Sinuitidae atd.).

Heterostrofické schránky gastropodů mohou být pravotočivé či levotočivé. Pravotočivost a levotočivost schránek je daná geneticky. U většiny gastropodů převažuje pravotočivost schránek. Vlivem mutagenese se však může u pravotočivé skupiny gastropodů objevit jeden

druh s levotočivou schránkou (Horsák *et al.* 2013). Některé paleozoické taxony (např. *Mimospirina* nebo *Macluritoidea*) však mají schránky pouze levotočivé (Frýda 2012).

Schránka gastropodů představuje ochranu důležitých orgánů. Během vývoje docházelo k rozvoji schránek a přizpůsobení k větší ochraně gastropodů. U involutní schránky nejsou starší závit kryty mladšími, a proto mohou být náchylnější k predaci od durofágních organismů (Frýda 2012). Involutní ulita svým celým posledním závitem zakrývá všechny ostatní starší závitů a díky tomu je efektivnější proti poškození. Involutní schránky gastropodů jsou však známé již ze svrchního kambria (*Bellerophontida*), což interpretaci vzniku involutních schránek jako reakci na zvýšenou predaci zpochybňuje.



Obrázek 9 - Schématické zobrazení stočení u schránek gastropodů. A) involutní schránka (*Bulla striata*), B) isostrofická schránka (*Bellerophon vasulites*), C) iregulární schránka (*Vermetus spiratus*), D) involutní schránka (*Turbo militaris*) (upraveno a převzato z Knighta *et al.* 1960).

4 ANOMÁLNÍ VÝVOJ SCHRÁNEK

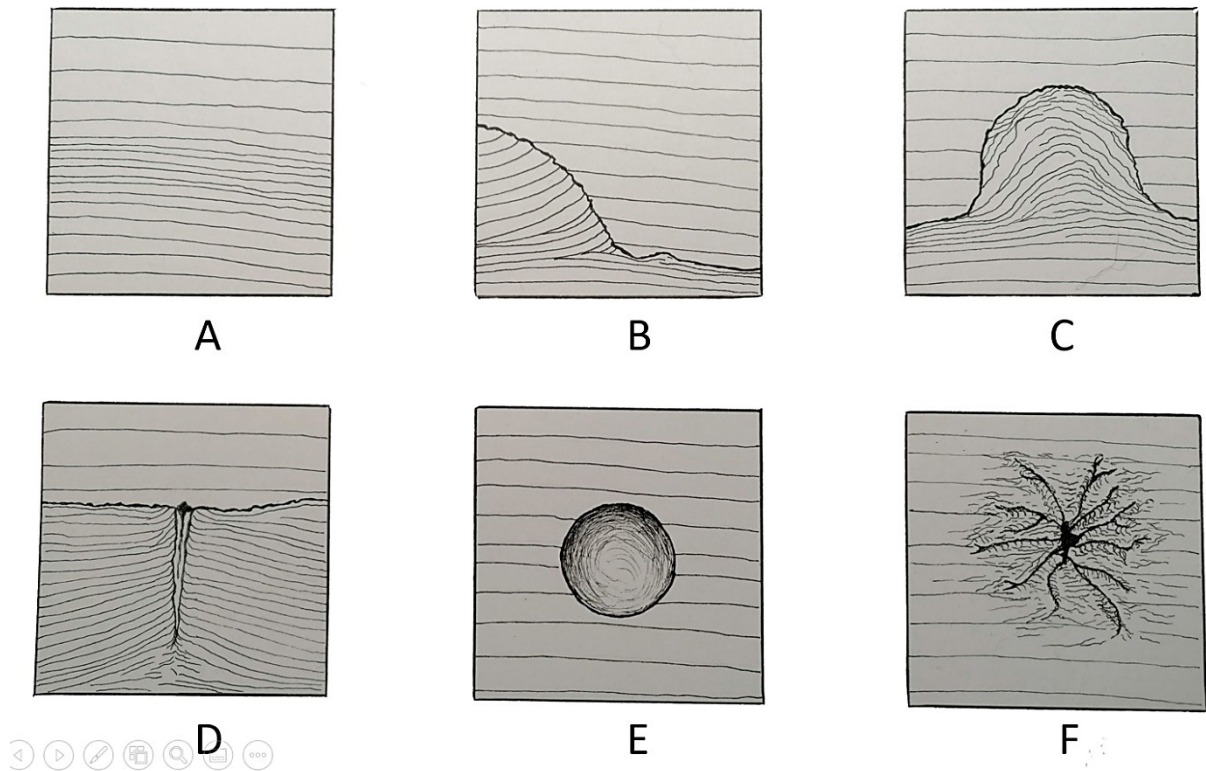
Ze staršího paleozoika existuje mnoho dokladu o poškození pevných schránek u různých skupin živočichů (např. Vinn 2015, Vinn 2009, Fatka *et al.* 2015, Jensen 1990 atd.). U skupiny Arthropoda dochází k renovaci schránky svlékáním a není tedy možné zpozorovat vývoj porušení v čase. Oproti tomu skupině Mollusca roste schránka po celý jejich ontogenický vývoj, a proto je skupina vhodná k bližší studii anomálního vývoje na pevných schránkách. Kmen Mollusca je z hlediska svého vývoje i vhodným indikátorem prostředí.

V minulosti bylo provedeno mnoho studií o poškození schránek z různých příčin u skupin Mollusca a Brachiopoda (např. Ebbestad & Högström 2000, Nagel-Myers *et al.* 2009, Rohr 1976, Skovsted *et al.* 2007 atd.). Poškození na schránkách paleozoických gastropodů bylo podrobněji studováno Peelem (př. Peel 1984, Ebbestad & Pell 1997, Lindström & Peel 2003, Peel 2015 atd.), Ebbstatem (př. Ebbestad & Pell 1997, Ebbestad 1998, Ebbestad *et al.* 2009 atd.), Lindströmovou (př. Lindström & Peel 1997, Lindström & Peel 2003, Lindström & Peel 2010 atd.), Horným (př. Horný 1997, Horný 2002, Horný 2004 atd.) a dalšími.

4.1 Poškození schránek gastropodů

Při rozbití schránky nemusí vždy dojít k samotnému úmrtí živočicha. Pokud nejsou zasaženy životně důležité orgány, gastropodi si schránku mohou opravit. Při opravě schránky dochází k znovu obnovení přírůstkových linií a opravená část se svým vzorem často liší od původní, opravené poškození vytvoří anomální strukturu (Ebbestad & Pell 1997). Anomálie se mohou na schránce projevit různými způsoby, a proto je v některých případech identifikace komplikovaná.

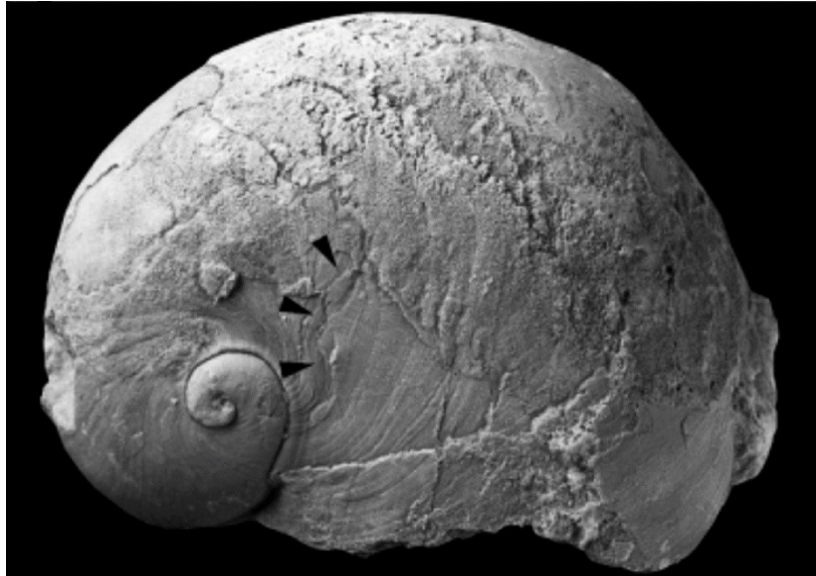
U nepatrné změny ornamentace je komplikované definovat příčinu. Příčina mohla být způsobena jak po mechanickém poškození (např. poškození v turbiditu či při bouři), tak onemocněním gastropoda. Vznik rozsáhlého poškození schránky mohl být způsobem predací či mechanickým poškozením.



Obrázek 10 - Schématické zobrazení některých typů poránění na schránkách měkkýšů. A) Přírůstkové linie bez poranění, B) Anomální struktura po odlomení, C) Anomální struktura typu U/V po predaci, D) Reparovaný fragment po bodnutí, E) vrt, F) fraktura hammer type

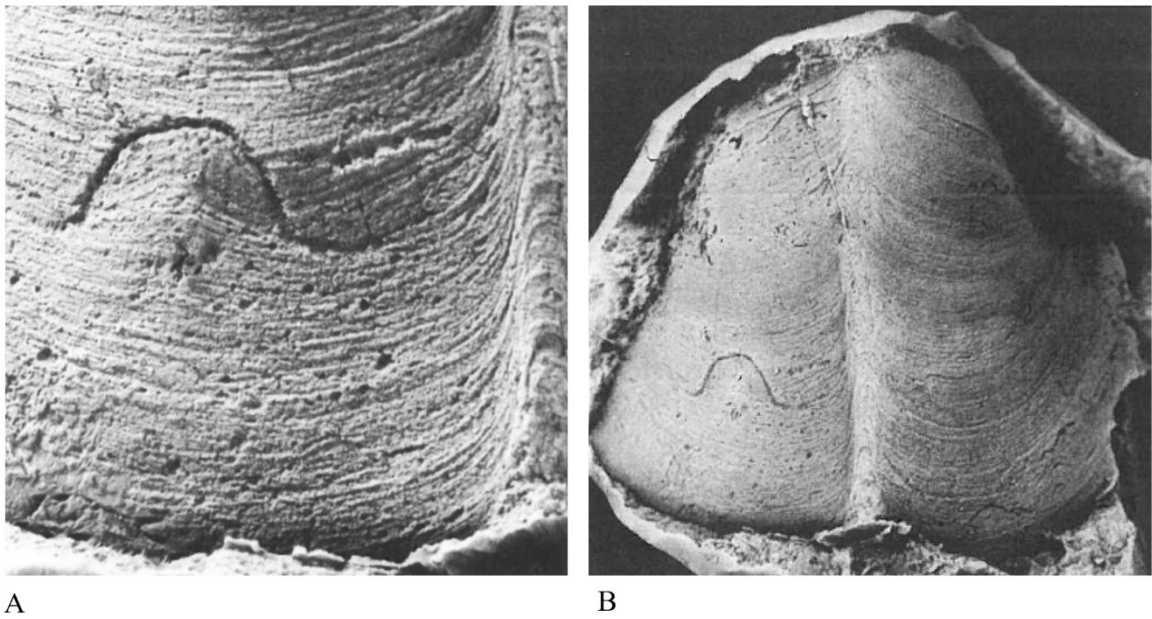
Některé druhy se mohly vyskytovat v dynamických podmínkách, proto by identifikace vzniku mohla být pravděpodobnější po mechanické příčině. Podle Savazziho (1991) anomálie vzniklé po mechanické příčině se objevují na okrajích schránky v podobě zářezů. Navzdory tomu se mohou i u okrajů objevovat stopy po predaci, a to především po odlomení tvaru U či V (Vermeij 1977, Peel 1984, Horný 1997 atd.).

Druh *Praenatica naticoides* (Roemer, 1852) z devonu pražské pánve se vyskytovala v dynamických podmínkách, v některých případech přisedle na kalichu lilijic. Podle Jankovského (2003) byly některé anomálie u druhu *Praenatica naticoides* (Roemer, 1852) vytvořené vlivem dynamických podmínek prostředí. Jankovský (2003) však neopomíjí i možnost predačního poškození u některých jedinců, která se projeví rozsáhlejším poškozením. Frekvenci anomální výskytu u taxonu *Praenatica naticoides* (Roemer, 1852) blíže popisují Lindströmová a Pell (2003).



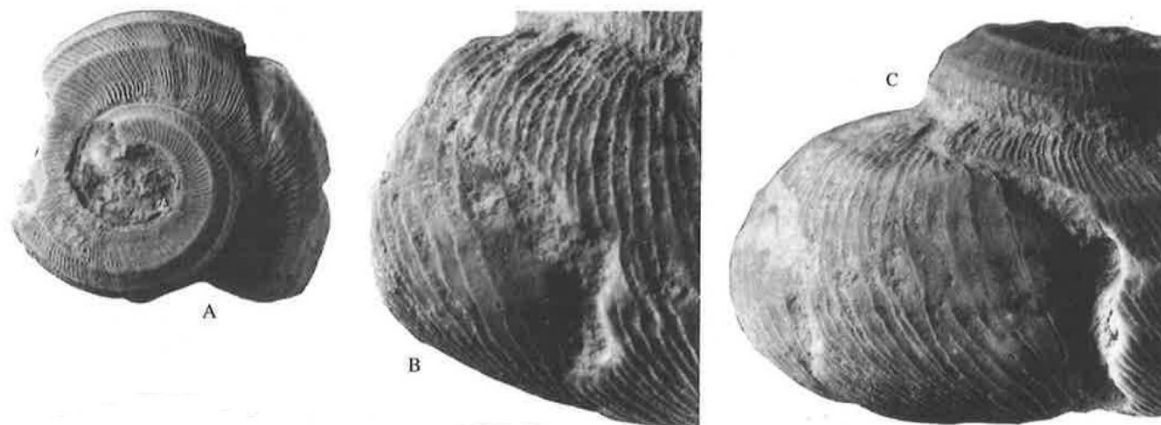
Obrázek 11 - Anomální struktury na schránce *Praenatica naticoides* (upraveno a převzato od Lindströmové & Peela 2003).

Poškození, které svým tvarem připomínají U či V byly způsobeny nejpravděpodobněji predací (Horný 1997, Peel 1984, Vermeij 1977). U ordovických měkkýšů je tento typ anomálie nejčastěji přisuzován nautiloidním hlavonožcům (Horný 1997, Peel 1984). Horný (1997) ve své publikaci poukazuje na podobnost anomálií u dvou druhů gastropodů *Bucanopsina calypso* (Perner, 1903) a *Grandostoma bohemicus* (Perner, 1903). U obou popisovaných druhů se vyskytuje anomálie tvaru U či V. Gastropodi měli odlišnou schránku. Druh *Bucanopsina calypso* (Perner, 1903) měl schránku přizpůsobenou spíše dynamickým podmínkám, nežli je tomu u schránky druhu *Grandostoma bohemicus* (Perner, 1903), ta je naopak přizpůsobena klidnějším podmínkám. Vzhledem k četnosti anomálií tvaru U či V je u obou druhů pravděpodobnější příčina po predaci (Horný 1997). Podobnost některých anomálií nám tedy mohou přiblížit v jakých podmínkách se vyskytoval predátor.



Obrázek 12 - Poškození, které svým tvarem připomínají tvar U na schránce druhu *Bucanopsina calypso*. A) Přibližná fraktura tvaru U na schránce gastropoda, B) Pozice fraktury na schránce gastropoda

Pozice anomálie na schránce, může odpovídat, ve kterém ontogenetickém stádiu byl gastropod predátorem napaden. Pokud se nachází umístění anomálie na ontogeneticky mladších závitech, predátor nejpravděpodobněji preferoval mladší jedince. Mladší gastropodi si schránku vytváří a opravují rychleji nežli dospělí jedinci (Zipser & Vermeij 1980). Při pokračujícím rychlém růstu u nedospělých gastropodů dochází k rychlému zakrytí poranění, a je tedy problém v zachování původní anomálie na prvních závitech dospělého gastropoda. Například Frýda (1993) popsal anomální strukturu u spodnodevonského druhu *Palaeozygopleura chlupaci* Frýda, 1993 na ontogeneticky mladších závitech schránky. Poškození bylo v průběhu ontogeneze opraveno bez komplikací, jelikož pozdější ozdoba schánky je indentická s ozdobou nepoškozených jedinců (Frýda 1993). Lindströmová a Peel (1997) zjistili u druhu *Poleumita* sp. (ze siluru z Gotlandu) větší četnost anomálií u posledních tělních závitů. Pouze u dvou jedinců zpozorovali anomálie na ontogeneticky mladších závitech, které ovšem spojovala vazba na závitky dospělé schránky. Příčina poranění byla tedy způsobena později v ontogenezi (Lindström & Peel 1997).



Obrázek 13 - Poškození na schránce u druhu *Poleumita sp.* silurského stáří z Gotlandu, A) apikální pohled, B) boční pohled na opravené zranění v blízkosti otvoru, C) boční pohled znázorňující tři různá zranění (převzato od Lindström & Peel 1997, upraveno).

Různé typy anomálií se mohou ovlivněny typem schránek gastropodů. Některé schránky jsou více přizpůsobené na dynamické podmínky, ve kterých se vyskytují. Dnešní rod *Patella* žijící přisedle na skalnatém podkladě má velmi pevnou a zploštělou, kónickou schránku odolnou vůči silné energii mořské vody v přílivo-odlivových prostředí. I přes toto přizpůsobení jsou tyto schránky napadány dnešními dekapodi a to kraby, kteří schránku na okrajích odlupují. Podobně tvarovaná schránka se vyskytovala i ordovických měkkýšů, např. u rodů *Archinacella* a *Barrandicella* (Peel & Horný 1999). Peel a Horný (1999) identifikovali u druhu *Barrandicella ovata* (Barrande in Perner, 1903) anomální strukturu na levé straně od apexu, která vznikla z neznámých příčin. Skupina Archinacelloidea mohla zaujímat podobné postavení jako dnešní Patellogastropoda. Protážené schránky oproti tomu jsou nevýhodné proti některým predátorům, kvůli délce ji mohou predátoři snadno zachytit. Dnešní dekapodi mohou takovou schránku poškodit různě. Jedna z variant je rozlomení schránky na dvě části. Dekapodi schránku zachytí svými ústními končetinami u apexu a klepety poblíž posledního tělního závitu schránku rozlomí (Cotton *et al.* 2004). Paleozoické, podlouhlé schránky se velmi často nachází neúplné (např. *Loxonema*, *Murchinsonia*, *Palaeozygopleura* atd.), jejich fosilní zbytky se mohly špatně dochovat, anebo mohly být schránky rozlomeny na dvě části po útoku predátora s využitím podobných mechanismů, který praktikují dnešní dekapodi. Cotton *et al.* (2004) zjistili, že podlouhlé schránky jsou snáze predátory zničeny, nežli je tomu u schránek kulovitých, kónických a zploštělých. Dnešní dekapodi nepodlouhlé schránky odlamují či odlupují pouze na konci tělního závitu, kvůli přímé dostupnosti k měkkým tkáním. Nepodlouhlé schránky se hůře uchycují nežli podlouhlé, proto se útok nemusí vždy snáze podařit (Cotton *et al.* 2004).

Z paleozoického období jsou známy anomálie, které by mohly nasvědčovat pokusům o odlomení schránky u měkkých tkání (např. u rodu *Poleumita* (Lindström & Peel 1997)).

Ačkoliv nebyl doposud nalezen fosilní doklad decapodů z období ordoviku, tak již z období darriwilianu jsou doklady o výskytu eurypteridů (Lamsdell *et al.* 2015), z nichž někteří mohli mít podobnou potravní strategii jako dekapodi.

4.2 Stopy na schránkách po epibiontech

Na pevných schránkách živočichů se mohou vyskytovat přisedlí organismy, kteří mohou žít vzájemné vazbě. Epibionti, kteří se vyskytují na schránkách různorodých živočichů, nemusí mít vždy negativní vliv na život hostitele. Ovšem existují případy, kdy epibionti mohou schránku svého hostitele poškodit. Na schránkách hostitelů se poté mohou objevovat různé fragmenty a anomálie. Ve většině případů nedochází k negativnímu ovlivnění schránky a života hostitele, pokud se nejedná o parazitismus.

Z fosilních pozůstatků, jsou známy doklady epibiontů přisedlých na různých pevných schránkách již od kambria (Zhang *et al.* 2009, Nolčová & Mergl 2016). Z období ordoviku jsou epibionti známi i ze šáreckého souvrství (střední ordovik, darriwilian). Podle Zíchy *et al.* (2020) jsou různí epibionti vázáni na různé typy schránek v závislosti na různé variabilitě prostředí a životních podmínek. Na otiscích schránek ordovických gastropodů ze šáreckého souvrství byli nalezeni možní epibiontičtí asteroidi u druhů *Simuites sowerbii* Perner, 1903 a *Lesueurilla prima* (Barrande in Perner, 1903) (Zícha *et al.* 2020).

4.2.1 Vrtby na schránkách gastropodů

Na schránkách gastropodů se mohou, mimo jiné, objevovat anomálie způsobené vrtáním. Vrtby na schránkách různých organismů jsou známy již od prekambria (Bengtson & Zhao 1992). Z období paleozoika se vrtby na pevných skeletech vyskytují u různých organismů. Většina vrteb byla pozorovaná především u brachiopodů (Cariker & Yochelson 1968, Rohr 1976, Kowalewski *et al.* 2000, Leighton 2001, Smith *et al.* 1985). Ovšem, existují doklady vrteb z období paleozoika ze schránek mlžů (Kowalewski *et al.* 2000), gastropodů (Rohr 1991) a hlavonožců (Stridsberg 1985). Podle Kelleyho a Hansena (2003) byla zjištěna větší frekvence

poškození způsobené vrtáním počátkem kenozoika. Nejpravděpodobněji v důsledku diverzifikace muricidních a naticidních gastropodů (Kelley & Hansen 2003).

V dnešní době tento typ poškození provádí některé skupiny gastropodů, oktopodů, nematodů a ploštěnek (Harper 2003). Nicméně, velký počet vrteb je dnes způsoben především muricidními a naticidními gastropody (Cariker & Yochelson 1968, Wisshak *et al.* 2015).

Identifikace vrtů je ve fosilních dokladech velmi komplikovaná. U některých případů nelze s přesností určit, zdali se jedná o vrt či o strukturu, která byla vytvořena v průběhu diagenese (Harper 2003). Uchování vrteb je tedy závislé na původním složení schránky a vhodném pohřbení.

4.3 Frekvence anomálního výskytu

Predátoři nejsou při svých útocích vždy úspěšní a jejich kořist může daný útok přežít. Poranění po útoku predátora si gastropodi mohou opravit a na schránce se objeví anomální struktura či jizva. Různé poškození schránek dnešních gastropodů či jiné kořisti lze experimentálně ověřit, bohužel u fosilních pozůstatků je identifikace důsledku poškození daleko obtížnější. Ačkoliv se využívají aktualistické poznatky, nelze jistě stanovit přesné diagnostiky jako je tomu u analýz dnešních schránek. Na počátku paleozoika se vyskytovala odlišná společenstva živočichů a někteří dnešní častý predátoři gastropodů, kterými jsou např. dekapodi, se nejpravděpodobněji ještě nevyskytovali. Ovšem v období ordoviku dochází k značnému rozvoji a vývoji různých skupin organismů (Webby 2004). Nová paleozoická fauna se vyvíjela a kambrická fauna byla oproti tomu na ústupu. Ačkoliv nejsou fosilní doklady o výskytu dekapodů z období ordoviku, tak se v tomto období objevuje skupina Eurypterida, která mohla zaujímat podobnou potravní strategii jako je tomu u dnešních dekapodů (Alexander & Dietl 2003, Lindström 2005).

Na schránkách gastropodů se nemusí vyskytovat pouze poškození způsobené predátorem, anomálie mohly být vytvořeny abiotickými faktory (např. bouře, turbidit atd.) či patologickou příčinou (např. onemocnění, infekce atd.). Pro analýzu frekvence anomálních výskytů se vztahem k predačnímu tlaku je nezbytné od sebe odlišit způsob vzniku abiotických a patologických příčin od predačních, což v některých případech může být problematické (Alexander & Dietl 2003). Z tohoto hlediska mohou být výsledky o frekvenci oprav schránky gastropodů po predačním útoku nadhodnoceny, z důvodu přidaných oprav schránky po abiotických příčinách (Alexander & Dietl 2003). K odlišení vzniku jizev na schránce je prospěšné znát prostředí, ve kterém se živočich vyskytoval. Pokud se vyskytoval v prostředí

s výraznými dynamickými podmínkami (např. příbojová zóna), je více pravděpodobná abiotická příčina nežli predací. Další komplikací mohou být anomálie, které vznikly po patologické příčině. Na schránce se mohou objevovat deformace schránky, které mohou být podobné jizvám po predacím útoku (Boschoff, 1968).

Pokud anomální struktura vznikla po predacím útoku, lze využít frekvenci poškození u gastropodů jako měřítko účinnosti a hojnosti predátora ve vztahu ke kořisti. Vyskytují-li se na schránkách v populaci více anomálních struktur po opravě napadení, tím byla tato populace častěji vystavena predaci. Pro analýzu frekvence poranění na schránkách se nejčastěji používá metoda jednotlivci s opravou (individuals with repair method) nebo metoda jizvy na schránku (scar per shell method) (Alexander & Dietl 2003). První zmíněná metoda „jednotlivci s opravou (individuals with repair method)“ uvádí počet jedinců s alespoň jedním opraveným zraněním dělený celkovým počtem jedinců ve vzorku. Oproti tomu druhá zmíněná metoda jizvy na schránku (scar per shell method) uvádí celkový počet poranění dělený celkovým počtem vzorků (Alexander & Dietl 2003). Ačkoliv jsou tyto metody často používané, tak každá metoda nám může vynesť odlišné výsledky. Pokud se jednotlivec s vícenásobným poraněním započítá pouze jednou, může být výsledek podhodnocen. V tomto případě je vhodné pro analýzu frekvence anomálního vývoje na schránkách gastropodů využívat obě tyto metody, které nám mohou poskytnout sice odlišné výsledky, ale celkově podstatné informace (Alexander & Dietl 2003). Konečné výsledky o frekvenci anomálních struktur nám poskytnou bližší informace o vazbě mezi predátorem a kořistí. Pokud bude frekvence oprav vysoká, mohlo by to znamenat, že predátoři byli hojní anebo byla kořist dostatečně odolná vůči predacím tlakům. Nízký údaj o frekvenci by tak znamenal, že dravci byli vzácní anebo byli velmi účinní a jejich kořist útok nepřezila. Podle Vermeije (1982) je četnost opravených struktur obvykle vysoká u druhů, které vykazují antipredační vlastnosti (např. trny na schránce, silnější schránka atd.).

5 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

Cílem diplomové práce je analýza frekvence anomálního vývoje schránek ordovických gastropodů z šáreckého souvrství pražské pánve. Pro tuto analýzu byly použity vzorky ze sbírek Národního muzea v Horních Počernicích. Studovaný materiál pochází z různých nalezišť z oblasti pražské pánve (Brandýs nad Labem, Červený vrch, Díly, Karýzek, Litohlavy, Mýto, Osek u Rokycan, Pětidomky, Praha-Libuš, Praha-Šárka, Rokycany, Svatoštěpánský rybník, Těškov, Úvaly, Vokovice, Volduchy, Zbiroh). Ve vzorcích byly pozorovány studovány následující rody gastropodů: *Barrandicella*, *Carcassonella*, *Cyrtodiscus*, *Lesueurilla*, *Ptychonema*, *Pygmaeoconus*, *Selesinuites*, *Sinuites* a *Tropidodiscus*.

5.1 Studovaný materiál

Pro analýzu frekvence anomálního výskytu na schránkách gastropodů byl použit materiál zachovaný především v šáreckých kuličkách (nodule) ze sbírek Národního muzea v Horních Počernicích. Ve sbírkách Národního muzea v Horních Počernicích se nacházejí jak evidované vzorky (označení L – např.: L36044), tak vzorky bez evidenčního čísla (pro tyto vzorky jsem zavedla pracovním označením NM – např.: NM1). Fauna obsažena v nodulích je velmi bohatá a dobře zachovaná. U některých vzorků byl přítomen jak vnitřní otisk (jádro či pozitiv), tak vnější otisk (negativ). Fosilní jádra gastropodů obsahují i otisky měkkých tkání, především svalové vtisky. Ačkoliv jsou jádra vhodná pro studování měkkých tkání gastropodů, pozůstatky po přírůstkových liniích schránky jsou špatně dochované či zcela chybí. Přírůstkové linie schránky jsou lépe zachovány na protiotiscích (negativech). Větší podíl pozorovaného poškození byl na protiotiscích a pro lepší dokumentaci byly u některých vzorků vytvořeny latexové výlitky, které byly poběleny a zdokumentovány fotoaparátem Sony Alpha A7R III. Studium anomálního výskytu na schránkách šáreckých gastropodů bylo provedeno za pomoci binokulárního mikroskopu Olympus SZX-12 (viz Příloha I). Úpravy fotodokumentace byly provedeny v programech Adobe Photoshop CC 2019, CorelDRAW X8.

Studované fosilní zbytky gastropodů se v některých případech vyskytovaly v nodulích s doprovodnou faunou šáreckého souvrství. Nejčastěji se ve vzorcích s gastropody vyskytovali hyoliti, hlavonožci, ramenonožci a vzácněji i trilobiti. Studované exempláře jsou ve sbírkách uloženy pouze jednotně jako vnitřní jádra či vnější otisky. V některých případech byly revidovány a uloženy jádro a jeho protiotisk, nicméně se ve sbírkách setkáme většinou s vnitřním otiskem, na kterém nebyly dochovány otisky po přírůstkových liniích. Na vnitřních

otiscích jsou viditelné stopy po činnosti organismů popsané jako ichnorod *Arachnostega* (Kraft et al. 2020).

5.1.1 Stručný popis šáreckých gastropodů pražské pánve podle typu schránek

V této části jsou stručně popsány druhy gastropodů, které byly použity pro praktickou část diplomové práce. Jak bylo v předchozích kapitolách (Kapitola 3, Kapitola 4) zmíněno, gastropodi mají velkou variabilitu schránek, které si přizpůsobili ke svému životnímu prostředí. Ve studovaném materiálu se nacházely tyto typy schránek: přílipkovité, isostrofické (tj. mající více závitů točených v jedné rovině a souměrné podle této roviny), planispirální (tj. mající více závitů točených v jedné rovině a nesouměrné podle této roviny) a nízce věžovité. V rámci variability schránek, můžeme u některých druhů popsat životní strategie, které by mohly odrážet vliv anomálního vývoje u studovaných gastropodů.

Přílipkový typ schránek:

Druh: *Barrandicella ovata* (Barrande in Perner, 1903)

Popis: Velmi hojný druh středního ordoviku pražské pánve. Vyskytuje se především v šáreckých nodulích s akumulací jiných zbytků schránek. Podle Horného (2002) se druh *B. ovata* nevyskytuje v písčitéch mělkých vodách a v hlubších jílovcovitých faciích, zjevně kvůli anoxickému prostředí, nedostatku potravy a tvrdého podkladu. *Barrandicella ovata* má nízku, kulovitou schránku, jejíž velikost může být do 20 mm. Tento tvar schránky může být vhodný pro pomalu se pohybujícího požírače řas (Horný 2002).

Druh: *Pygmaeoconus porrectus* (Barrande in Perner, 1903)

Popis: Druh je běžný v křemitých konkrecích šáreckého souvrství. Schránka je malá kuželovitá se subcentrálním vrcholem, obvykle malých rozměrů (délka cca 5,8 mm). Schránky druhu *Pygmaeoconus porrectus* se nacházejí v asociaci se schránkami hyolitů (Havlíček & Vaněk 1990, Horný 2002, Horný 2006, Zicha et al. 2019 atd.). *Pygmaeoconus* mohl požírat organický film, který se nacházel na schránkách hyolitů nebo filtroval usazeniny, které byly vířeny hyolitem při krmení (Horný 2006).

Isostrofický typ schránek:

Druh: *Carcassonnella pragensis* Horný, 1997

Popis: Jedná se o vzácnější druh šáreckého souvrství. Schránky jsou téměř kulovité s jemnými přírůstkovými liniemi. Velikost schránky do 20 mm.

Druh: *Cyrtodiscus nitidus* (Barrande in Perner, 1903)

Popis: Četný gastropod v křemitých nodulích šáreckého souvrství, především v oblasti Rokycan. Schránka je isostroficky stočená s výrazným žebrováním. Velikost schránky je do max 10 mm. Podle Horného (2002) dospělí jedinci žili a vyžívali se na mořském dně, zatímco mláďata mohly obývat plovoucí řasy.

Druh: *Sinuites sowerbyi* Perner, 1903

Popis: Nejběžnější druh z čeledi Sinuitidae českého středního ordoviku šáreckého souvrství. Mnoho dochovaných exemplářů se nachází jak v šáreckých nodulích, tak v jílovitých břidlicích. Schránky dosahují velikosti cca 30 mm. Schránka je isostroficky stočená a má na sobě viditelné hrubé příčné žebrování. Podle Horného (1996) žil druh *Sinuites sowerbyi* infauním či semiinfauním způsobem života. Tento druh obýval klidné, většinou hlubší mořské prostředí. Pozůstatky *S. sowerbyi* nebyly nalezeny v písčitých usazeninách, nejspíše tento druh preferoval měkké, jílovité či vápenité bahnitě dno (Horný 1996). Podle funkční morfologie Sinuitů se Horný (1996) přiklání, že žili spíše jako predátoři nežli jako požírači detritu.

Druh: *Sinuites reticulatus* Perner, 1903

Popis: Stejně jako *S. sowerbyi*, tak i *S. reticulatus* je běžným druhem sinuitidního gastropoda středního ordoviku pražské pánve. Jeho pozůstatky jsou známe především ze šáreckých nodulí a jílových břidlic. Největší exempláře dosahují cca 40 mm. Schránka je isostroficky stočená s hustými, jemnými přírůstkovými liniemi. Stejně jako *S. sowerbyi*, tak i *S. reticulatus* žil infauním či semiinfauním způsobem života (Horný 1996). Podle stavby morfologie je možné, že *S. reticulatus* byl predátor (Horný 1996).

Druh: *Sinuities hanusi* Horny, 1997

Popis: Tento vzácný druh je velmi podobný druhu *S. sowerbyi*. Nicméně je schránka *S. hanusi* mírně užší a přírůstkové linie na schránce jsou jemnější a hustší. Jeho výskyt je spíše v křemitých nodulích v oblasti Prahy a Úval než v oblasti Rokycan. *S. hanusi* je méně četný nežli *S. sowerbyi* (Horný 2002).

Druh: *Selesinuities perneri* Horny, 1967

Popis: *S. perneri* se podobá *S. sowerbyi*. Oproti *S. sowerbyi* je schránka *S. perneri* opatřena nízkým, širokým kýlem s pseudoselenizovem v nevypělých schránkách (Horný 2002).

Druh: *Tropidodiscus pusillus* (Barrande in Perner, 1903)

Popis: Nejběžnější bellerophontidní druh gastropoda ze středního ordoviku pražské pánve. Jedná se o velmi malého gastropoda, velikost schránek se pohybuje v průměru mezi 3-5 mm. Nicméně se vzácně vyskytují i schránky dosahující téměř 15 mm. Schránka je isostrofičká a úzká, přírůstkové linie jsou jemné. Podle Peela (1978) a Horného (1999) se mohlo jednat o druh, který žil na řasových porostech či kobercích.

Planispirální typ schránek:

Druh: *Lesueurilla prima* (Barrande in Perner, 1903)

Popis: Schránky u druhu *L. prima* jsou planispirálně točené, zaoblené s mělkým otevřeným umbikulem. Mladší závitky jsou stočené pevně ke stěně, nicméně poslední závit je volný. Závitky jsou vysoké s ostře hranatým vrchem s úzkou pseudoselenizovou. Hřeben schránky je úhelný a dole zaoblený (Horný 1997).

Věžovitý typ schránek:

Druh: *Ptychonema desiderata* (Barrande in Perner, 1907)

Popis: Schránky u druhu *P. desiderata* jsou nízce věžovité nejčastěji s pěti závitky. Báze schránky jsou zaoblené nad i pod selenizovou s otevřeným umbikulem. Pokud je selenizona

vyvinuta, bývá často neohraničena. Závity jsou okrouhle klenuté, přírůstkové linie jemné. Poslední závit má krátkou šterbinu (slit), který může být nahrazen krátkým sinusem. Maximální velikost schránky na výšku je cca 14,5 mm (Horný 1997).

5.2 Zpracování dat

Pro praktickou část práce byli použiti gastropodi šáreckého souvrství z různých lokalit (viz Kapitola 5), kteří jsou uchováni ve sbírkách Národního muzea v Horních Počernicích. Jak bylo vysvětleno v Kapitole 4, vznik anomálních struktur na schránkách gastropodů může být způsoben různými příčinami. V této diplomové práci byl nejprve zaznamenán typ a velikost schránek gastropodů, typová lokalita, pozice anomální struktury na schránce (rané / dospělé schránky), a typ anomálního poškození. Cílem práce je testovat následující hypotézy:

- Hypotéza I: Procentuální podíl poškození je stejný u všech druhů (rodů)
- Hypotéza II: Procentuální podíl poškození je stejný u všech typů schránek
- Hypotéza III: Procentuální podíl poškození je stejný na raných i dospělých schránkách
- Hypotéza IV: Procentuální podíl poškození je stejný na všech lokalitách
- Hypotéza V: Procentuální podíl jednotlivých typu poškození u poškozených jedinců je stejný

Očekávaná frekvence teratologických anomálií vzniklých predací je pravděpodobně nízká, neboť publikovaná data naznačují, že v průběhu fanerozoika četnost výskytu stop po predaci na schránkách gastropodů a brachiopodů roste (Lindström & Peel 1997, Cadee 1999, Alexander 1986, Alexander & Dietel 2001, Alexander & Dietel 2003, Ebbastad *et al.* 2009, Kelley & Hansen 2003, Schindel *et al.* 1982, Vinn 2009). Navíc rozdíly v počtech kusů jednotlivých druhů či rodů budou pravděpodobně velmi rozdílné. Model analýzy (tj. počítání anomálií bez zpětného vkládání analyzovaných vzorků do studovaného vzorku) určuje typ rozdělení pravděpodobnosti diskrétní náhodné veličiny, a tím je v tomto případě hypergeometrické rozdělení. Právě toto rozdělení popisuje pravděpodobnost, že při výběru n prvků z množiny o velikosti N , v níž má A prvků požadovanou vlastnost, bude mít právě x prvků tuto vlastnost. Uvedené předpoklady (hypergeometrické rozdělení, malá četnost sledovaných jevů) jasně preferují Fisherův exaktní test jako nejvhodnější metodu pro testování výše uvedených hypotéz. Právě Fisherův exaktní test je nenahraditelný u velmi málo četných jevů. Velkou výhodou testu

je i to, že jej lze použít i v případě malých pozorovaných a očekávaných četností jednotlivých variant. Tento test vychází z předpokladu, že data pochází ze souboru s hypergeometrickým rozdělením. Nulová hypotéza tohoto testu předpokládá rovnoměrné zastoupení sledovaného znaku (tj. poškození schránky) u dvou nezávislých skupin (v našem případě například druhů).

Výše uvedené pracovní hypotézy však předpokládají často test více než dvou skupin (tj. provedení párového Fisherova exaktního testu). Opakovaným prováděním Fisherových exaktních testů můžeme testovat nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu v libovolné dvojici pro více než 2 druhy (s úpravou chyby typu I pro vícenásobné srovnání). Tím se ale dostáváme k problému násobného testování hypotéz (multiple testing problem). Sledujeme-li rozdíl v nějaké znaku (tj. poškození či nepoškození schránky) u souboru několika druhů mezi několika skupinami druhů (Aa, Bb, Cc a Dd), pak se výsledky statistické analýzy mohou lišit od analýzy podskupin (tj. jak se liší skupina Aa od Bb, Bb od Cc, apod). Problém násobného testování hypotéz (multiple testing problem) spočívá v tom, že s narůstajícím počtem testovaných hypotéz nám roste také pravděpodobnost získání falešně pozitivního výsledku, tedy pravděpodobnost toho, že se při našem testování zmýlíme a ukážeme na statisticky významný rozdíl tam, kde ve skutečnosti žádný neexistuje (tj. chyby typu I. - falešně pozitivního výsledku). Z tohoto důvodu je nutné při násobném statistickém testování uvažovat tzv. korekční procedury (correction for multiple testing), které by měly brát v úvahu celkový počet provedených testů. V provedených testech bude použita metoda Holm – Bonferroni korekce. Spočívá v tom, že se nejnižší p-hodnota násobí počtem pozorování, druhá nejnižší počtem pozorování minus 1, atd. Statistická analýza je provedena v jazyku R (R Core Team, 2022).

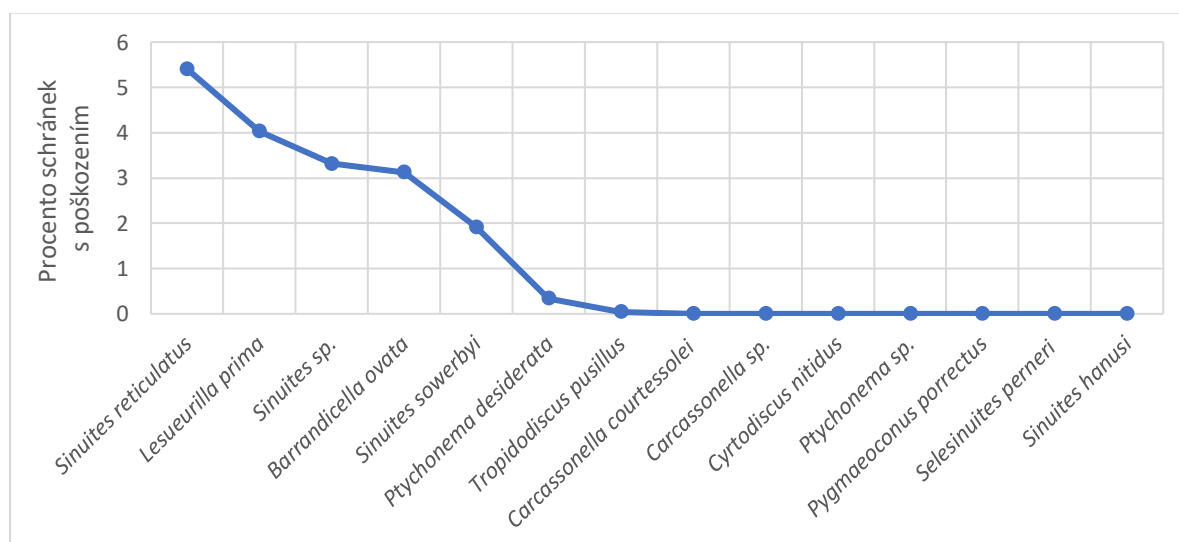
6 VÝSLEDKY

Celkový počet pozorovaných schránek činil 4188 kusů z toho 36 ks bylo zaznamenáno s poškozením. Z uvedeného je zřejmé, že frekvence teratologických anomálií je extrémně nízká (Obr. 14).

6.1 Hypotézy I: Procentuální podíl poškození je stejný u všech druhů

Tabulka I – Data pro testování hypotézy I

Druh	Kusy celkem	Z toho ks s poškozením
<i>Barrandicella ovata</i>	128	4
<i>Carcassonella courtessolei</i>	2	0
<i>Carcassonella sp.</i>	4	0
<i>Cyrtodiscus nitidus</i>	67	0
<i>Lesueurilla prima</i>	124	5
<i>Ptychonema desiderata</i>	297	1
<i>Ptychonema sp.</i>	172	0
<i>Pygmaeoconus porrectus</i>	7	0
<i>Selesinuites perneri</i>	3	0
<i>Sinuites hanusi</i>	4	0
<i>Sinuites reticulatus</i>	37	2
<i>Sinuites Sowerbyi</i>	574	11
<i>Sinuites sp.</i>	362	12
<i>Tropidodiscus pusillus</i>	2407	1



Obrázek 14 – Graf znázorňující frekvenci výskytu poškozených schránek jednotlivých druhů

Ze studovaných druhů vykazuje *S. reticulatus* nejvyšší četnost poškození, nicméně studovaných exemplářů bylo pouze 37 ks a tento nízký počet studovaných jedinců mohl zkreslit tento výsledek. Oproti tomu *T. pusillus* vykazuje extrémně nízkou četnost poškození, která je doložena na 2407 ks. Druhy *L. prima*, *Sinuities sp.*, *B. ovata*, *S. sowerbyi*, *P. desiderata* vykazují větší frekvenci poškození, bylo pozorováno přes 100 exemplářů u každého druhu. *C. courtessolei*, *Carcassonella sp.*, *C. nitidus*, *S. hanusi*, *P. porrectus*, *S. hanusi*, *S. perneri* vykazují nulovou hodnotu poškození, nicméně počet ks každého druhu je nižší než 100.

Výsledek testu hypotézy I

P-hodnoty	<i>Barrandicella ovata</i>	<i>Carcassonella courtessolei</i>	<i>Carcassonella sp.</i>	<i>Cyrtodiscus nitidus</i>	<i>Lesueurilla prima</i>	<i>Ptychonema desiderata</i>	<i>Ptychonema sp.</i>	<i>Pygmaeoconus porrectus</i>	<i>Selesinuites perneri</i>	<i>Sinuities hanusi</i>	<i>Sinuities reticulatus</i>	<i>Sinuities sowerbyi</i>	<i>Sinuities sp.</i>
<i>Carcassonella courtessolei</i>	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carcassonella sp.</i>	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyrtodiscus nitidus</i>	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lesueurilla prima</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ptychonema desiderata</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.812	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ptychonema sp.</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pygmaeoconus porrectus</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-
<i>Selesinuites perneri</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-
<i>Sinuities hanusi</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
<i>Sinuities reticulatus</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-
<i>Sinuities sowerbyi</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
<i>Sinuities sp.</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.723	0.969	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
<i>Tropidodiscus pusillus</i>	0.003	1.00	1.00	1.00	0.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.057	1.1e-05	2.2e-08

Z uvedené tabulky *p-hodnot* Fisherova párového testu je zřejmé, že nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu ve frekvencích poškození schránek můžeme na hladině významnosti 5% vyvrátit pouze mezi druhem *Tropidodiscus pusillus* na jedné straně a druhy *Barrandicella ovata*, *Sinuities sowerbyi* a *Sinuities sp.* Nikoliv však již mezi druhy *Sinuities sowerbyi* a *Sinuities sp.* Malá četnost některých druhů ovlivnila významně analýzu. Je třeba si však uvědomit, že úprava *p-hodnot* pro vícenásobné srovnání metodou Holm – Bonferroni korekce pro takto

rozsáhlou skupinu značně zvyšuje vypočítané *p-hodnoty*. Z tohoto důvodu je v následujícím proveden test hypotézy I i pro taxony na úrovni rodu.

Tabulka II – Data pro testování hypotézy Ia

Rod	Kusy celkem	Z toho ks s poškozením
<i>Barrandicella</i>	128	4
<i>Carcassonella</i>	6	0
<i>Cyrtodiscus</i>	67	0
<i>Lesueurilla</i>	124	5
<i>Ptychonema</i>	469	1
<i>Pygmaeoconus</i>	7	0
<i>Sinuities</i> *	980	25
<i>Tropidodiscus</i>	2407	1

*Rody *Selenisinuities* a *Sinuities* byly sloučeny do jedné rodové kategorie

Výsledek testu hypotézy Ia: Procentuální podíl poškození je stejný u všech rodů

P-hodnoty	<i>Barrandicella</i>	<i>Carcassonella</i>	<i>Cyrtodiscus</i>	<i>Lesueurilla</i>	<i>Ptychonema</i>	<i>Pygmaeoconus</i>	<i>Sinuities</i> *
<i>Carcassonella</i>	1.00	-	-	-	-	-	-
<i>Cyrtodiscus</i>	1.00	1.00	-	-	-	-	-
<i>Lesueurilla</i>	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
<i>Ptychonema</i>	0.195	1.00	1.00	0.045	-	-	-
<i>Pygmaeoconus</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
<i>Sinuities</i> *	1.00	1.00	1.00	1.00	0.024	1.00	-
<i>Tropidodiscus</i>	7.8e-04	1.00	1.00	4.1e-05	1.00	1.00	1.5e-11

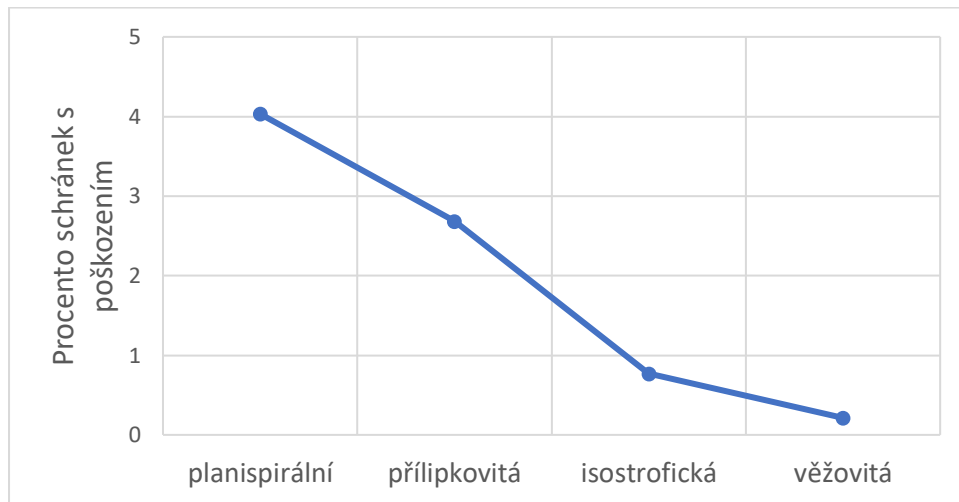
Z uvedené tabulky *p-hodnot* Fisherova párového testu je zřejmé, že nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu ve frekvencích poškození schránek můžeme na hladině významnosti 5% vyvrátit mezi rodem *Ptychonema* a rodem *Lesueurilla*, dále mezi rodem *Sinuities* a rodem *Ptychonema*, a mezi rodem *Tropidodiscus* na jedné straně a rody *Barrandicella*, *Lesueurilla* a *Sinuities*. Malá četnost rodů *Carcassonella*, *Cyrtodiscus*, a *Pygmaeoconus* patrně negativně zkreslila výsledky pro tyto rody.

6.2 Test hypotézy II: Procentuální podíl poškození je stejný u všech typů schránek

Čtyři kategorie morfologických typů schránek, do kterých můžeme zařadit studované gastropody, jsou rovnoměrněji zastoupeny než druhové kategorie. Isostrofický typ je však díky rodu *Tropidodiscus* stále nejpočetnější kategorií.

Tabulka III – Data pro testování hypotézy II

Typ schránek	Celkem ks	Z toho ks s poškozením
planispirální	124	5
přilípkovitá	149	4
isostrofická	3387	26
věžovitá	469	1



Obrázek 15 – Graf znázorňující frekvenci výskytu poškozených schránek jednotlivých morfologických typ

Z diagramu (obr.16) vyplývá, že nejčastěji byla poškození schránek u planispirálního typu. Přilípkovité schránky vykazují větší frekvenci poškození, nežli je tomu u schránek isostrofických a věžovitých, kde byla poškození velmi nízká.

Výsledek testu hypotézy II

P-hodnoty	planispirální	přílipkovitá	isostrofická
přílipkovitá	0.736	-	-
isostrofická	0.021	0.106	-
věžovitá	0.011	0.053	0.486

Z uvedené tabulky *p-hodnot* Fisherova párového testu je zřejmé, že nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu ve frekvencích poškození schránek u jednotlivých morfologických typů schránek můžeme na hladině významnosti 5% vyvrátit mezi planispirálním a isostrofickým typem, mezi planispirálním a věžovitým typem, a mezi věžovitým a isostrofickým typem schránek.

6.3 Test hypotézy III: Procentuální podíl poškození je stejný na raných i dospělých schránkách

Tabulka IV – Data pro testování hypotézy III

Typ schránky	Celkem ks	Z toho ks s poškozením
poškození pouze na juvenilních schránkách	4188	6
poškození pouze na dospělých schránkách	4188	25
poškození na juvenilních i dospělých schránkách	4188	5

Výsledek testu hypotézy III

P-hodnoty	Poškození pouze na juvenilních schránkách	Poškození pouze na dospělých schránkách
Poškození pouze na dospělých schránkách	0.0017	-
Poškození na juvenilních i dospělých schránkách	1.0000	0.0009

Z Tabulky IV vyplývá, že poškození se vyskytuje nejčastěji pouze na dospělých schránkách. Z uvedené tabulky *p-hodnot* Fisherova párového testu je zřejmé, že nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu ve frekvencích poškození schránek u jednotlivých ontogenetických stadii schránek můžeme na hladině významnosti 5% vyvrátit mezi poškozením pouze na dospělých schránkách na jedné straně a poškozením pouze na juvenilních schránkách nebo poškozením na juvenilních i dospělých schránkách. Z tohoto hlediska můžeme říct, že analýza dat prokázala statisticky významně vyšší frekvenci poškození schránek na dospěleckých schránkách.

6.4 Test hypotézy IV: Procentuální podíl poškození je stejný na lokalitách

Tabulka V – Data pro testování hypotézy VI

Lokalita	Celkem ks	Z toho ks s poškozením
bez označení lokality	95	2
Brandýs nad Labem	6	0
Červený vrch	1	0
Díly	317	0
Karýzek	1	0
Litohlavy	1	0
Mýto	116	1
Osek u Rokycan	1126	4
Pětídomky	35	0
Praha-Libuš	177	0
Praha-Šárka	2112	25
Rokycany	66	1
Svatoštěpánský rybník	3	0
Těškov	12	2
Úvaly	36	0
Vokovice	9	0
Volduchy	73	0
Zbiroh	2	1

Výsledek testu hypotézy IV

	bez označení lokality	Brandýs nad Labem	Červený vrch	Díly	Karýzek	Litohlavy	Mýto	Osek u Rokycan	Pětidožky	Praha-Libuš	Praha-Šárka	Rokycany	Svatoštepánský rybník	Těškov
Brandýs nad Labem	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Červený vrch	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Díly	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karýzek	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litohlavy	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mýto	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Osek u Rokycan	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-
Pětidožky	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-
Praha-Libuš	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-
Praha-Šárka	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-
Rokycany	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-
Svatoštepánský rybník	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
Těškov	1.00	1.00	1.00	0.13	1.00	1.00	1.00	0.16	1.00	0.38	0.97	1.00	1.00	-
Úvaly	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Vysoký počet kategorií (tj. počtu lokalit) a nízký počet vzorků činí test této hypotézy problematický (viz Tabulka V). Z uvedené tabulky *p-hodnot* Fisherova párového testu je zřejmé, že nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu ve frekvencích poškození schránek mezi jednotlivými lokalitami nemůžeme na hladině významnosti 5% vyvrátit u žádné z lokalit.

6.5 Test hypotézy IV: Procentuální podíl jednotlivých typu poškození u poškozených jedinců je stejný

Tabulka V – Data pro testování hypotézy V

Typ poškození	Celkem ks	Z toho ks s poškozením (či jedinci bez poškození-poslední oddíl)
po odlomení	36	26
U/V fraktura	36	1
reparovaná fragment (přímá jízva-po bodnutí)	36	1
vrťba	36	3
Hammer type	36	4
deformace	36	1

Výsledek testu hypotézy IV

	Odlomení	U/V fraktura	reparovaná fragment (přímá jízva-po bodnutí)	Vrťba	Hammer type
U/V fraktura	5.9e-09	-	-	-	-
reparovaná fragment (přímá jízva-po bodnutí)	5.9e-09	1.00	-	-	-
vrťba	3.9e-07	1.00	1.00	-	-
Hammer type	2.1e-06	1.00	1.00	1.00	-
deformace	5.9e-09	1.00	1.00	1.00	1.00

Odlomení je nejčastějším typem poškození u studovaných jedinců a vyskytuje se u 72 procent poškozených schránek. Z uvedené tabulky *p-hodnot* Fisherova párového testu je zřejmé, že nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu mezi jednotlivými typy poškození schránek můžeme na hladině významnosti 5% právě jen mezi tímto typem poškození (tj. odlomením) a všemi ostatními typy poškození. Četnost všech ostatních typů se navzájem od sebe neliší.

7 DISKUZE

Publikovaná data naznačují, že v průběhu fanerozoika četnost výskytu stop po predaci na schránkách gastropodů, mlžů a brachiopodů roste (Lindström & Peel 1997, Cadee 1999, Alexander 1986, Alexander & Dietel 2001, Alexander & Dietel 2003, Ebbestad *et al.* 2009, Kelley & Hansen 2003, Schindel *et al.* 1982, Vermeij 1982 aj.). Zjištěnou frekvenci teratologických anomálií vzniklých predací není možno porovnat s publikovanými daty, neboť neexistují žádné publikované kvantitativní analýzy výskytu teratologických anomálií na schránkách středně ordovických či starších gastropodů. Publikovaná data pro svrchní ordovik vykazují podle Ebbestada & Peela 1997 (případně Ebbestad 1998) 7 % teratologických zranění na schránkách gastropodů z oblasti Švédska. Peel (1984) publikoval data o teratologických zranění z období siluru, nicméně četnost oprav či rozsáhlá analýza nebyla uvedena. Naproti tomu Lindströmová & Peel 1997 zjistili cca 10 % poraněných exemplářů druhu *Poleumita sp.* silurského stáří z Gotlandu. Jejich studie dokládá nízkou četnost poranění v období paleozoika, ale také podporuje hypotézu o růstu frekvence oprav po poranění v průběhu času, stejně jako je tomu u publikací např.: Vermeij *et al.* (1981), Vermeij (1982) a Vermeij (1987). Z mladšího paleozoika vykazují druhy nižší frekvence poranění (cca 20 %) nežli z období křídy, kdy je frekvence vyšší (cca 60 %) (Vermeij *et al.* 1981). V období miocénu se četnost poranění statisticky nevýznamně snížila na hodnotu cca 40 % a tato hodnota přetrvává do dnešní doby (Vermeij *et al.* 1981, Vermeij 1983). Morfologie schránek se v průběhu fanerozoika mění od jednoduchých paleozoických forem schránek k pevnějším a odolnějším formám s více zdobenými schránkami. Zvýšený predační tlak tedy značně ovlivňoval morfologii schránek gastropodů v průběhu jejich fylogeneze (Vermeij 1977, 1982, 1987).

Výsledky z analýzy (viz výše) nám vykazují nejvyšší četnost teratologického poškození u druhu *S. reticulatus*, naproti tomu extrémně nízkou četnost vykazuje druh *T. pusillus*. Nicméně výsledek u druhu *S. reticulatus* není moc robustní, jelikož bylo studováno pouze 37 ks, oproti druhu *T. pusillus*, kde bylo studováno 2407 ks. Výsledná data poškození u různých typů schránek dokládají, že nejčastěji byly poškozené planispirální schránky. Nízké četnosti poškození vykazují věžovité a isostrofické schránky. Analýza rovněž prokázala statisticky významně vyšší frekvenci poškození na dospělých schránkách než na schránkách juvenilních. Kvůli vysokým počtům lokalit a nízkým počtům vzorků nelze pokládat výsledky porovnání jednotlivých lokalit na základě Fisherova párového testu za robustní. Výsledky diplomové práce dále ukazují, že nejčastějším typem poškození schránek gastropodů je odlomení. Tento typ se vyskytuje u 72 % poškozených schránek.

Extrémně nízká frekvence teratologických anomálií na schránkách gastropodů ze šáreckého souvrství tedy jasně potvrzuje růst četnosti výskytu stop po predaci na schránkách gastropodů v průběhu fanerozoika (tj. růst predáčního tlaku).

8 ZÁVĚR

Skupina Gastropoda je v dnešní době jedna z nejdíverzifikovanějších skupin živočichů. Jejich fosilní pozůstatky jsou dokládány již z počátku ordoviku. Schránka jim roste po celý jejich život a zaznamenává různé stopy po poranění v čase, na rozdíl od jiných bezobratlých (např. Arthropoda). Diplomová práce je zaměřena analýzu frekvence anomálního vývoje schránek následkem predace u gastropodů ze šáreckého souvrství pražské pánve. Pro analýzu byly vybrány exempláře ze sbírek Národního muzea v Horních Počernicích. Studie frekvence anomálního výskytu na schránkách šáreckých gastropodů přinesla tyto výsledky:

- 1) Předložená práce představuje první analýzu frekvence teratologických anomálií vzniklých predací u středněordovických gastropodů.
- 2) Extrémně nízká frekvence teratologických anomálií vzniklých predací u gastropodů ze šáreckého souvrství tedy potvrzuje růst predčního tlaku v průběhu fanerozoika.
- 3) Výsledky z analýzy odhalily nejvyšší četnost teratologického poškození u druhu *S. reticulatus*, naproti tomu extrémně nízkou četnost vykazuje druh *T. pusillus*.
- 4) Analýza frekvence poškození na různých typech schránek ukázala, že nejčastěji byly poškozeny (tj. predčně atakovány) planispirální schránky. Nízké četnosti predčního poškození vykazují věžovité a isostrofické schránky.
- 5) Statisticky významně vyšší frekvence poškození se vyskytuje na dospělých schránkách gastropodů než na schránkách juvenilních.
- 6) Na schránkách gastropodů se objevují různé typy anomálních struktur. Výsledky práce ukazují, že nejčastějším typem poškození schránek gastropodů je odlomení. Tento typ se vyskytuje u 72 % poškozených schránek.
- 7) Z důvodu vysokého počtu lokalit a nízkým počtům vzorků nelze pokládat výsledky porovnání jednotlivých lokalit na základě Fisherova párového testu za robustní.

ZDROJE:

ADRAIN, J. M., EDGECOMBE, G. D., FOETREY, R. A., HAMMER, O., LAURIE, J. R., McCORMICK, T., OWEN, A. W., WAISFELD, B. G., WEBBY, B. D., WESTROP, S. R., ZHI-YI, Z. (2004): Trilobites. *In*: WEBBY, D. B., PARIS, F., DROSER, L. M., PERCIVAL, G. I. (ed): *The Great Ordovician Biodiversity Event*. Columbia University Press, 231-254.

ALEXANDER, R. R. (1986): Resistance to and repair of shell breakage induced by durophages in Late Ordovician brachiopods, *1. Paleonol.* 60, 273-285.

ALEXANDER, R. R., DIETL, G. P. (2001): Shell repair frequencies in New Jersey bivalves: A recent baseline for test of escalation with Tertiary, Mid-Atlantic congeners. *Palaios*, 16, 354-371.

ALEXANDER, R. R., DIETL, G. P. (2003): The fossil record of shell-breaking predation on marine bivalves and gastropods. *In*: KELLEY, P. H., KOWALEWSKI, M., HANSEN, T. A. (eds): *Predator-prey interaction in the fossil record*. Topic in Geobiology 20. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 141-179.

BANDEL, K., (1990): Shell structure of the Gastropoda excluding Archaeogastropoda. *In*: CARTER, J. G. (ed): *Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends*, vol. 1, p. 117–134. Van Nostrand Reinhold, New York.

BARKER, G. M. (2004): Milipedes (Diplopoda) and Centipedes (Myriapoda) as Predators of Terrestrial Gastropods. *In*: Barker, G. M. (ed.): *Natural enemies of terrestrial molluscs*. CABI Publishing, Wallingford, 644 pp.

BASSETT, M. G. (1979): 100 years of Ordovician geology. *Episodes* 1979, 18–21.

BAUMILLER, T. K., LEIGHTON, L. R., THOMPSON, D. L. (1999): Boreholes in Mississippian spiriferide brachiopods and their implications for Paleozoic gastropod drilling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 147(3-4), 283–289.

BENGTSON, S., ZHAO, Y. (1992): Predatorial Borings in Late Precambrian Mineralized Exoskeletons. *Science*, 257(5068), 367–369.

BLODGETT, R. B., FRÝDA, J. (1999): New Devonian gastropod genera important for paleogeographic reconstructions. *Journal of the Czech Geological Society*, 44 (3-4), 293-308.

BOSCHOFF, P. H. (1968): A preliminary study on conchological physio-pathology, with special reference to Pelecypoda. *Ann. Natal Mus.*, 20, 199-207.

- BRENCHLEY, P. J., ŠTORCH, P. (1989): Environmental changes in the Himantian (Upper Ordovician) of the Prague Basin, Czechoslovakia. *Geological Journal* 24 (3), 165–181.
- BULKLEY, P. T. (1968): Shell damage and repair in five members of the genus *Acmaea*. *Veliger*, 11, 64-66.
- CADÉE, G. C (1999): Shell damage and shell repair in the Antarctic limpet *Nacella concinna* from King George Island, *I. Sea Res.* 41, 149-161.
- CARRIKER, M. R., YOCHELSON, E. L., (1968): Recent gastropod boreholes and Ordovician cylindrical borings. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 593 B, 1-26.
- CARTER, J. G., (1990): Glossary of skeletal biomineralization. In: CARTER, J. G. (ed): *Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends*, vol. 1, p. 609–661. Van Nostrand Reinhold, New York.
- CARTER, J. G., HALL, R. M. (1990): Polyplacophora, Scaphopoda, Archaeogastropoda and Paragastropoda (Mollusca). In: CARTER, J. G. (ed): *Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends*, vol. 2, p. 29–51. Van Nostrand Reinhold, New York.
- COCKS, L. R. M., TORSVIK, T.H. (2006): European geography in a global context from the Vendian to the end of Palaeozoic, 83–95. In GEE, D.D., STEPHENSON, R.A. (eds) *European Lithosphere Dynamics*. Geological Society, London, Memoirs 32.
- CORE TEAM, R., (2022) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R *Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL. <http://www.R-project.org/>.
- COTTON, P. A., RUNDLE, S. D., SMITH, K. E. (2004): Trait compensation in marine gastropods: Shell shape, avoidance behavior, and susceptibility to predation. *Ecology*, 85 (6), 1581-1584.
- EBBESTAD, J. O. R. (1998): Multiple attempted predation in the Middle Ordovician gastropod *Bucania gracillima*. *GFF*, 120(1), 27–33.
- EBBESTAD, J. O. R., HÖGSTRÖM, A. E. S. (2000): Shell repair following failed predation in two Upper Ordovician brachiopods from central Sweden. *GFF*, 122(3), 307–312.
- EBBESTAD, J. O. R., LINDSTRÖM, A., PEEL, J. S. (2009): Predation on bellerophontiform molluscs in the Palaeozoic. *Lethaia*, 42(4), 469–485.

- EBBESTAD, J. O. R., PEEL, J. S. (1997): Attempted predation and shell repair in middle and upper Ordovician Gastropods from Sweden. *Journal of Paleontology* 71 (6), 1007-1019.
- FATKA, O., BUDIL, P., GRIGAR, L. (2015): A unique case of healed injury in a Cambrian trilobite. *Annales de Paléontologie*, 101(4), 295–299.
- FATKA, O., MERGL, M. (2009): The ‘microcontinent’ Perunica: status and story 15 years after conception. *Geological Society* 325, 65–101.
- FORTEY, R. A. (2013): The palaeoecology of trilobites. *Journal of Zoology*, 292, 250-259.
- FORTEY, R. A., OWENS R. M. (1999): Feeding habits in trilobites. *Paleontology*, 42, 429-465.
- FORTEY, R.A. (1985): Pelagic trilobites as an example of deducing the life habits of extinct arthropods. *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 76 (2–3), 219–230.
- FRANKE, W. (2000): The mid-European segment of the Variscides: tectonostratigraphic units, terrane boundaries and plate tectonics evolutions, 35–61. In FRANKE, W., HAAK, V., ONCKEN, O., TANNER, D. (eds) *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt*. Geological Society, London, Special Publications, 179.
- FREY, R. C., BERESI, M. S., EVANS, D. H., KING, A. H., PERCIVAL, I. G. (2004): Nautiloid Cephalopods. In: WEBBY, D. B., PARIS, F., DROSER, L. M., PERCIVAL, G. I. (ed): *The Great Ordovician Biodiversity Event*. Columbia University Press, 209-213.
- FRÝDA, J. (1993): Oldest Representative of the family Palaeozygopleuridae (Gastropoda) with notes on its higher taxonomy. *Journal of Paleontology* 67 (5), 822-827.
- FRÝDA, J. (2012): Phylogeny of Palaeozoic Gastropods Inferred from Their Ontogeny, 395-435. In Talent, J., A (ed). *Earth and life: global biodiversity, extinction intervals and biogeographic perturbations through time*. Springer, London.
- FRÝDA, J., EBBESTAD, J. O. R., FRÝDOVÁ, B. (2019): The oldest members of Porcellioidea (Gastropoda): A new link between Baltica and Perunica. *Papers in Palaeontology*, Vol. 5, Part 2, 281–297.
- FRÝDA, J., ROHR, D. M. (2004): Gastropods. In: Webby, D. B., Paris, F., Droser, L. M., Percival, G. I. (ed): *The Great Ordovician Biodiversity Event*. Columbia University Press, 231-254.

GRADSTEIN, M. F., OGG, G. J., SCHMITZ, M. & OGG, G. (2012): *The Geologic Time Scale 2012*. 1144 pp. Elsevier. Amsterdam.

GUTIÉRREZ-MARCO, J. C., SÁ, A. A., GARCÍA-BELLIDO, D.C., RÁBANO, I. (2017): The Bohemo-Iberian regional chronostratigraphical scale for the Ordovician system and palaeontological correlations within South Gondwana. *Lethaia* 50, 258–295.

HARPER, E. M. (2003): Assessing the importance of drilling predation over the Paleozoic and Mesozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 210, 185-198.

HAVLÍČEK, V. (1981): Development of a linear sedimentary depression exemplified by the Prague Basin (Ordovician-Middle Devonian; Barrandian area-central Bohemia). *Sborník geologických věd, Geologie* 35, 7–48.

HAVLÍČEK, V. (1982): Ordovician in Bohemia: development of the Prague Basin and its benthic communities. *Sborník geologických věd, Řada geologie* 37, 103–136.

HAVLÍČEK, V. (1989): Climatic changes and development of benthic communities through the Mediterranean Ordovician. *Sborník geologických věd, Geologie* 44, 79-116. Ústřední ústav geologický.

HAVLÍČEK, V. (1992): Pražská pánev, 56-59. In CHLUPÁČ, I., HAVLÍČEK, V., KRÍŽ, J., KUKAL, Z. & ŠTORCH, P. (eds.) *Paleozoikum Barrandienu (KAMBRIUM – DEVON)*. Český geologický ústav, Praha.

HAVLÍČEK, V., MAREK, L. (1973): Bohemian Ordovician and its international correlation. *Časopis, pro Mineralogii a geologii* 18(3), 225–232. Praha.

HAVLÍČEK, V., ŠNAJDR, M. (1957): Faciální vývoj skidavu, llanvirnu a llandeila v Barrandienu. *Sborník Ústředního Ústavu geologického, Oddělení geologie* 23, 549–600.

HAVLÍČEK, V., VANĚK, J., FATKA, O. (1994): Perunica microcontinent in the Ordovician (its position within the Mediterranean Province, series division, benthic and pelagic associations). *Sborník geologických věd, Geologie* 46, 23–56.

HOFFMEISTER, A. P., KOWALEWSKI, M., BAMBACH, R. K., AND BAUMILLER, T. K., (2001): Evidence for predatory drilling in Late Paleozoic brachiopods and bivalve mollusks from west Texas, *PaleoBios*, 21 (2), 66-67.

HORNÝ, J. R. (1963): On the systematic position of the cyrtonelellids (Mollusca). *Časopis Národního muzea, oddíl přírodovědný*, 132, 211-216.

HORNÝ, J. R. (1996): Secondary shells deposits and presumed mode of life in *Sinuities* (Mollusca, Gastropoda). *Acta Musei Nationalis Pragae*, Series B, Historia Naturalis, 51(1995), 89-103.

HORNÝ, J. R. (2002): Ordovician Tergomya and isostrophic Gastropoda (Mollusca) of Bohemia: types and referred specimens in the collections of the National Museum, Prague, Czech republic. *Acta Musei Nationalis Pragae*, Series B, Historia Naturalis, 57 (3-4), 64-102.

HORNÝ, R. J. (1997): Ordovician Tergomya and Gastropoda of the Anti-Atlas (Morocco). *Acta Musei Nationalis Pragae*, Series B, Historia Naturalis 53 (3-4): 37-78.

HORNÝ, R. J. (1997): Shell breakage and repair in explanate bellerophontoidean gastropods from the Middle Ordovician of Bohemia. *Bulletin of the Czech Geological Survey*, 73 (2), 157–168.

HORNÝ, R. J. (1998): A large injury and shell repair in *Boiotremus incipiens* (Mollusca, Gastropoda) from the Silurian of Bohemia. *Bulletin of the Czech Geological Survey*, 73 (4), 343–345.

HORNÝ, R. J. (2002): Anomalous development of apertural margin and failed predation in the Lower Devonian gastropod *Anarconcha pulchra* from the Barrandian (Czech Republic). *Časopis Národního muzea, Řada přírodovědná*. 171 (1–4), 1–6.

HORNÝ, R. J. (2004): Shell morphology, presumed mode of life, and shell repair of the Lower Devonian paragastropod *Antigyra* from Bohemia (Czech Republic). *Časopis Národního muzea, Řada přírodovědná*. 173 (1–4), 65–76.

HORSÁK, M., JUŘIČKOVÁ, L., PICKA, J. (2013): *Měkkýši České a Slovenské republiky*. 264 pp. V. Kabourek, Zlín.

CHLUPÁČ, I. (1999): Some problematid arthropods from the Upper Ordovician Letnh Formation of Bohemia. *Jurnal of the Czech geological Society*, 44 (1-2), 79-92.

CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z. (2011): *Geologická minulost České republiky*. 436 pp. Academia, Praha.

CHLUPÁČ, I., KUKAL, Z. (1988): Possible global events and the stratigraphy of the Paleozoic of the Barrandian (Cambrian – Middle Devonian, Czechoslovakia). *Sborník geologických věd, Geologie* 43, 83–146.

- JANKOVSKÝ, M. (2003): Shell morphology and palaeoecology of *Praenatica gregaria* Perner, 1903 from the Koněprusy Limestone (Lower Devonian) of Bohemia (Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*. 78 (4), 423-429.
- JENSEN, S. (1990): Predation by early Cambrian trilobites on infaunal worms-evidence from the Swedish Mickwitzia Sandstone. *Lethaia*, 23, 29-42.
- KACHLÍK, V. (2003): Geologický vývoj území České republiky. *Správa úložišť radioaktivního odpadu*. Praha.
- KAZARINOV, V. P. (1958): Mesozojskije i kajnozojskie otloženija zapadnoj Sibiri. 1-323, Moskva.
- KELLEY, P. H., HANSEN, T. A. (2003): The Fossil Record of Drilling Pradation on Bivalves and Gastropods. In: KELLEY, P. H., KOWALEWSKI, M., HANSEN, T. A. (ed.): *Predator-Prey Interaction n the Fossil Record*. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York, 113-139.
- KETTNER, R., KODYM, O. (1919): Nová stratigrafie Barrandienu. *Časopis Musea Království českého* 93, 47-57.
- KINGSLEY-SMITH, P.R., RICHARDSON, C.A., SEED, R. (2005): Growth and development of the veliger larva and juveniles of *Polinices pulchellus* (Gastropoda: Naticidae) Risso 1826. *Journal of the Marine Biological Association UK*, 85, 171-174.
- KOWALEWSKI, M., SOMOES, M.G., TORELLO, F.F., MELLO, L.H.C., GHILARDI, R.P., (2000): Drill holes in shells of Permian benthic invertebrates. *Journal of Paleontology*, 74, 532-543.
- KRAFT, P., BRUTHANSOVÁ, J., MIKULÁŠ, R. (2020): Feeding traces related to shells from the Prague Basin, Czech Republic (Tremadocian to early Darriwilian, Ordovician). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 537.
- KRS, M., KRISOVÁ, M., PRUNER, P., HAVLÍČEK, V. (1986): Paleomagnetism, paleogeography and multi-component analysis of magnetization of Ordovician rocks from the Barrandian area of the Bohemian Massif. *Sborník geologických věd, Užitá geofyzika* 20, 9-45.
- KRS, M., KRISOVÁ, M., PRUNER, P., CHVOJKA, R., HAVLÍČEK, V. (1987): Paleomagnetism, paleogeography and multi-component analysis of Middle and Upper Cambrian rocks of the Barrandian in the Bohemian Massif. *Tectonophysics* 139, 1-20.

- KŘÍŽ, J. (1991): The Silurian of the Prague Basin (Bohemia): Tectonic, eustatic, and volcanic controls on facies and faunal development. *Special Papers in Palaeontology* 44, 179–204.
- KŘÍŽ, J. (1992): Silurian Field Excursions: Prague Basin (Barrandian), Bohemia. *National Museum of Wales, Cardiff, Geological Series* 13, 111pp.
- KŘÍŽ, J. (1998): Silurian, *In*: Chlupáč, I., Havlíček, V., Kříž, J., Kukul, Z., Štorch, P. (Eds.), Palaeozoic of the Barrandian. *Czech Geological Survey, Prague*, 70–101.
- KUKAL, Z. (1962): Petrografický výzkum vrstev šáreckých barrandienského ordoviku. *Sborník Ústředního Ústavu geologického, Oddělení geologie* 27, 17–214.
- KVAČEK, Z., FATKA, O., FEJFAR, O., HOLCOVÁ, K., KOŠŤÁK, M., KRAFT, P., MAREK, J., PEK, I. (2000): Základy systematické paleontologie I. paleobotanika, paleozoologie bezobratlých. *Karolinum. Praha*
- LAMSDELL, J. C., BRIGGS, D. E. G., LIU, H. P., WITZKE, B. J. and MCKAY, R. M. (2015): A new Ordovician arthropod from the Winneshiek Lagerstätte of Iowa reveals the ground plan of eurypterids and chasmataspidids. *The Science of Nature*, 102 (63), 1-8.
- LAMSDELL, J. C., BRIGGS, D. E. G., LIU, H. P., WITZKE, B. J., MCKAY, R. M. (2015): The oldest described eurypterid: a giant Middle Ordovician (Darriwilian) megalograptid from the Winneshiek Lagerstätte of Iowa. *BMC Evolutionary Biology*, 15(1), 1-31.
- LEIGHTON, L.R., (2001): New example of Devonian predatory boreholes and the influence of brachiopod spines on predator success. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 165, 53-69.
- LEWANDOWSKI, M. (2003): Assembly of Pangea: combined paleomagnetic and paleoclimatic approach. *Advances in Geophysics* 46, 199–236.
- LINDSTRÖM, A. (2005): *Shell repair as a response to attempted predation in some paleozoic and younger gastropods*. Uppsala 2005, Dissertation presented, Uppsala University, Paleontology building.
- LINDSTRÖM, A., PEEL, J. S. (1997): Failed predation and shell repair in the gastropod *Poleumita* from the Silurian of Gotland, Sweden. *Bulletin of the Czech Geological Survey*, Vol. 72, p. 115-126.

- LINDSTRÖM, A., PEEL, J. S. (2003): Shell repair and mode of life of *Praenatica gregaria* (Gastropoda) from the Devonian of Bohemia (Czech Republic). *Palaeontology*, 46(3), 623–633.
- LINDSTRÖM, A., PEEL, J.S. (2010): Shell repair and shell form in Jurassic pleurotomarioid gastropods from England. *Bulletin of Geosciences*, 85(4), 541–550.
- LOI, A., DABARD, M. P. (2002): Controls of sea level fluctuations on the formation of Ordovician siliceous nodules in terrigenous offshore environments. *Sedimentary Geology* 153, 65–84.
- McCORMICK, T., FORTEY, R. A. (1998): Independent testing of a paleobiological hypothesis: The optical design of two Ordovician pelagic trilobites reveals their relative paleobathymetry. *Paleobiology*, 24 (2), 235–253.
- MISTIAEN, B., BRICE, D., ZAPALSKI, M. K., LOONES, C. (2012): Brachiopods and Their Auloporid Epibionts in the Devonian of Boulonnais (France): Comparison with Other Associations Globally. *Earth and Life*, 159–188.
- NAGEL-MYERS, J., DIETL, G. P., BRETT, C. E. (2009): First report of sublethal breakage-induced predation on Devonian bivalves. *PALAIOS*, 24(7), 460–465.
- NOLČOVÁ, L., MERGL, M., (2016): Occurrence of epibiont echinoderms in the Buchava Formation (Cambrian, Drumian) at Biskoupky near Radnice (Barrandian area, Czech Republic). *Geoscience Research Report*, 49, 43–46.
- NYFFELER, M. & SYMONDSON, W. O. C. (2001): Spiders and harvestmen as gastropod predators. *Ecological Entomology* 26, 617–628.
- PAGE, L. R. (2006): Early differentiating neuron in larval abalone (*Haliotis kamtschatkana*) reveals the relationship between ontogenetic torsion and crossing of the pleurovisceral nerve cords. *Evolution and Development* 8, 458–467.
- PEDERSEN, R.V.K., PAGE, L.R., (2000): Development and metamorphosis of the planktotrophic larvae of the moon snail, *Polinices lewisii* (Gould, 1847) (Caenogastropoda: Naticoidea). *The Veliger*, 43, 58–63.
- PEEL, J. S. (1978): Faunal succession and mode of life of Silurian gastropods in the Arisaig group, Nova Scotia. *Palaeontology*, 21, 285–306.

- PEEL, J. S. (1984): Attempted predation and shell repair in *Eumphalopterus* (Gastropoda) from the Silurian of Gotland. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 32, 163-168.
- PEEL, J. S. (1991): The Classes Tergomya and Helcionelloida, and early molluscan evolution. *Bulletin of the Grenlands geologiske Undersegelse*, 161, 11-165.
- PEEL, J. S. (2015): Operculum regeneration following failed predation in the Silurian gastropod *Oriostoma*. *Palaeontology*, 58(2), 229–237.
- PEEL, J. S., HORNÝ, R. J. (1996): *Carcassonella*, a new Lower Ordovician bellerophontiform mollusc, with dorsally located retractor muscle attachments (Class Tergomya). *Bulletin of the Czech Geological Survey*, 71, p. 305-331.
- PEEL, J. S., HORNÝ, R. J. (1999): Muscles ascars and systematic position of the Lower Paleozoic limpets *Archinacella* and *Barrandicella* gen. N. (Mollusca). *Journal of the Czech Geological Society*, 44 (1-2), 97-115.
- PERNER, J. (1903): Gastéropodes. -V Barrande, J., Systême silurien du centre de la Bohême, 4 (1), 164 pp.
- PERNER, J. (1907): Gastéropodes. -V Barrande, J., Systême silurien du centre de la Bohême, 4 (2), 380 pp.
- PERNER, J. (1911): Gastéropodes. -V Barrande, J., Systême silurien du centre de la Bohême, 4 (3), 390 pp.
- ROHR, D. M. (1976): Silurian predator borings in the brachiopod *Dicaelosia* from the Canadian Arctic. *Journal of Paleontology*, 65:687–688.
- ROHR, D. M. (1991): Borings in the shell of an Ordovician (Whiterockian) gastropod. *Journal of Paleontology*, 65(04), 687–688.
- SAVAZZE, I. (1991): Construction and morphology of strombid gastropods. *Lethaia*, 24, 311-331.
- SERVAIS, T., SINTUBIN, M. (2009): Avalonia, Armorica, Perunica: terranes, microcontinents, microplates or palaeobiogeographical provinces? *Geological Society, London, Special Publications* 325, 103–115.

SEUSS, B., NÜTZEL, A., SCHOLZ, H., FRÝDA, J. (2012): The Paleozoic evolution of the gastropod larval shell: larval armor and tight coiling as a result of predation-driven heterochronic character displacement. *Evolution and development*, 14 (2), 212–228.

SHROCK, R. R., TWENHOFEL, W. H. (1953): Principles of Invertebrate Paleontology (2nd ed.). *McGraw-Hill*, New York, Toronto, London.

SKOVSTED, C. B., BROCK, G. A., LINDSTRÖM, A., PEEL, J. S., PATERSON, J. R., FULLER, M. K. (2007): Early Cambrian record of failed durophagy and shell repair in an epibenthic mollusc. *Biology Letters*, 3(3), 314–317.

SMITH, S.A., THAYER, C.W., BRETT, C.E., (1985): Predation in the Paleozoic: Gastropod-like drillholes in Devonian brachiopods. *Science*, 230, 1033-1035.

TAIT, J. (1999): New early Devonian paleomagnetic data from NW France: paleogeography and implications for the Armorican microplate hypothesis. *Journal of Geophysical Research* 104, 2831–2839.

TASÁRYOVÁ, Z., JANOUŠEK, V., FRÝDA, J. (2018): Failed Silurian continental rifting at the NW margin of Gondwana: evidence from basaltic volcanism of the Prague Basin (Teplá–Barrandian Unit, Bohemian Massif). *International Journal of Earth Sciences* 107, 4, 1231-1266. ISSN 1437-3254. DOI 10.1007/s00531-017-1530-5

TASÁRYOVÁ, Z., SCHNABL, P., ČÍŽKOVÁ, K., PRUNER, P., JANOUŠEK, V., RAPPRIČH, V., ŠTORCH, P., MANDA, Š., FRÝDA, J., TRUBAČ, J., (2014): Gorstian palaeoposition and geotectonic setting of Suchomasty Volcanic Centre (Silurian, Prague Basin, Teplá–Barrandian Unit, Bohemian Massif). *GFF* 136, 262–26.

TURNER, S., BLIECK, A., NOWLAN, G. S. (2004): Vertebrates (Agnathans and Gnathostomes) In: WEBBY, D. B., PARIS, F., DROSER, L. M., PERCIVAL, G. I. (ed): *The Great Ordovician Biodiversity Event*. Columbia University Press, 327–335.

VANNIER, J., RACHEBOEUF, P. R., BRUSSA, E. D., WILLIAMS, M., RUSHTON, A. W. A., SERVAIS, T., SIVETER D. J. (2003): Cosmopolitan arthropod zooplankton in the Ordovician seas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 195 (1-2), 173–191.

VERMEIJ, G. J. (1977): The Mesozoic' marine revolution: evidence from snails, predators and grazers, *Paleobiology* 3, 245-258.

VERMEIJ, G. J. (1977): The Mesozoic marine revolution: evidence from snails, predators and grazers. *Paleobiology*, 3(03), 245–258.

- VERMEIJ, G. J. (1982): Gastropod shell form, breakage, and repair in relation to predation by the crab *Clappa*. *Malacologia*, 23, 1-12.
- VERMEIJ, G. J. (1982): Unsuccessful predation and evolution, *Am. Nat.* 120, 701-720.
- VERMEIJ, G. J., (1987): *Evolution and Escalation*. An Ecological History of Life. Princeton Univ. Press, Princeton, 527.
- VERMEIJ, G. J., SCHINDEL, D. E., ZIPSER, E. (1981): Predation through geological time: evidence from gastropod shell repair, *Science* 214, 1024-1026.
- VINN, O. (2009): Attempted predation on Early Paleozoic cornulitids. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 273, 87–91.
- VINN, O. (2015): Predation in the Ordovician and Silurian of Baltica. *Historical Biology*, 29(1), 11–16.
- WEBBY, D. B. (2004): Introduction. In: WEBBY, D. B., PARIS, F., DROSER, L. M., PERCIVAL, G. I. (ed): *The Great Ordovician Biodiversity Event*. Columbia University Press, 1-37.
- ZHANG, Z., HAN, J., WANG, Y., EMIG, C., C., SHU, D. (2009): Epibionts on the lingulate brachiopod *Diandongia* from the Early Cambrian Chengjiang Lagerstätte, South China. *Proceeding of The Royal Society B*, 277, 175-181.
- ZHANG, Z., HOLMER, L. E., ROBSON, S. P., HU, S., WANG, X., WANG, H. (2011): First record of repaired durophagous shell damages in Early Cambrian lingulate brachiopods with preserved pedicles. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 302(3-4), 206–212.
- ZÍCHA, O., BRUTHANSOVÁ, J., KRAFT, P. (2020): Epibionts on shells in the Šárka Formation: a sparsely occupied niche in the lower to middle Darriwilian (Oretanian, Ordovician) in the Prague Basin (Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 550, 1-12.
- ZIPSER, E. VERMEIJ, G. J. (1980): Survival after nonlethal shell damage in the gastropod *Conus sponsalis*. *Micronesia*, 16, 2, 229-234.
- ŽÁK, J., SLÁMA, J. (2018): How far did the Cadomian ‘terrane’ travel from Gondwana during early Palaeozoic? A critical reappraisal based on detrital zircon geochronology. *International Geology Review* 60, 319–338.

PŘÍLOHA I

V příloze I se vyskytují 3 obrázkové fototabule, které dokládají anomální výskyt na schránká šáreckých gastropodů pražské pánve. Ve sbírkách Národního muzea se nacházejí jak evidované vzorky (označení L – např.: L36044), tak vzorky bez evidenčního čísla (pro tyto vzorky jsem zavedla pracovním označením NM – např.: NM1). Pro lepší dokumentaci byli u některých vzorků vytvořeny vytvořeny latexové výlitky, které byly poběleny vytvořeny latexové výlitky, U zbylých vzorků nebylo možné vytvořit latexové odlitky, z důvodu ochrany materiálu pro budoucí výzkum.

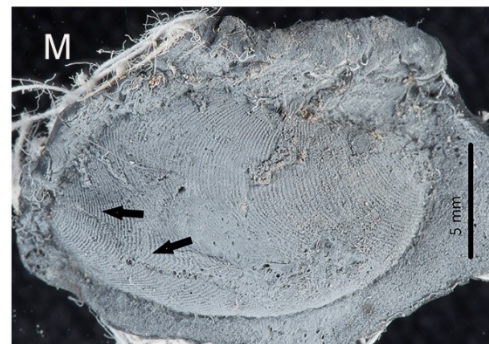
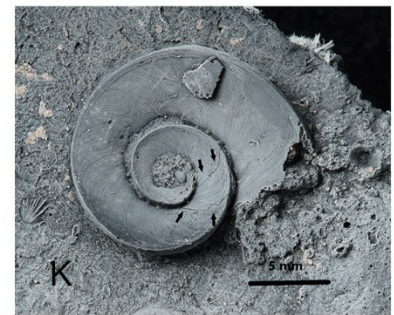
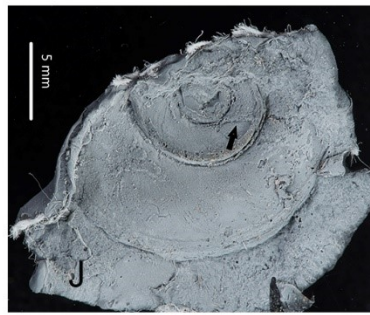
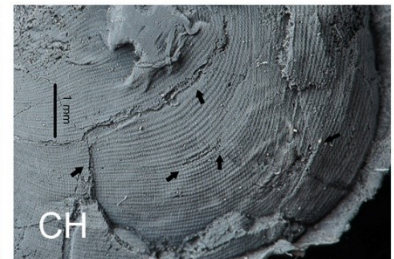
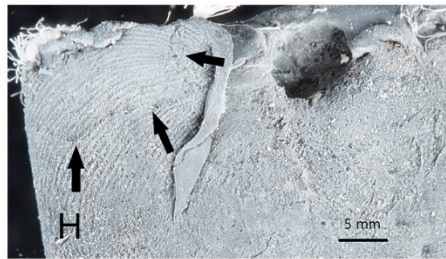
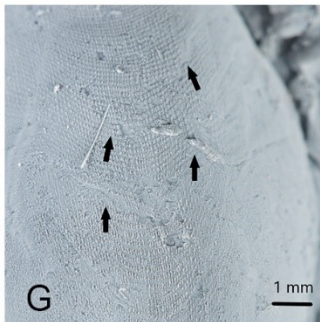
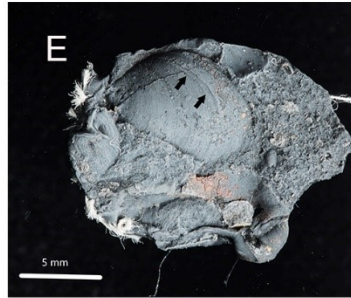
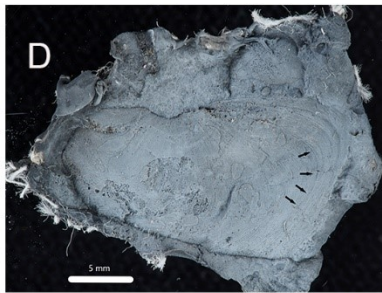
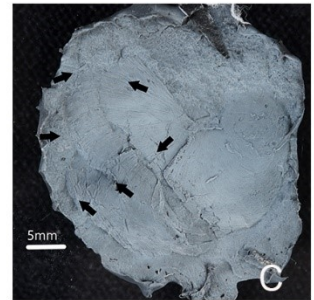
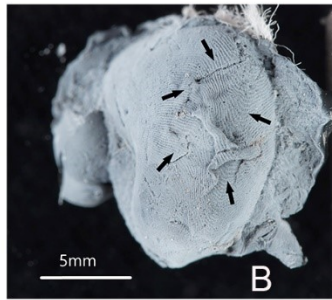
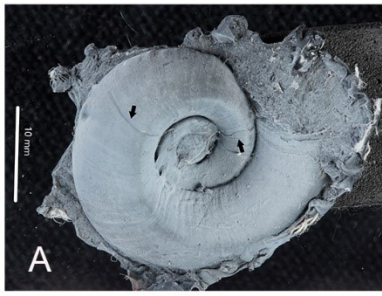
Měřítka je u fotografií znázorněno bílou či černou linkou. Měřítka odpovídá 1 mm, 5 mm či 10 mm, na fotografiích je uvedena samotná velikost. Pro lepší orientaci je velikost měřítka zapsána u popisu studovaného materiálu.

Tabule I

- A. *Lesueurilla prima*, NM 610, Těškov, latexový odlitek, spodní strana schránky, anomální fraktury po odlomení na mlaších i starších závitech, měřítko: 10 mm
- B. *Sinuities sp.*, NM552, Praha – Šárka, latexový odlitek, hřbetní strana schránky, rozsáhlé poškození hammer type, měřítko: 5 mm
- C. *Sinuities sp.*, NM492, Praha – Šárka, latexový odlitek, hřbetní strana schránky, rozsáhlé poškození hammer type, měřítko: 5 mm
- D. *Sinuities sp.*, NM512, Praha – Šárka, latexový odlitek, čelní strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- E. *Barrandicella ovata*, NM88, Rokycany, latexový odlitek, ve spodní části anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- F. *Sinuities sp.*, NM428, Praha – Šárka, latexový odlitek, pravá strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- G. *Sinuities reticulatus*, L31941, Praha – Šárka, latexový odlitek, čelní strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- H. *Sinuities sowerbyi*, L31216, Praha – Šárka, latexový odlitek, pravá strana schránky, anomální fraktury po odlomení ve spodní části, měřítko: 5 mm
- CH. *Sinuities sp.*, NM428, Praha – Šárka, latexový odlitek, pravá strana schránky, přiblížení anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- I. *Lesueurilla prima*, NM704, Praha – Šárka, latexový odlitek, hřbetní strana schránky, stopy po odlomení, měřítko: 5 mm
- J. *Lesueurilla prima*, NM616, Mýto, latexový odlitek, hřbetní strana schránky, stopy po odlomení, měřítko: 5 mm
- K. *Lesueurilla prima*, L55213, Těškov, latexový odlitek, hřbetní strana schránky, stopy po odlomení, měřítko: 5 mm
- L. *Sinuities sp.*, NM542, Praha – Šárka, latexový odlitek, levá strana schránky, rozsáhlé poškození hammer type, měřítko: 5 mm

M. *Sinuities* sp., NM532, Praha – Šárka, latexový odlitek, hřbetní strana schránky, stopy po odlomení, měřítko: 5 mm

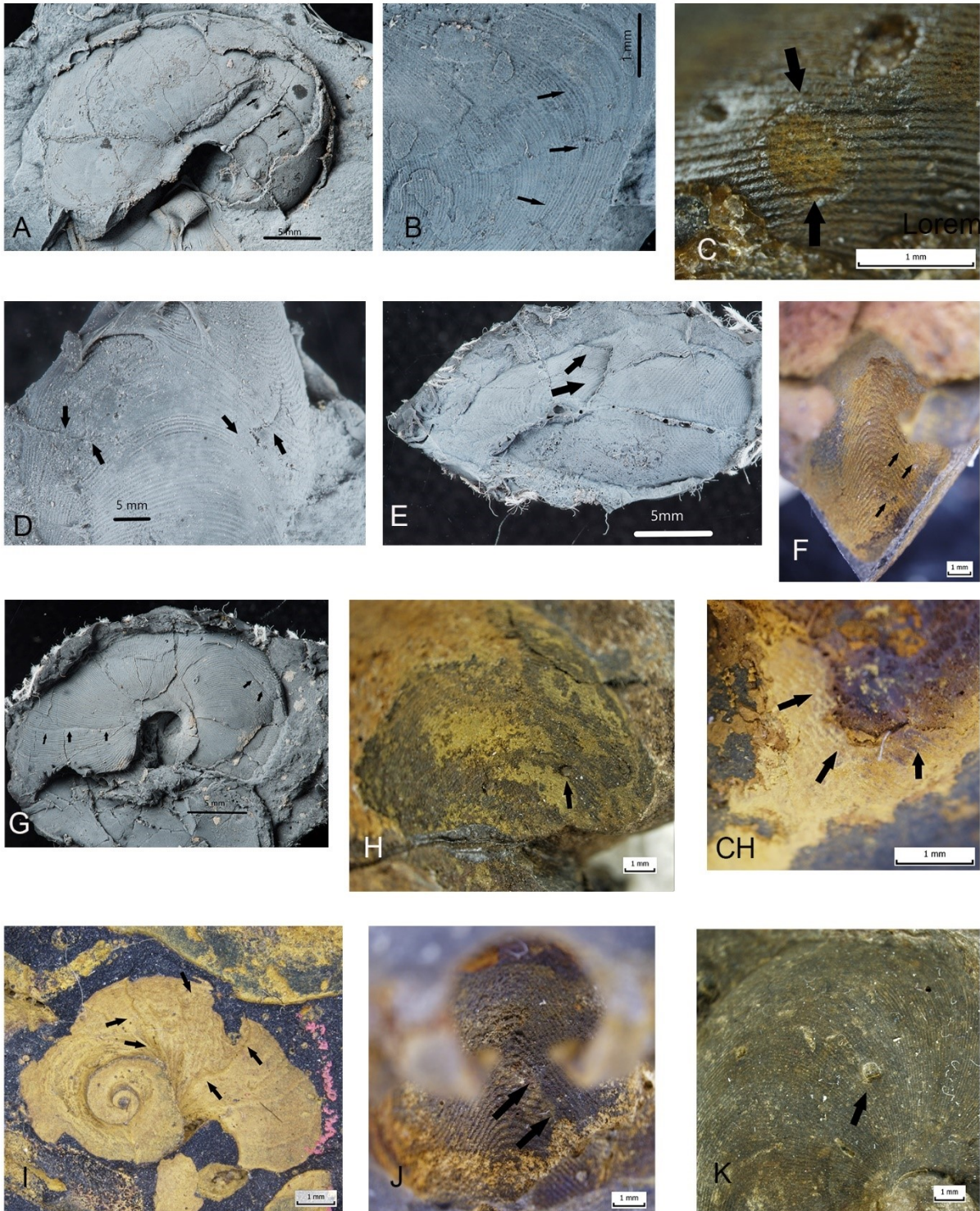
Tabule I



Tabule II

- A. *Sinuities sowerbyi*, NM403, Praha – Šárka, latexový odlitek, levá strana schránky, stopy po odlomení, měřítko: 5 mm
- B. *Sinuities sp.*, NM512, Praha – Šárka, latexový odlitek, čelní strana schránky, přiblížení anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- C. *Sinuities sp.*, L59677, neznámá lokalita (ozn. šár. souvrství), vnější otisk, pravá strana schránky, možná vrtba, měřítko: 1 mm
- D. *Sinuities sp.*, NM495, Praha – Šárka, latexový odlitek, čelní strana schránky, přiblížení anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- E. *Sinuities sp.*, NM430, Praha – Šárka, latexový odlitek, čelní strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- F. *Sinuities sowerbyi*, L31215, Praha – Šárka, vnější otisk, hřbetní strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- G. *Sinuities sp.*, NM575, Praha – Šárka, latexový odlitek, levá strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 5 mm
- H. *Sinuities sowerbyi*, L31230, Praha – Šárka, vnější otisk, levá strana schránky, přiblížení na vrtbu, měřítko: 1 mm
- CH. *Sinuities sowerbyi*, L31191, Osek u Rokycan, pravá strana, anomální fraktury po odlomení U/V fraktura, měřítko 1 mm
- I. *Tropidodiscus pusillus*, L54365, Praha – Šárka, vnější otisk, levá strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- J. *Sinuities sowerbyi*, L31201, Praha – Šárka, vnější otisk, hřbetní strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- K. *Sinuities sowerbyi*, L31230, Osek u Rokycan, vnější otisk, levá strana schránky, přiblížení na vrtbu, měřítko: 1 mm

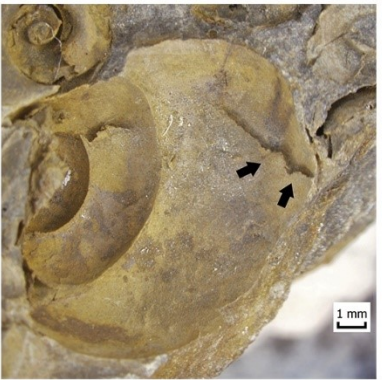
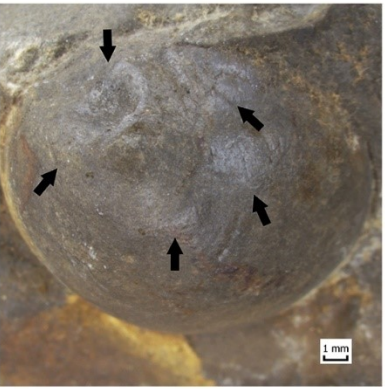
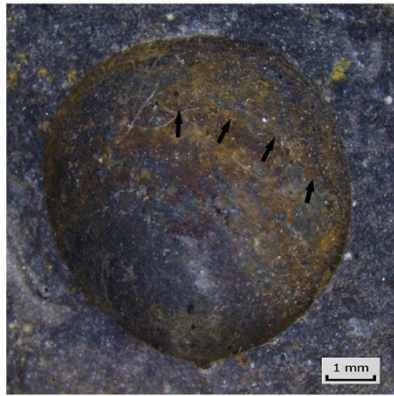
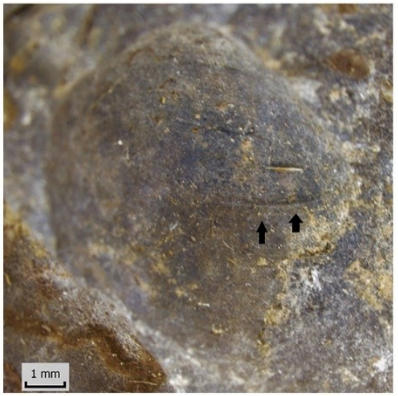
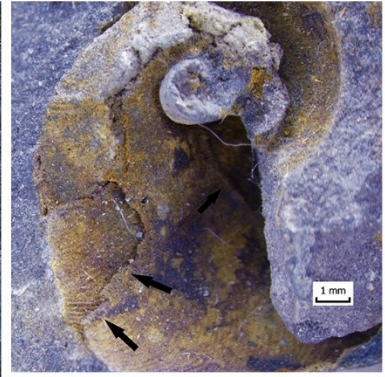
Tabule II



Tabule III

- A. *Sinuities sowerbyi*, L31192, Praha – Šárka, vnější otisk, čelní strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- B. *Sinuities sowerbyi*, L31198, Praha – Šárka, vnější otisk, čelní strana schránky, rozsáhlé poškození hammer type, měřítko: 1 mm
- C. *Sinuities sowerbyi*, L31202, Praha – Šárka, pravá otisk, čelní strana schránky, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- D. *Barrandicella ovata*, L36044, Osek u Rokycan, vnější otisk, ve spodní části anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- E. *Barrandicella ovata*, L59799, neznámá lokalita (ozn. šár. souvrství), vnější otisk, ve spodní části anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- F. *Barrandicella ovata*, NM102, Praha – Šárka, vnitřní otisk, deformace apikální části schránky, měřítko: 1 mm
- G. *Ptychonema desiderata*, L52271, Praha – Šárka, vnější otisk, poslední závit, anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- H. *Ptychonema desiderata*, L52271, Praha – Šárka, vnější otisk, poslední závit, přiblížení anomální fraktury po odlomení, měřítko: 1 mm
- CH. *Lesueurilla prima*, NM686, Osek u Rokycan latexový odlitek, hřbetní strana schránky, stopy po odlomení, měřítko: 5 mm

Tabule III



TABULKA POŠKOZENÝCH GASTROPODŮ

Číslo	Druh	Lokalita	Velikost mm	Tvar schránky	Umístění	Typ anomálie
NM88	<i>Barrandicella ovata</i> (Barrande in Perner, 1903)	Rokycany	11	přílipkový	starší závit	po odlomení
L3604 4	<i>Barrandicella ovata</i> (Barrande in Perner, 1903)	Osek u Rokycan	11	přílipkový	starší i mladší závit	po odlomení
L3119 2	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	30	isostrofický	mladší závit	po odlomení
L3121 6	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	10	isostrofický	mladší závit	po odlomení
NM51 4	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	30	isostrofický	mladší závit	po odlomení
L5979 9	<i>Barrandicella ovata</i> (Barrande in Perner, 1903)	?	7	přílipkový	starší závit	po odlomení
NM10 2	<i>Barrandicella ovata</i> (Barrande in Perner, 1903)	Praha-Šárka	15	přílipkový	starší závit	deformace
NM70 4	<i>Lesueurilla prima</i> (Barrande in Perner, 1903)	Praha-Šárka	13	planispirální	starší závit	po odlomení
L5521 3	<i>Lesueurilla prima</i> (Barrande in Perner, 1903)	Těškov	19	planispirální	starší závit	po odlomení
NM61 6	<i>Lesueurilla prima</i> (Barrande in Perner, 1903)	Mýto	23	planispirální	starší závit	po odlomení
NM61 0	<i>Lesueurilla prima</i> (Barrande in Perner, 1903)	Těškov	30	planispirální	starší i mladší závit	po odlomení
NM68 6	<i>Lesueurilla prima</i> (Barrande in Perner, 1903)	Osek u Rokycan	38	planispirální	mladší závit	po odlomení
L5227 1	<i>Ptychonema desiderata</i> (Barrande in Perner, 1907)	Praha-Šárka	12	nizce věžovitý	starší i mladší závit	po odlomení
L3194 1	<i>Sinuities reticulatus</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	20	isostrofický	mladší závit	po odlomení

L3122 1	<i>Sinuities reticulatus</i> Perner, 1903	Zbiroh	38	isostrofický	mladší závit	po odlomení
L3120 2	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	21	isostrofický	mladší závit	po odlomení
NM40 3	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	25	isostrofický	mladší závit	po odlomení
L3193 6	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	15	isostrofický	mladší závit	reparovaný fragment
L3121 5	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	18	isostrofický	starší závit	po odlomení
L3119 8	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	19	isostrofický	mladší závit	hammer type
L3119 1	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Osek u Rokycan	6	isostrofický	mladší závit	U/V fraktura
L3120 1	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	11	isostrofický	mladší závit	po odlomení
L3123 0	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Praha-Šárka	17	isostrofický	mladší závit	vert
L3741 6	<i>Sinuities sowerbyi</i> Perner, 1903	Osek u Rokycan	21	isostrofický	mladší závit	vert
NM55 2	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	17	isostrofický	mladší závit	hammer type
NM53 2	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	22	isostrofický	mladší závit	po odlomení
NM57 5	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	25	isostrofický	starší i mladší závit	po odlomení
NM54 2	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	31	isostrofický	mladší závit	po odlomení
NM49 7	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	32	isostrofický	mladší závit	po odlomení
NM49 5	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	18	isostrofický	mladší závit	hammer type

NM49 2	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	23	isostrofický	mladší závit	hammer type
NM42 8	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	29	isostrofický	mladší závit	po odlomení
NM43 0	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	30	isostrofický	mladší závit	po odlomení
NM51 2	<i>Sinuities sp.</i>	Praha-Šárka	34	isostrofický	mladší závit	po odlomení
L5967 7	<i>Sinuities sp.</i>	?	15	isostrofický	mladší závit	vrt
L5436 5	<i>Tropidodiscus pusillus</i> (Barrande in Perner, 1903)	Praha-Šárka	9	isostrofický	mladší závit	po odlomení

