

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie



**Bc. Lucie Kunstmüllerová**

Systematika, paleoekologie a trofická struktura asociací mlžů v rámci OAE2  
eventu české křídové pánve (svrchní cenoman): lom Pecínov

*Systematics, palaeoecology and trophical structure of bivalve associations within the OAE2  
in the Bohemian Cretaceous Basin (Upper Cenomanian): Pecínov quarry*

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Martin Košťák, Ph.D.

Praha 2020

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Stanislavu Čechovi za konzultace vědomostí získaných dlouholetým studiem oblasti i příbuzných lokalit a za poskytnutí základní literatury.

Dále děkuji za vřelý přístup panu Ing. Vítu Kejlovi a společnosti České lupkové závody, a.s. za umožnění vstupu do areálu lomu Pecínov.

Radku Labuťovi a Mgr. Ladislavu Zedníkovi děkuji za společnost a výpomoc během terénních prací.

Speciální poděkování patří Mgr. Janu Sklenářovi, Ph.D. za odbornou pomoc při návštěvách sbírek Národního muzea, za uvedení do problematiky lokality a za neocenitelnou zpětnou vazbu.

A samozřejmě mé největší poděkování patří doc. RNDr. Martinu Košťákovi, Ph.D. za nesmírnou trpělivost, věnovaný čas, připomínky a rady při vytváření mé diplomové práce.

Prohlášení:

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

V Praze dne 10.8.2020

Bc. Lucie Kunstmüllerová

**Název práce:** Systematika, paleoekologie a trofická struktura asociací mlžů v rámci OAE2 eventů české křídové pánve (svrchní cenoman): lom Pecínov

**Autor:** Bc. Lucie Kunstmüllerová

**Katedra:** Ústav geologie a paleontologie

**Vedoucí diplomové práce:** doc. RNDr. Martin Košťák, Ph.D.

**Abstrakt:** Diplomová práce shrnuje poznatky o společenstvu mlžů přítomném na lokalitě Pecínov, jejich taxonomický přehled a paleoekologické vyhodnocení. V rámci řešeršní části je stručně popsána geologie oblasti a lokalita je zařazena do kontextu české křídové pánve. Část práce je také věnována procesům souvisejícím s anoxickými událostmi, zvláště pak s druhou anoxickou událostí na hranici cenoman/turon. Praktická část práce se zabývá systematikou zjištěných společenstev mlžů (s výjimkou inoceramidní fauny) a statistickým zpracováním výsledků s důrazem na paleoekologickou analýzu společenstva a její využití pro interpretaci paleoprostředí.

Celkem bylo v rámci práce zpracováno přes 350 jedinců a rozpoznáno bylo 20 rodů z 15 čeledí a 9 řádů. Podrobně je diskutována funkční morfologie a zástupci jsou rozřazeni do čtyř skupin na základě životní strategie: epifauní filtrátoři, semi-infauní filtrátoři, infauní filtrátoři a infauní detritofágové. V práci jsou detailně diskutovány výsledky a poskytnuta nová data pro interpretaci lokality.



**Title:** Systematics, palaeoecology and trophical structure of bivalve associations within the OAE2 in the Bohemian Cretaceous Basin (Upper Cenomanian): Pecínov quarry

**Author:** Bc. Lucie Kunstmüllerová

**Department:** Institute of geology and palaeontology

**Supervisor:** doc. RNDr. Martin Košťák, Ph.D.

**Abstract:** This master thesis provides an updated taxonomic inventory of the bivalve fauna of the Pecínov locality, places the fauna in its palaeobiogeographic setting, and addresses its palaeoecological significance. In the literature research part of the thesis the basic geology of the locality and an overview of the Bohemian Cretaceous Basin are presented. Processes connected to the ocean anoxic events, specifically to the OAE 2 are also discussed. The research part of the thesis describes the systematics of the bivalve assemblage (with the exception of Inoceramidae) and its statistical evaluation with the emphasis on the environment interpretations of the locality.

In total, over 350 specimens have been considered and assigned to 20 genera within 15 families and 9 orders. Bivalve functional morphology and guilds are described to interpret palaeoecology. Guilds are based on life habit and feeding category. Four main guilds are recognized: epifaunal suspension-feeders, semi-infaunal suspension-feeders, infaunal suspension-feeders and infaunal deposit-feeders. The results are discussed in details and new data for interpretation of the locality are presented.

## **Obsah**

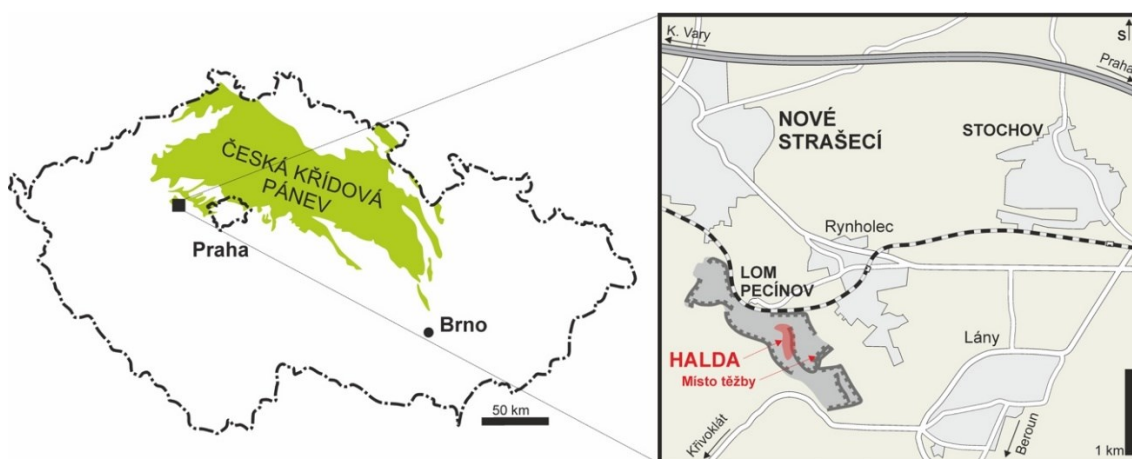
|  |        |
|--|--------|
| ÚVOD                                       | - 1 -  |
| 1. MATERIÁL A METODY                       | - 2 -  |
| 2. GEOLOGIE ČESKÉ KŘÍDOVÉ PÁNVE            | - 4 -  |
| 3. ANOXICKÉ UDÁLOSTI                       | - 12 - |
| 4. MLŽI (BIVALVIA)                         | - 18 - |
| 5. PALEOEKOLOGICKÁ ANALÝZA A DISKUZE       | - 51 - |
| 6. ZÁVĚR                                   | - 61 - |
| SLOVNÍČEK MORFOLOGICKÝCH A POPISNÝCH POJMŮ | - 63 - |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY                  | - 65 - |
| PŘÍLOHY                                    | - 77 - |

# Úvod

Lom Pecínov se nachází přibližně 30 km západně od Prahy, na jihozápadním okraji české křídové pánve (OBRÁZEK 1). V profilu je zde mimo jiné odkryta a zpřístupněna nejsvrchnější část perucko-korycanského souvrství – tzv. pecínovský člen. Jedná se o jeden z nejkomplexnějších záznamů období druhé anoxické události na území střední Evropy. Přestože zde mlži patří k nejhojněji zastoupeným organismům, nebylo jejich společenstvo do současné doby systematicky zkoumáno.

Cílem této diplomové práce bylo systematicky popsat, paleoekologicky zhodnotit a interpretovat společenstvo mlžů na lokalitě Pecínov. Práce vychází z vlastního terénního výzkumu, ale i ze starších sběrů uložených v depozitáři Národního muzea. Celkem bylo zpracováno přes 350 jedinců a rozpoznáno bylo 20 rodů z 15 čeledí a 9 řádů. V textu jsou shrnuty současné poznatky a poskytnuta nová data pro interpretaci lokality. Práce se nezabývá inoceramidní faunou, ta byla v minulosti detailně zpracována (například KOŠŤÁK *et al.* 2018).

Práce se sestává z teoretické a praktické části. V kapitole 1 je popisována metodika terénní práce a následné nakládání se získaným materiálem. Kapitoly 2 až 4.1 mají rešeršní charakter a obsahují zařazení lokality do regionálního kontextu společně se srovnáním dosavadních prací z lokality a české křídové pánve jako celku. V rámci teoretické části jsou rovněž popsány příčiny a procesy související s anoxickými událostmi, zvláště pak s druhou anoxickou událostí na hranici cenoman/turon. Dále je také popsána základní morfologie mlžů, jejich životní strategie a podrobně rozebrána jejich funkční morfologie. Kapitola 4.2 obsahuje systematickou část práce. Od kapitoly 5 je prezentován vlastní výzkum. Praktická část práce se zabývá statistickým zpracováním výsledků, zvláště pak paleoekologickou analýzou společenstva a vlastními interpretacemi prostředí.



OBRÁZEK 1: Poloha lokality Pecínov v rámci České republiky a v kontextu české křídové pánve.

# 1. Materiál a metody

Rešeršní část práce byla vytvořena za použití odborné literatury popisující regionální geologii, strukturní geologii, sedimentologii, geochemii, paleontologii a paleoekologii. U systematické a paleoekologické části byla též použita současná biologická literatura. Pro tvorbu map, nákrešů a schémat byl použit grafický editor Corel DRAW 2020.

Praktická část práce zahrnovala terénní sběr a revizi starších nálezů. Terénní práce probíhala výhradně v aktivním lomu Pecínov. Studovaná lokalita byla pravidelně navštěvována a během sběru byla pořizována bohatá dokumentace, včetně fotodokumentace a zaznamenávání poloh nových nálezů; pozornost byla také věnována způsobu zachování schránek, jejich orientaci v rámci sedimentu a vzdálenosti jedinců vůči sobě na jedné vrstevní ploše. Práci v terénu částečně komplikovala probíhající aktivní těžba, pro kterou nejsou fosiliferní horizonty oblastí zájmu, a po dlouhá časová období tak není profil přístupný, případně je možný sběr jen na haldě. Materiál má navíc sníženou odolnost vůči přírodním podmínkám, obzvláště dešti. I přes ztížené terénní podmínky bylo nicméně nasbíráno přes 160 jedinců. Mimo vlastní sběry byl zpracován materiál uložený v depozitáři Národního muzea v Horních Počernicích. Celkem bylo prostudováno přes 350 jedinců z pecínovského členu, přičemž pro relevantní určení a zpracování bylo vybráno 297 jedinců.

Pevné schránky se na lokalitě nezachovávají, organismy jsou v sedimentu uchovány pouze jako vnější či vnitřní otisky. Tento styl zachování může komplikovat nejen určování, ale i měření (a následnou statistiku) z důvodu deformace vzorků. Vzorky byly před měřením odhaleny preparační jehlou a jemně očištěny. Lineární míry byly měřeny ručně pomocí digitálního posuvného měřítka Vorel TO-15240 na jednotky milimetrů s udávanou přesností  $\pm 0,02$  mm. Nicméně vzhledem k materiálu, jeho deformaci a neúplnosti je tato přesnost pouze teoretická, naměřené hodnoty proto byly zaokrouhleny na nejbližší celá čísla.

U schránek typického tvaru byly rozlišovány parametry A – výška, L – délka a C – hloubka (OBRÁZEK 2A,B), u některých rodů se individuálně využívalo dalších parametrů, například počet radiálních žebér (*Protocardia*). U čeledi Pinnidae jsou běžně rozlišovány parametry L – výška, H – šířka, W – hloubka a úhel A (OBRÁZEK 2C). Parametr hloubky C je měřitelný jen u minima vzorků (samostatných, uzavřených schránek) a je také značně ovlivněn deformací během diagenese. Parametr hloubky W nebyl na lokalitě měřitelný u žádného vzorku – většina zástupců čeledi je zachována v horizontální poloze na vrstevní ploše a výrazně deformována stlačením; ojedinělé nálezy v životní poloze bývají výrazně deformované, míry by tak byly nevyovídající.

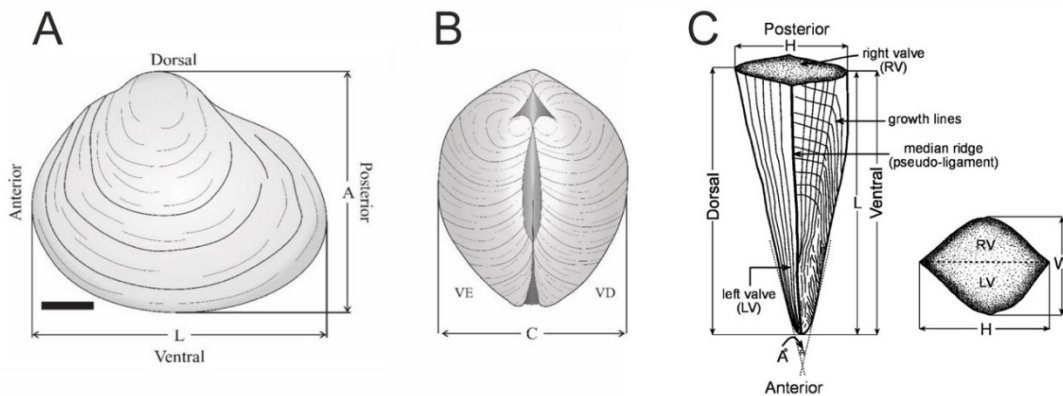
Všichni nasbíraní jedinci byli označeni inventárním číslem. V případě více jedinců na horninovém vzorku bylo přiřazeno písmeno – například LK-P 0019-a. U vzorků z Národního muzea bez oficiálního inventárního čísla se postupovalo stejně, jejich kód však začíná písmeny NM – například NM-P 0025-c. Ve výjimečných případech zaevidovaného vzorku bylo ponecháno oficiální inventární číslo, pouze přidána zkratka NM – například NM-O8289.

V rámci zařazení mlžů do systému byla využita kombinace několika zdrojů. Primárně byla použita *Nová taxonomie Bivalvia* (CARTER *et al.* 2011, BOUCHET *et al.* 2010), ze které byla přejata klasifikace do úrovně čeledí. Pro podrobnější zařazení do rodů posloužila kombinace on-line

databázi *The Paleobiology Database (PBDB)*, *World Register of Marine Species (WoRMS)* a *MolluscaBase*. Údaje převzaté z databází použité v této práci byly platné k 10.6.2020. Diagnóza rodů a jejich výskyt je primárně uváděn v souhlasu s COXEM *et al.* (1969), s výjimkou rodů, u kterých došlo k novějším revizím či rozšíření výskytu (například *Stegoconcha*, *Trigonia*).

Zkoumaný materiál podléhá dlouhodobé degradaci ze dvou důvodů. Prvním je zachování ve velmi jemném jílovitém sedimentu, který je velmi náchylný ke změnám vlhkosti a teploty okolního vzduchu. Při prvotním sběru bývá materiál navlhlý a tvárný, je tedy nutné respektovat náchylnost k manuálnímu poškození a deformaci. Čerstvý materiál musí být vysušen za kontrolovaných podmínek, a dále musí být udržován v prostředí s vyrovnanou teplotou a vlhkostí vzduchu. Druhý problém představuje degenerace materiálu vlivem rozkladu sulfidů. U zvláště ohrožených vzorků došlo ke konzervaci pomocí akrylátové pryskyřice (Paraloid B72) podle metodiky Národního muzea (SKLENÁŘ *et al.* 2015).

Všechny vzorky z vlastního sběru byly nasnímány fotoaparátem Canon EOS 600D, případně Canon EOS 5D Mark II s objektivem Tamron AF SP 90mm F/2.8 Di Macro 1:1 VC USD. Vybrané vzorky z depozitáře Národního muzea v Horních Počernicích byly zdokumentovány fotoaparátem Sony Alpha A7R III. Fotografie byly dále digitálně upraveny v grafickém editoru Corel PHOTO-PAINT 2020 a Corel DRAW 2020, z upravených fotografií bylo vytvořeno 5 obrázků použitých v textu a sestaveny 4 foto-tabule.



**OBRÁZEK 2:** Orientace běžné schránky mlže a způsob měření z pohledu (A) laterálního a (B) dorzálního (NETO *et al.* 2019); (C) orientace a způsob měření zástupců čeledi Pinnidae (BENGTSON *et al.* 2017).

## 2. Geologie české křídové pánve

Česká křídová pánev je rozsáhlý sedimentační prostor, který se rozprostírá od Drážďan, přes Děčín, severní Čechy a přes Polabí až k Blansku u Brna (OBRÁZEK 1). Vznikla v jednom sedimentačním cyklu v průběhu svrchní křídý (cenoman až santon) a jedná se o plošně o nejrozsáhlejší sedimentární pokryv v České republice. V jejím vývoji je možné sledovat vznik a postupné zahlubování pánve – od jezerních a fluvialních uloženin, přes brakické až k typickému mořskému vývoji (ČECH 2011).

Pánev se začala utvářet v průběhu křídý jako reakce na kompresi způsobenou alpsko-karpatskou orogenezí. Vnitrodeskové napětí v předpolí orogénu vedlo v českém masivu k reaktivaci hlavních zlomových systémů variského původu (ULIČNÝ & ŠPIČÁKOVÁ 1996). Podle ULIČNÉHO *et al.* (2009) hrála původní tektonika basementu českého masivu (zvláště zlomy tzv. labské a lužické zóny) velkou roli ve formování pánve v průběhu cenomanu. ULIČNÝ & ŠPIČÁKOVÁ (1996) se domnívají, že v počátcích vývoje se mohlo jednat o strike-slipovou pánev s největší mírou subsidence u severovýchodního okraje pánve, kde docházelo k pravostranným pohybům v okolí Lužického zlomu (OBRÁZEK 3A). Jihozápadní okraj pánve, kterým se zabývá i tato práce, byl v té době charakterizován hlavně nízkou mírou subsidence (maximálně 35 m/milion let), plochou morfologií dna (rampa) a relativně nízkým přínosem sedimentů (ULIČNÝ & ŠPIČÁKOVÁ 1996).

Ve svrchní křídě pánev tvořila mělký průliv mezi Sudetskými ostrovy a Středoevropským ostrovem (*Central European Island*, v překladech užíváno také Rýnsko-český ostrov) a propojovala tak severní mořské oblasti a Tethys (OBRÁZEK 3B). Okolní ostrovy byly zřejmě hlavním zdrojem materiálu pro siliciklastickou sedimentaci, která je pro českou křídovou pánev typická. Výrazně se tak liší od křídových sedimentů západní a SZ Evropy, kde převládá facie psací křídý (ČECH 2011).

Sedimenty české křídové pánve se na českém území běžně dělí na několik dílčích litostratigrafických jednotek (souvrství): perucko-korycanské, bělohorské, jizerské, teplické, březenské a merboltické souvrství. Jako samostatné jednotky jsou také někdy popisované rohatecké vrstvy (ČECH *et al.* 1980) a pecínovský člen (ULIČNÝ *et al.* 1997A).

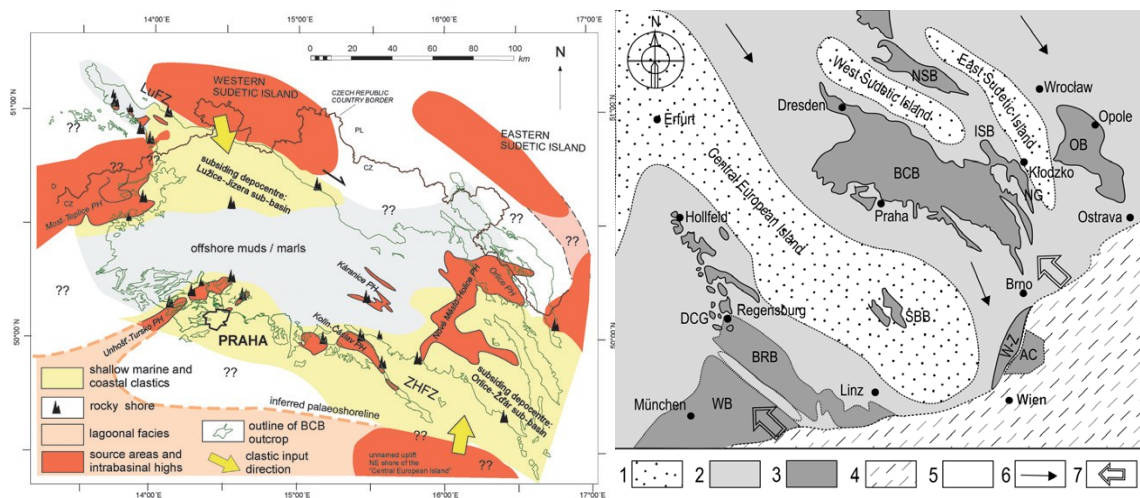
### Perucko-korycanské souvrství

Nejstarší výplň pánve tvoří fluvialní uloženiny, postupně přecházející do brakických a později mělkomořských facií. Tyto sedimenty jsou spodně cenomanského stáří a na českém území bývají označovány jako perucko-korycanské souvrství (ULIČNÝ & ŠPIČÁKOVÁ 1996).

Perucko-korycanské souvrství rozdělujeme na tři dílčí jednotky, na nichž jsme schopni sledovat postupný vývoj cenomanské transgrese. Perucké vrstvy představují nejstarší, fluvialní uloženiny. Na ně nasedají sedimenty korycanských vrstev, zaznamenávající průnik moře směrem do vnitrozemí – během sedimentace zde docházelo k postupnému míšení sladké a mořské vody, ke vzniku brakických

lagun a redepozici starších sedimentů. Nejmladší jednotkou perucko-korycanského souvrství je tzv. pecínovský člen, který již reprezentuje mělkomořské prostředí.

ULIČNÝ *et al.* (2009) definovali v průběhu cenomanu české křídové pánve celkem šest genetických sekvencí, nazvaných CEN 1-6 (OBRÁZEK 4) a popsali na nich postupný vývoj pánve v tomto období. První dvě sekvence (CEN 1&2) jsou charakterizovány fluviálními a nivními sedimenty, zatímco na ně navazující sekvence CEN 3 značí zdvih hladiny v oblasti projevující se rozvojem estuárií s dominancí dmutí. Ve vyšších sekvencích již pozorujeme postupné zahlabování pánve – od nástupu mělkomořských facií napříč pánví až do bodu maximální záplavy na bázi bělohorského souvrství (sp. turon).



OBRÁZEK 3: (A) Schématická mapa tektonické a paleogeografické situace v průběhu sedimentace ve svrchním cenomanu (zóna *Metoicoceras geslinianum*). Použité zkratky: paleovýšiny (PH), lužická poruchová zóna (LuFZ), železnohorské zlomové pásmo (ZHFZ) (ULIČNÝ *et al.* 2009). (B) Zjednodušená paleogeografická situace českého masivu v průběhu křídvy. 1 – paleovýšiny (vyvýšeniny podloží, které čněly nad hladinu jako ostrovy);

2 – epikontinentální moře; 3 – zachované pánve: česká křídová pánev (BCB), severosudetská pánev (NSB), vnitrosudetská pánev (IBS), Brázda Horní Nisy (NG), opolská pánev (OB), jihočeská pánev (SBB), danubská pánev (DCG), brannausko-regensburská pánev (BRB), wasserburská pánev (WB), waschbersko-žďánická zóna (W-Z), autochtonní křída známá z vrtných jader z podloží flyšového pásma Západních Karpat (AC); 4 – hlubokomořské pánve; 6 – chladné hlubokomořské proudy; 7 – teplé povrchové proudy (ČECH 2011).

### Bělohorské souvrství

Na perucko-korycanské vrstvy nasedá souvrství bělohorské, které je již stáří spodně turonského. Kromě samotné báze, kde jsou uloženy nepříliš mocné písčitojilovité sedimenty s glaukonitem, jsou pro souvrství typické hemipelagické slínovce, tzv. opuky (ČECH *et al.* 2005). Lokálně však docházelo i k ukládání biodetritických vápničitých pískovců či velmi hrubozrnných slepenců (ZELENKA 2003).

### Jizerské souvrství

Ve východní části pánve je jizerské souvrství charakterizováno cyklickými sedimenty mělkomořského původu, kde je jeden cyklus obvykle zastoupen slínovcem, slínovitým prachovcem a pískovcem. Pro centrální část pánve jsou typické slínovce,

lokálně s vložkami biomikritického vápence, v západních částí pánve pak vápnité jílovce (ČECH *et al.* 1980). Stáří souvrství je středně až svrchně turonské a během jeho ukládání s největší pravděpodobností došlo k dalšímu dílčímu prohloubení pánve (ZELENKA 2003).

### Teplické souvrství

Teplické souvrství sedimentovalo v průběhu svrchního turonu a coniacu. Bází souvrství definuje tzv. kopolitová vrstva, která je charakterizována vyšším obsahem glaukonitu, přítomností fosfatických nodulí, kopolitů, zubů, kostí, šupin, drtí schránek a klastickými zrny. Tato vrstva se nenachází v okrajových částí pánve s typickou pískovcovou sedimentací a lokálně není vyvinuta v některých centrálních částech pánve. Typickými sedimenty souvrství v západní až severozápadní částí pánve (Poohří) jsou hemipelagické karbonáty (vápence), které ve svrchní částí souvrství přechází do vápnných jílovců, slínovců a jílovitých vápenců (ČECH *et al.* 1980).

| CHRONO-STRATIGRAPHY<br>Ogg <i>et al.</i> (2004) | AMMONITE ZONES<br>NORTHERN EUROPE | RANGES OF IMPORTANT INOCERAMID TAXA, BOHEMIAN CRETACEOUS BASIN                                | GENETIC SEQUENCES (CEN 1-6, A-D) AND RANGE OF PALAEOVALLEY FILLS           |  |   |                          | LITHO-STRAT. |
|---|-----------------------------------|---|--|--|---|--------------------------|--------------|
| 93<br>Ma  | TURONIAN early (part)             | <i>W. coloradoense/ devonense</i>   | <i>M. mytiloides</i><br><i>M. kossmati</i>                                 | First occurrences (FO), important index fossil taxa          | RANGE OF PALAEOVALLEY FILLS<br><i>basal glauconite bed</i>  | BÍLÁ HORA Fm. (part)     |              |
| 94  | late                              | <i>Neocardioc. juddii</i><br><i>Metoicoceras geslinianum</i><br><i>Calycoceras guerangeri</i> | <i>M. hattini</i><br><i>I. pictus bohemicus</i><br><i>I. pictus pictus</i> | <i>FO P. plenus</i><br><i>FO M. geslinianum</i>              | hiatus, condensation & reworking  | CEN D                    |              |
| 95  | middle                            | <i>Ac. jukesbrownei</i><br><i>Acanthoceras rhotomagense</i>                                   | <i>I. pictus bannewitzensis</i><br><i>I. ("M.") atlanticus</i>             | <i>I. pict. bannewitz.</i><br><i>FO I. ("M.") atlanticus</i> | Western PDS – upper reaches<br>Central PDS and Western – lower reaches<br>Niederschöna PV (fluvial – ? lower Cen.)<br>Eastern Palaeodrainage System | CEN C<br>?<br>CEN B<br>? |              |
| 96  | early (part)                      | <i>Cunningt. inerme</i><br><i>Mantelliceras dixoni</i>  | <i>I. crippii</i> (group)  | <i>FO Complexiopollis</i><br>early Cen age likely            | early Cen. age proven   | CEN A                    |              |
| 97  |                                   |   |  |  |   | PERUC-KORYCANY FM.       |              |

OBRÁZEK 4: Schéma ukazující chronostratigrafickou pozici cenomanské výplně v české křídové pánvi, včetně korelace s indexovými zkamenělinami. Vývoj sedimentace je zde rozdělen do šesti genetických sekvencí, nazvaných CEN 1-6. Sekvence jsou blíže popsány v textu (ULIČNÝ *et al.* 2009).

### Rohatecké vrstvy

Na hranici teplického a nadložního březenského souvrství můžeme rozlišit facii rohateckých vrstev. Vrstvy jsou rozpoznatelně vyvinuty ve většině oblastí pánve s výjimkou severozápadního a severovýchodního okraje pánve. Jednotka je typická mělkomořskými jílovcí až slínovci s vložkami siliciklastik a občasnými vápnnými polohami. V západní částí pánve sedimentovaly glaukonitické prachovce až jílovce (ČECH *et al.* 1980).



### **Březenské souvrství**

Březenské souvrství se od předchozího teplického odlišuje převážně absencí vápenců. Ve většině pánve je charakterizováno mělkomořskými jílovci, slínovci a prachovci, které se mohou rytmicky střídat, u severovýchodního a východního okraje pánve se pak objevují flyšové pískovce (ČECH *et al.* 1980).

### **Merboltické souvrství**

Nejsvrchnější merboltické souvrství je na našem území zachováno jen jako nepříliš rozsáhlý denudační relikt. Na typové lokalitě poblíž obce Merboltice je reprezentován mělkomořskými středně zrnými pískovci. Merboltické souvrství je zřejmě stáří santonu (ČECH *et al.* 1980).

## **2.1. Lom Pecínov**

Typovou lokalitou pecínovského členu je velký odkryv (činný povrchový lom) na lokalitě Pecínov u Nového Strašecí, někdy označovaný také jako lom Rynholec, Hořkovec nebo Babín (OBRÁZKY 1, 5, 6). Lom se nachází cca 40 kilometrů od Prahy, geologicky na jihozápadním okraji české křídové pánve. V nižších polohách lomu je možné pozorovat uloženiny kladenského souvrství (karbonské stáří, westphal C + D), v jejich nadloží pak několik desítek metrů mocný profil perucko-korycanským a následně bělohorským souvrstvím české křídové pánve. Přestože hlavní poznání lokality proběhlo až díky moderní těžbě v posledních několika desítkách let (lom byl otevřen v roce 1962), nálezy z okolí Rynholce se objevují i ve starší literatuře; například FRIČ (1869, 1875) popisuje nálezy kmenů stromovitých kapradin, které dokonce přesně přiřazuje k peruckým vrstvám.

ULIČNÝ & ŠPIČÁKOVÁ (1996) zde v profilu peruckých a korycanských vrstev rozpoznali celkem pět jednotek, které definovali jako parasekvence *sensu* VAN WAGONER *et al.* (1988), přičemž termín parasekvence použili v souladu s POSAMENTIEREM & JAMESEM (1993), tj. pouze jako popisný termín bez formálního stratigrafického významu. Na těchto sekvencích je možné pozorovat postupné zvyšování hladiny – od mělké, divočící řeky (parasekvence 1) a řeky ovlivňované přílivo-odlivovým vlněním (parasekvence 2) zde sedimenty postupně přecházejí do mokřadu (parasekvence 3), tidální plošiny (parasekvence 4) a následně do delty/estuárie (parasekvence 5). Nejsvrchnější část perucko-korycanského souvrství zde pak zastupují tmavé, předbřežní jílovce tzv. pecínovského členu, značící další prohloubení pánve.

ULIČNÝ *et al.* (1997A) v samotném pecínovském členu definoval čtyři dílčí jednotky (původně popsané jako parasekvence *sensu* VAN WAGONER *et al.* (1990)), označené jako P1-P4, z nichž všechny jsou dále dělitelné na méně mocné, litologicky odlišné polohy (OBRÁZEK 5). Tyto polohy jsou v rámci pecínovského profilu označovány malými písmeny, vždy od nejnižší polohy směrem nahoru – například P1a, P2c, ... V nadložním bělohorském

souvrství dále rozpoznal jednotky BH1-BH4. Podrobný popis jednotek uvedli v pracích ULIČNÝ *et al.* (1997A) a KOŠŤÁK *et al.* (2018):

### **Jednotka P1**

Báze jednotky P1 je ostrá a litologicky výrazně odlišná od zbytku pecínovského členu. Bazální polohu P1a charakterizují špatně vytrříděné pískovce bez výrazných textur, místy s příměsí valounů, zbytků schránek nebo s jílovcovými intraklasty. Tato poloha je překryta šedými, prachovitými jílovcí s vysokou koncentrací makrofosilií. Nejsvrchnější poloha P1f je výrazně bioturbována vrtbami a doupaty (hlubokými až 30 cm) vyplněnými glaukonitickým sedimentem z nadložní vrstvy P2a.

ULIČNÝ *et al.* (1997A) popisují z jednotky P1 bohatou faunu – v rámci mlžích společenstev epifauní (*Pseudoptera*) a infauní filtrátory (*Cucullea*, *Modiolus*, *Liopistha*, *Protocardia*) i infauní detritofágy (*Nuculana*), dále například nehtonní (*Metoicoceras*, *Calycoceras*) i pelagické (*Placentoceras*, *Sciponoceras*) amonity. Společenstvo mlžů ve shodě s FÜRSCHEM (1993) interpretují jako běžné marinní nebo brachyhalinní, celé prostředí pak jako relativně mělké, předbřežní, s oxickýmými nebo jen mírně disoxickýmými podmínkami

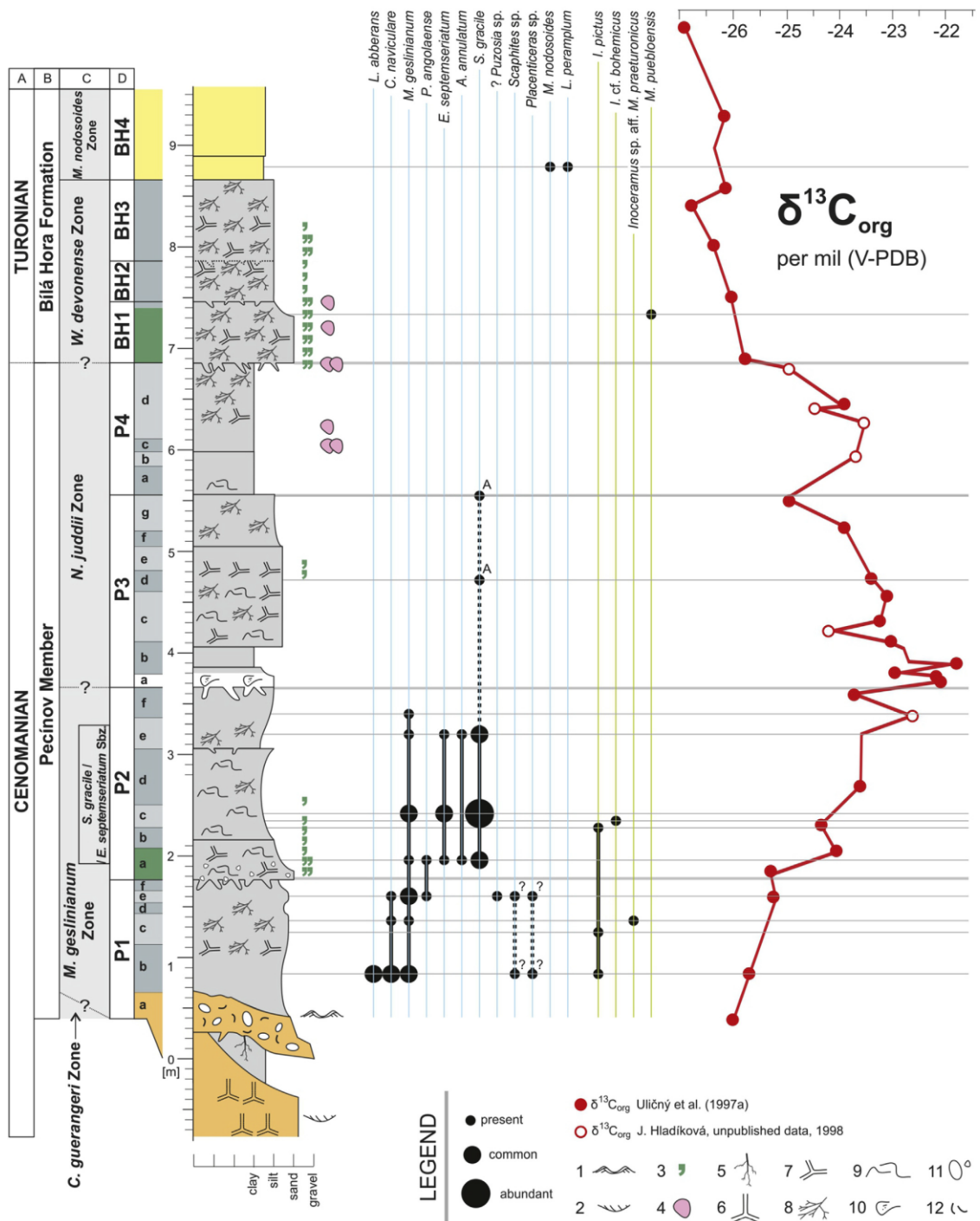
### **Jednotka P2**

Jednotka má opět ostrou bázi značící přerušení sedimentace. Bazální, pískovitě-prachovcovou polohu charakterizuje výrazná zelená barva, způsobená zvýšeným obsahem glaukonitu. Pro zbytek jednotky je typický tmavý jílovec s do nadloží zvyšujícím se obsahem písku. Zelené zbarvení, značící přítomnost glaukonitu, můžeme sledovat až do spodní části polohy P2d.

Jednotka P2 se vyznačuje výrazně menší diverzitou a výrazně menším výskytem infauních mlžů, což by ukazovalo na hlubokovodnější a potencionálně mírně disoxické podmínky. Nicméně, i omezená přítomnost mělce infauních mlžů a nektobentických amonitů (*Metoicoceras*, *Euomphaloceras*) dokazuje, že podmínky nebyly plně anaerobní (ULIČNÝ *et al.* 1997A).

### **Jednotka P3**

Bazální vrstva P3 v tmavém profilu výrazně vystupuje svou bělavou barvou (bílá barva vzniká druhotně, v čerstvém profilu se naopak projevuje jako nejtmaší, skoro černá). Hraniční přechod z předchozí jednotky je ostrý a výrazně bioturbovaný. Písčítá příměš, typická pro jednotku P2, zde téměř mizí. Podle ULIČNÉHO *et al.* (1997A) poloha indikuje snížení přínosu hrubších klastik a zpomalení rychlosti sedimentace. Směrem do nadloží jednotky se obsah písčité příměsi opět zvyšuje a dochází k ukládání písčitého prachovce.



OBRÁZEK 5: Podrobný profil dokumentující litografii, biostratigrafii a geochemii pecínovkého členu. Vysvětlivky: (1) čeřiny (2) šikmé zvrstvení (3) glauconit (4) fosfatické nodule (5) kořeny in-situ (6) Ophiomorpha (7) thalassinoid (8) Chondrites (9) Trichichnus (10) Phycosiphon (11) valouny (12) zbytky schráněk (A) aptychy (Košťák et al. 2018).

### Jednotka P4

Hranice mezi jednotkami je ostrá a velmi výrazná. Nejsvrchnější část jednotky P3 ve formě šedých, písčito-prachovitých jílovců se zvýšeným obsahem glaukonitu a výraznou bioturbací je překryta tmavě šedými až černými jílovcí.



OBRÁZEK 6: Pohled na jihovýchodní stěnu lomu s vyznačenými uloženinami pecínovského členu (foto: V. Kejla, 21.1.2020).

### Jednotka BH1

Bázi bělohorského souvrství tvoří poloha silně glaukonitických, jemnozrnných, křemenných pískovců překrývající nerovnoměrný, silně bioturbovaný povrch. Vrtby a doupata sahají místy až 40 cm pod kontaktní plochu.

V poloze se zachovávají klepeta desetinožců (*Decapoda*), zuby žraloků, schránky ústřic a zbytky ryb. Podle ULIČNĚHO *et al.* (1997A) návrat bentické fauny charakterizuje návrat oxických podmínek.

### Jednotka BH2

Kontakt jednotek BH1 a BH2 je relativně nevýrazný – projevuje se jako bioturbovaná erozní plocha se zvýšeným výskytem špatně zachovaných schránek ústřic. Litologicky na hranici nedochází téměř k žádné změně, pár centimetrů nad hranicí začíná docházet k postupnému zjemňování sedimentu. Celkově je jednotka definována šedými, vápnitými jílovcí až prachovci s příměsí písku a glaukonitu, kterého však směrem do nadloží ubývá.

### Jednotka BH3

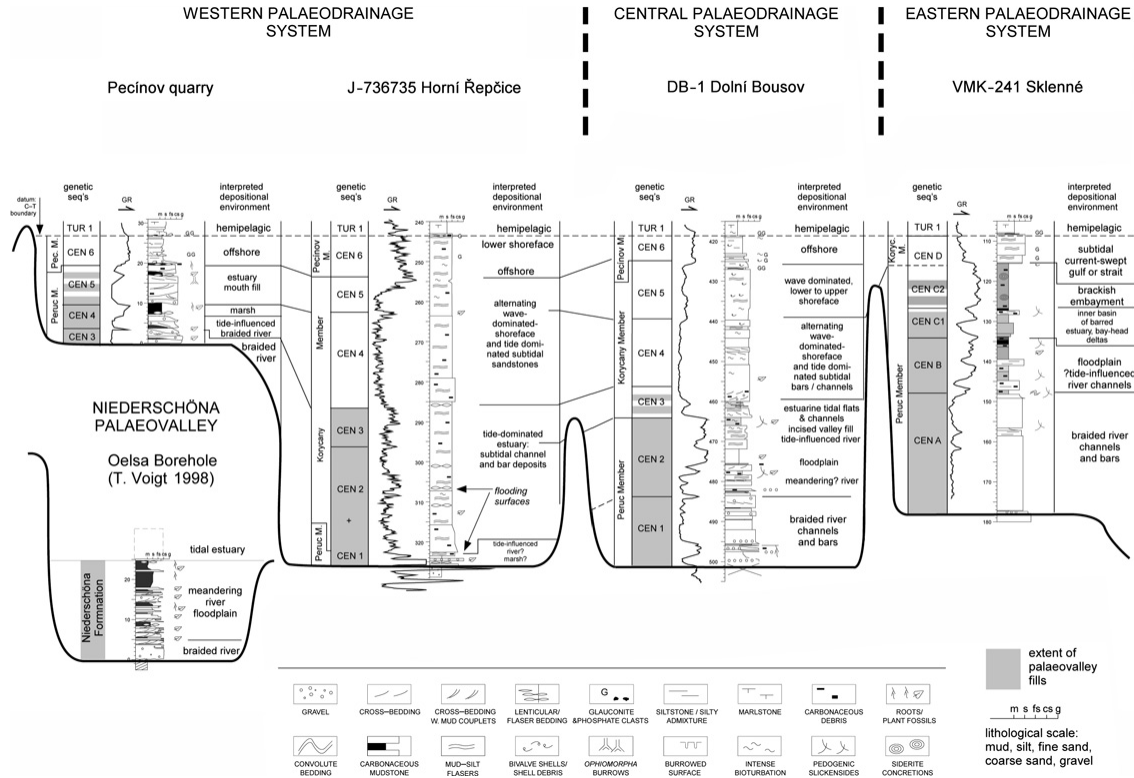
Jednotky BH2 a BH3 jsou odděleny tenkou (mm až 1 cm) vrstvičkou jemnozrnného křemenného a glaukonitického písku. Samotná jednotka je tvořena silně bioturbovanými šedými slínovci s obsahem rybích kostí a šupin, žraločích zubů, ústřic a ramenonožců.

### Jednotka BH4

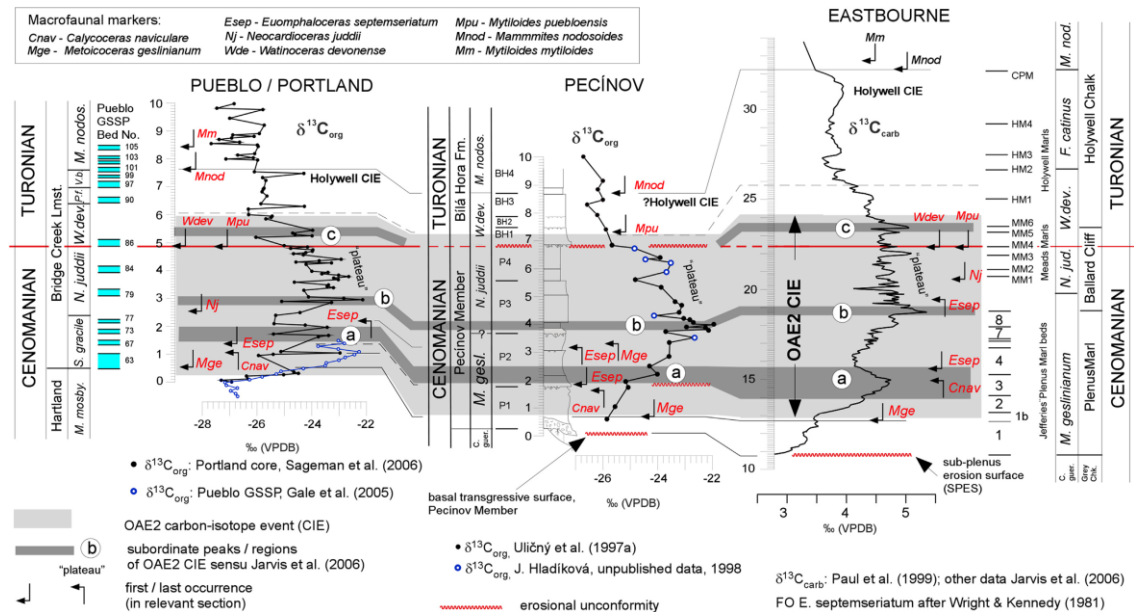
Tato jednotka představuje hlavní část bělohorského souvrství. Projevuje se jako sukcese rytmicky ukládaných slínovců a jílovitých vápenců. Samotná báze je silně bioturbovaná a relativně bohatá na fosilní nálezy (například amoniti, žraločí zuby, klepeta dekapodních korýšů).

V rámci pecínovského členu je možné sledovat pozvolný nástup anoxie na hranici cenoman/turon a reakci příslušných skupin organismů. Díky indexovým fosiliím (amoniti, inoceramidi) a dobře kalibrované geochemické křivce jsou možné globální korelace (OBRÁZKY 7, 8) této stratigrafické úrovně. Na hranici P2e/f, přibližně půl metru pod vrstvou

s maximálním pozitivním výkyvem (vrcholící anoxie)  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  (P3b) se sediment stává sterilním. S pomalu odeznívající anoxickou událostí je možné sledovat pozvolný návrat do normálního stavu, včetně nástupu pionýrské fauny (ústřice na bázi bělohorského souvrství – hranice BH1/2) až k plnohodnotnému obnovení mořského ekosystému.



OBRÁZEK 7: Profil z lomu Pecinov v korelaci s profily v jiné části pánve, včetně určení genetických sekvencí (ULIČNÝ et al. 2009).



OBRÁZEK 8: Srovnání a korelace profilů a izotopových křivek profilu Pecinov ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ) s profily Pueblo/Portland core, Colorado ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ) a Eastbourne, jihovýchodní Anglie ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) (KOŠŤÁK et al. 2018).

### 3. Anoxické události

Období křídý bylo dlouhou dobu považováno za klimaticky stabilní bez významných klimatických a paleoenvironmentálních změn. V posledních dekádách však byly rozpoznány významné globální krize mořských ekosystému, tzv. oceánské anoxické události (SCHLANGER & JENKYNS 1976; JENKYNS 1980). Během těchto událostí (eventů) došlo téměř globálně k uložení mořských sedimentů bohatých na organický uhlík. V izotopovém záznamu se nabohacení organickým uhlíkem projevuje významnou pozitivní odchylkou  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ , která v případě křídových anoxických událostí tvoří jeden z nejvýraznějších globálních korelačních markerů. Vzhledem k vysoké citlivosti marinních bezobratlých organismů a relativně dobrým fosilizačním podmínkám v průběhu narůstající anoxie je možné velmi detailně rekonstruovat reakce ekosystémů (SCHLANGER *et al.* 1987; JARVIS *et al.* 2006).

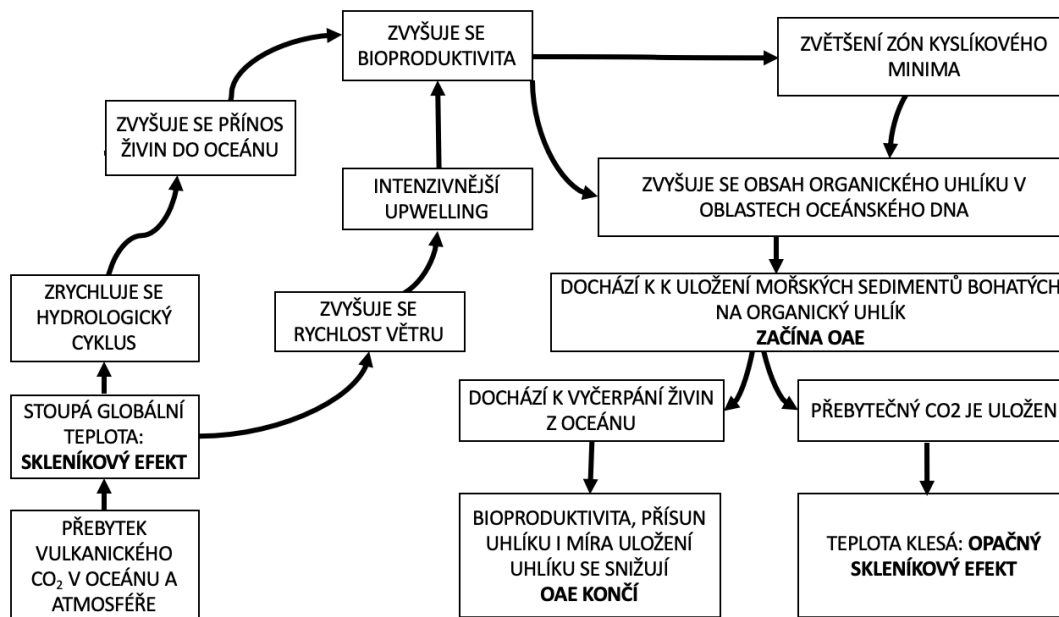
Mezi první popsané události patřily anoxické události v průběhu aptu/albu (později rozpoznáno jako samostatné události: OAE 1a (*Selli event*) ve spodním aptu a OAE 1b (*Paquier event*) ve spodním albu) a na hranici cenoman/turon (OAE 2, *C/T OAE*, *Bonarelli event*), ovšem v současné době rozpoznáváme v průběhu křídý až sedm podobných událostí. Mimo to jsou podobné události postupně rozpoznávány v průběhu paleozoika. Všechny tyto události jsou spojovány s výraznými globálními změnami v chemismu oceánu, vysokým obsahem  $\text{CO}_2$  v atmosféře a s obdobími teplotního maxima (JENKYNS 2010).

Přestože byla existence a průběh anoxických událostí od jejich prvního popsání intenzivně studována, určení řídicích mechanismů za takto rozsáhlými globálními změnami zůstává problematické. SCHLANGER & JENKYNS (1976) při popsání prvních anoxických událostí předložili jako hlavní spouštěcí mechanismy kombinaci dvou geologických a klimatických faktorů: (1) globální transgresi, způsobující výrazné zvětšení povrchu mělkých, epikontinentálních moří a s tím spojený nárůst v bioproduktivitě a tvorbě organického uhlíku, (2) mírné globální klima vedoucí ke snížení přísunu prokysličené studené vody hlubokomořskými proudy. Podle autorů tyto podmínky vedly k výraznému zvětšení zón kyslíkového minima (*Oxygen minimum zone*, *OMZ*), přičemž k ukládání typických sedimentů bohatých na organický uhlík docházelo v příhodných místech k depozici organické hmoty.

JENKYNS (1999) později publikoval klimatické modely (OBRÁZKY 9, 10) označující jako hlavní příčinu nárůst teploty způsobený náhlým přísunem vulkanického  $\text{CO}_2$  do atmosféry. Následné globální oteplování v souvislosti se zrychleným hydrogeologickým cyklem (výpar v oblasti oceánů, a naopak srážky v oblasti kontinentů způsobující zvýšenou míru zvětrávání) vyústilo v abnormální přínos živin do oceánů a s tím spojený nárůst bioproduktivity. Zvýšená aktivita organismů navýšila spotřebu kyslíku, a v některých částech oceánu se tak oblasti kyslíkového minima měnily na anoxické až euxinické (JENKYNS 2010). Model navázal na soudobé hypotézy, podle kterých byl obsah  $\text{CO}_2$  v atmosféře hlavní faktor ovlivňující křídové klima, nebere již však v úvahu žádnou roli globální změny hladiny oceánu – tím částečně popírá autorovy předchozí teorie o příčinách anoxických událostí.

Alternativní teorie pracují s možností narušení/změny globálních mořských proudů způsobených otvíráním jižního Atlantiku a vytvořením tzv. *Equatorial Atlantic Gateway* (EAG).

Tato teorie je velmi obtížně prokazatelná, nicméně existují modely, podle kterých by existence hlubokomořských proudů v oblasti EAG měla výrazný dopad na globální oceánskou cirkulaci. Novější studie však naznačují, že k prokazatelnému hlubokomořskému propojení nedošlo dříve než ve spodním kampánu (FORSTER *et al.* 2007). Objevují se také názory, že jediný známý mechanismus, který by mohl způsobit takto velké a rychlé změny globální hladiny oceánu, je glacioeustáze. Podle některých se i v průběhu obecně teplého období „greenhouse“ mohly vyskytovat velmi krátké epizody (<100 tisíc let) lokálního zalednění. Stejně jako předchozí teorie je však skutečná existence zalednění velmi obtížně prokazatelná – převážně nemožností získat relevantní data s dostatečnou časovou přesností (MILLER *et al.* 2003).

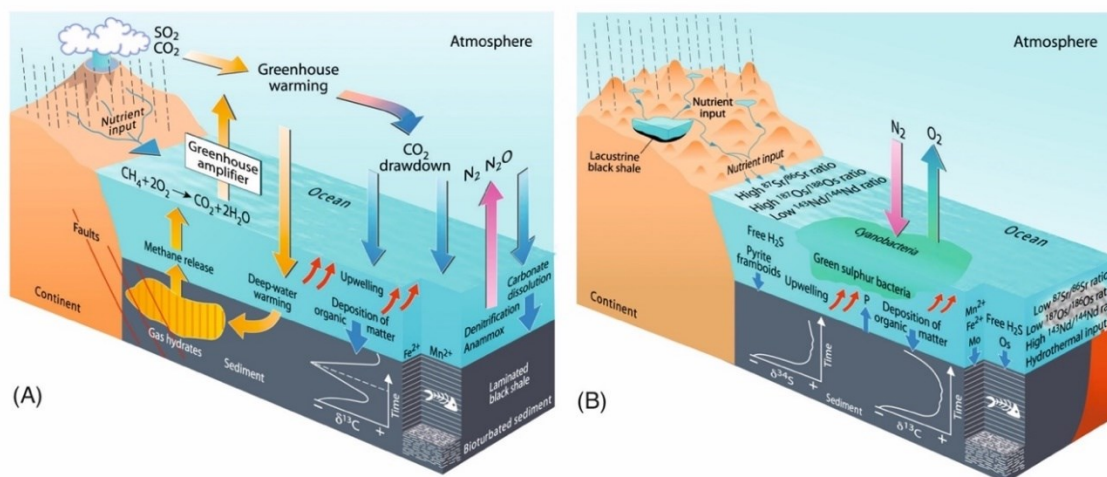


OBRÁZEK 9: Klimatický model (upraveno podle Jenkyns 1999) znázorňující příčiny a průběh anoxických událostí až po návrat do rovnovážného stavu.

Odhady doby trvání anoxických událostí se výrazně liší, mezi hlavními příčinami je však i nejasná definice jejich začátku a konce. JENKYNs (1999) předpokládá trvání většiny mesozoických anoxických událostí na stovky tisíc, maximálně však půl milionu let.

Vzhledem k tomu, že anoxické události jsou definovány na sedimentech s abnormálně vysokým obsahem organického uhlíku, je logické předpokládat, že se tato skutečnost projeví jako pozitivní výkyv v izotopovém záznamu  $\delta^{13}\text{C}$ . Samotné izotopové záznamy anoxických událostí jsou ovšem mnohem komplikovanější a v některých případech se vyznačují pozitivními i negativními výkyvy v průběhu profilu (JENKYNs 2010). Největší pozitivní výkyv v izotopovém záznamu  $\delta^{13}\text{C}$  značící vrchol anoxické události (v karbonátovém záznamu i v organice) je vysvětlován (a) selektivním začleňováním a preferováním lehčího izotopu  $^{12}\text{C}$  organismy spojenými se zvýšenou bioproduktivitou na hladině (b) nadměrným ukládáním organické hmoty v anoxických podmínkách panujících na dně (ULIČNÝ *et al.* 1997A).





OBRÁZEK 10: Model hlavních geochemických pochodů během vzniku a v průběhu anoxických událostí. (A) Vulkanismus (přísun  $\text{CO}_2$  do atmosféry) spustí proces globálního oteplování, zvýšená acidifikace oceánů zapříčiní intenzivní karbonátové rozpouštění; uvolnění metanu z plynných hydrátů (spuštěné oteplením spodních vod nebo syndimentární tektonikou) dále zintenzivňuje oteplování oceánů i atmosféry. Hydrologický cyklus se zrychluje a zvyšuje přísun živin do oceánu, zintenzivňuje se upwelling a bioproduktivita. V sedimentárním záznamu se ztrácí bioturbace, bentické organismy jsou z oblastí vytlačeny narůstajícími anoxickými podmínkami u dna. (B) Pokročilá fáze anoxické události. Ve velkých částech vodního sloupce dochází k síranové redukci (volný výskyt  $\text{H}_2\text{S}$ , euxinické podmínky), dochází k vysrážení pyritu. Na povrchu vodního sloupce prosperují cyanobakterie (díky přínosu fosforečnanů upwellingem ze sedimentů bohatých na organiku), v hlubších oblastech fotické zóny s volným  $\text{H}_2\text{S}$  jsou přítomny Chlorobi (zelené sírné bakterie). Zrychlený hydrologický cyklus a intenzivnější kontinentální zvětrávání stimuluje bioproduktivitu nejen v mořském prostředí, ale i v jezerním – typické černé sedimenty bohaté na organiku tak mohou pocházet i z lakustriního prostředí (JENKYNYS 2010).

### 3.1. C/T hranice (Druhá anoxická událost)

Nástup tzv. druhé křídové anoxické události (také OAE 2, C/T OAE, CTBE – *Cenomanian-Turonian boundary event*, *Bonarelli event*) na hranici cenomanu a turonu představuje jeden z největších výkyvů globální křivky  $\delta^{13}\text{C}$  v celém mesozoiku. Patří mezi první popsané anoxické události (SCHLANGER & JENKYNYS 1976) a je možné ji sledovat v litologických, paleontologických (formaminiferová zóna *Whiteinella archaeocretacea* a amonitové zóny *M. geslinianum* až *W. devonense*) i geochemických záznamech a její průběh a vliv na mořské ekosystémy patří mezi učebnicové příklady globálních klimatických změn.

Mořské sedimenty uložené v průběhu této anoxické události se obecně projevují jako tmavě šedé až černé, pyritické, laminované jílovité břidlice s vyšším obsahem organického uhlíku (od prvních procent až po více než 20%). Absence bioturbace v sedimentu je přičítána nepřítomnosti příslušných organismů z důvodu anoxických podmínek (SCHLANGER *et al.* 1987).

SCHLANGER *et al.* (1987) uvádějí, že horní hranice rozšířené zóny kyslíkového minima se v průběhu události mohla nacházet v rozsahu 100-200 metrů pod hladinou (odpovídá šelfu), přičemž spodní hranice byla pravděpodobně 1,5 až 2,5 km. Mezi nejvíce zasažené oblasti podle nich patřily mělké průlivy a zálivy, krátce předtím zaplavené cenomanskou transgresí.



Anoxické události jsou v geologické historii obecně spojovány s obdobími termálního maxima, přesné vztahy změn podnebí vůči událostem však není vždy možné určit. Přestože data potvrzují, že v průběhu druhé anoxické události teplota povzrostla (v oblastech střední zeměpisné šířky celkem až o ~6-7 °C (JENKYNs *et al.* 1994)) až po termální maximum na hranici cenoman/turon, detailnější výzkumy odhalily komplikovanější obraz – například VOIGT *et al.* (2004, 2006) zdokumentovali v průběhu události dvě dílčí ochlazení o přibližně 2-3 °C (nejvýraznější tzv. *Plenus Cold Event*, například GALE & CHRISTENSEN 1996, O'CONNOR *et al.* 2019), přičemž jedno se projevuje i lokální invazí boreální fauny. S tím jsou v souladu i data izotopu kyslíku z dobře zachovalých foraminifer – FORSTER *et al.* (2007) na nich zdokumentovali rychlé oteplení povrchových vod v tropické oblasti, následné ochlazení až o 4 °C a poté kontinuální oteplování až do turonu. Většina prací mapující tato dílčí ochlazení je ve shodě s ARTHUREM *et al.* (1988) a ochlazení vysvětlují jako tzv. negativní zpětnou reakci systému („*negative feedback*“) – předpokládají, že následkem zvýšeného ukládání organického uhlíku zároveň docházelo ke snižování obsahu atmosférického CO<sub>2</sub> a k inverznímu skleníkovému efektu.

Někteří autoři (například PARK & OGLESBY 1994) předpokládají, že v některých oblastech mohlo zároveň s událostí docházet k periodickým změnám salinity, pravděpodobně vlivem tropických monzunů. Hyposalinní povrchové vody měly převládat v obdobích zrychleného hydrologického cyklu a zvýšeného přísunu sladké vody z kontinentů, zatímco vody normální salinity převládaly během aridnějších období. Dokázání změny salinity je však komplikovanější, neboť izotopový záznam  $\delta^{18}\text{O}$  je často ovlivněný diagenetickými alteracemi – k prokázání hyposalinního prostředí je tedy nutné brát v úvahu geochemická, sedimentární i paleontologická data (FÜRSICH 1993). KELLER *et al.* (2004) dokazují změnu salinity mimo jiné na planktonické foraminifere *Hedbergella planispira*, u které korelují negativní izotopové peaky, značící údajnou sníženou salinitu s její zvýšenou přítomností.

UCHMAN *et al.* (2008) na základě občasných výskytů různých druhů ichnofosilií v profilu OAE 2 v Polských Karpatech vyhodnotili, že v průběhu anoxické události mohlo docházet i k občasným fázím disoxie – je však také možné, že tyto fáze byly podmíněny vlivem gravitačních proudů, které na krátkou dobu přinesly okysličenou vodu z menších hloubek.

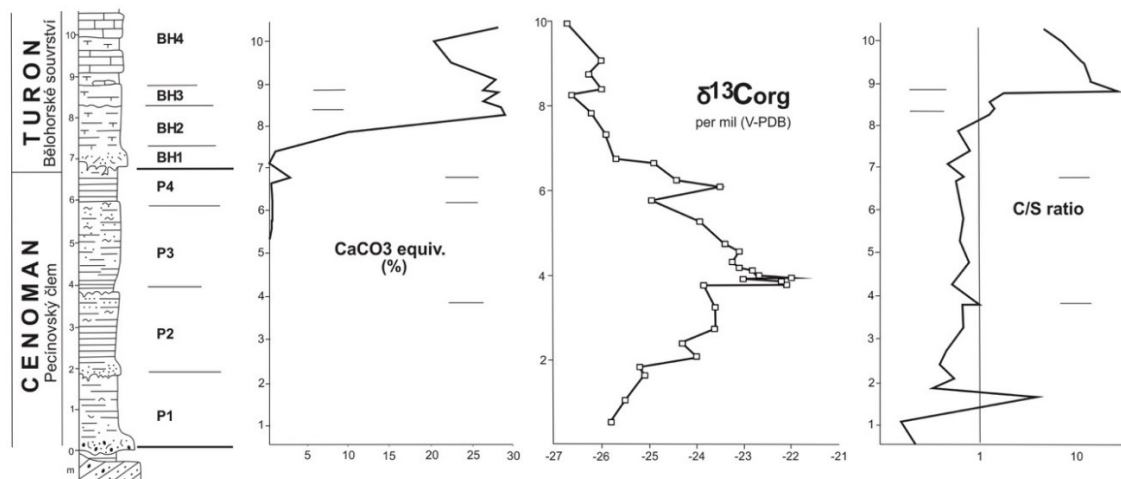
### **3.2. Hraniční interval cenoman/turon v české křídové pánvi**

Období mesozoika, a zvláště pak svrchní křída patří mezi nejteplejší v celé geologické historii Země. Jedná se o období tzv. „*greenhouse*“ (někdy také „*supergreenhouse*“), kdy předpokládáme úplnou absenci kontinentálního zalednění (přestože se v poslední době objevují nové poznatky naznačující v průběhu křída existenci krátkých chladných období, kdy mohlo docházet k lokálnímu zalednění, například MILLER *et al.* 1999, STOLL & SCHRAG

2000). Česká křídlová pánev se v té době navíc nacházela jižněji, než je současná geografická pozice České republiky (35-40° SŠ, JANETSCHKE & WILMSEN 2014).

Floru typickou pro teplé až subtropické podnebí v křídlových uloženinách běžně nacházíme i ve vyšších zeměpisných šířkách, tropický podnebný pás byl v té době zřejmě výrazně širší než v současnosti (SCHLANGER & JENKYN 1976). ULIČNÝ *et al.* (1997B) na základě paleobotanického materiálu z perucko-korycanských vrstev (před nástupem anoxické události) na lokalitě Pecínov předpokládají suché až semiaridní klima s rozpoznatelnou sezónností, kterou dokládají přítomností opadavých stromů (například *Platanus*, *Myrica zenkeri* a *Nilsonia*) a zmiňují nepublikovaný nález s dobře zachovanými letokruhy (u kterého je samozřejmě na místě otázka transportu). CLAMP analýza ukazuje na subtropické, semihumidní klima s průměrnou roční teplotou 17-20 °C a průměrnými ročními srážkami 1400 mm (TU *et al.* 2002, HERMAN *et al.* 2002).

Nástup OAE 2 (počátek hraničního intervalu C/T) v české křídlové pánvi značí výrazná faciální změna mezi korycanskými vrstvami a pecínovským členem (báze zóny *M. geslinianum*). Tato změna je podrobně popsána v předchozí části této práce (2.1 Lom Pecínov). Izotopový záznam  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  (OBRÁZEK 11) vykazuje abnormální průběh v celém profilu pecínovského členu. Izotopová anomálie se začíná projevovat mírným nárůstem hned nad bází členu a koreluje se zdvihem hladiny v nižší části zóny *M. geslinianum*. V průběhu jednotky P2 dochází k prudšímu nárůstu, a následně dosažení maximální hodnoty -21,8‰ na bázi jednotky P3. Báze bělohorského souvrství je charakterizována výrazným poklesem hodnot  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ , po němž následuje již pomalý návrat do normálních hodnot, které se v průběhu turonu projevují mezi -27 a -26‰ (ULIČNÝ *et al.* 1997A).



OBRÁZEK 11: Karbonátová křivka, křivka  $\delta^{13}\text{C}$  a křivka poměru C/S v profilu hraničního intervalu cenoman–turon na Pecínově. Nízké hodnoty poměru C/S dokládají, že k uložení většiny pecínovského členu (P2–BH2) došlo v disoxických až kompletně anoxických podmínkách (upraveno podle ULIČNÉHO *et al.* 1997A).

Podle litologického, paleontologického i geochemického zhodnocení pecínovského členu panuje shoda, že profil dokumentuje přechod z normálního stavu (s oxickými nebo jen velmi mírně disoxickými podmínkami) během ukládání jednotky P1, přes prohlubování

pánve a nastupující disoxii u jednotky P2. Jednotky P3 a P4 jsou poté (až na velmi špatně zachovalé výjimky, například aptychy rodu *Sciponoceras*) sterilní. Tato část profilu je obecně interpretována jako vrchol anoxické události. Korelace prohlubování pánve a nastupující anoxie mohou vyvolat zdání vzájemné kauzality, vrchol anoxie však v profilu neznačí plochu maximální záplavy – zdvih hladiny pokračuje výše až do bělohorského souvrství. ULIČNÝ *et al.* (1997A) v souladu s JENKYNSEM *et al.* (1994) tuto skutečnost interpretovali tak, že nástup anoxie nemusel přímo souviset s absolutním zdvihem hladiny moře, ale spíše s rozlohou nově zaplaveného území.

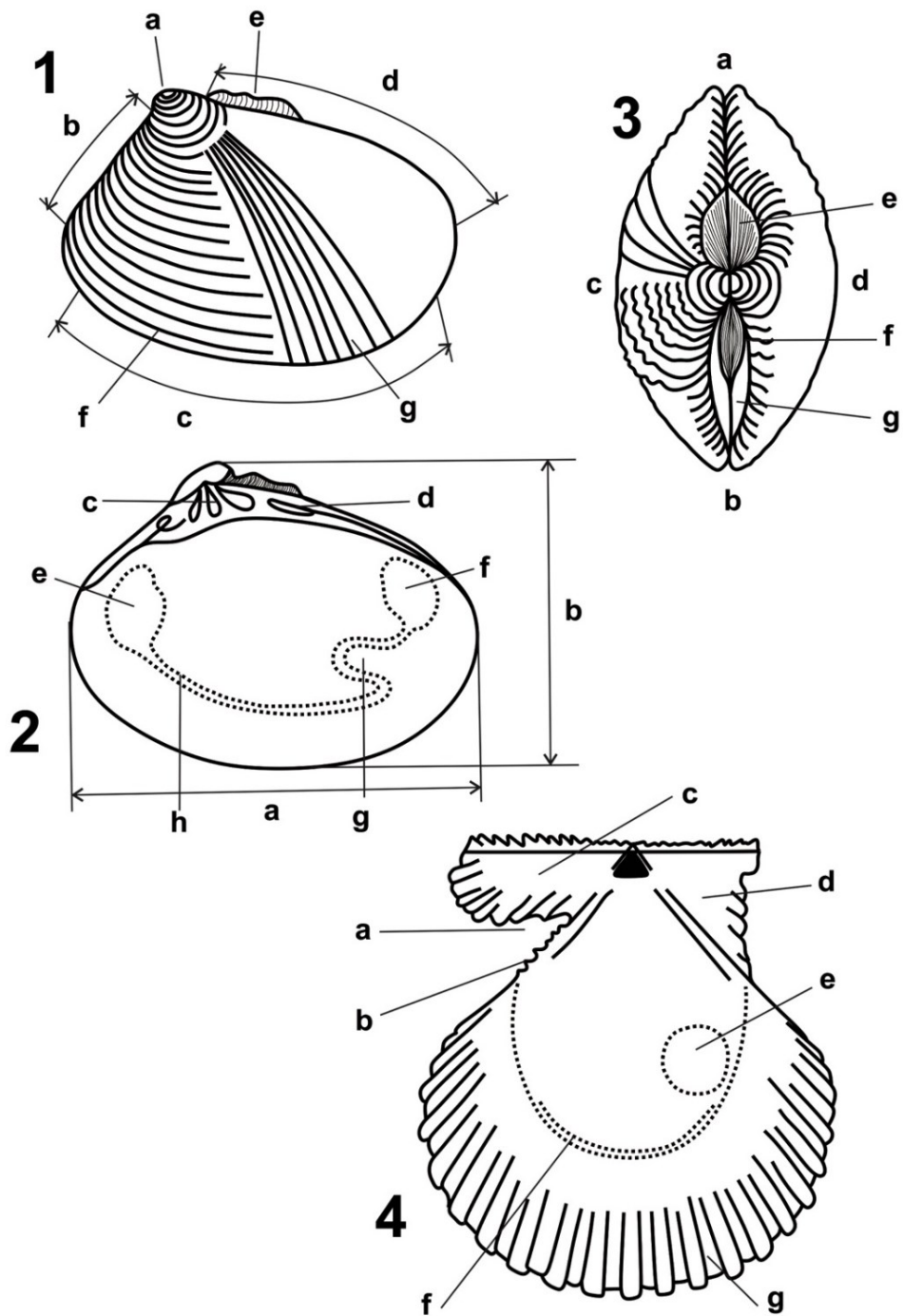
## 4. Mlži (Bivalvia)

Mlži jsou bilaterálně souměrní, výhradně vodní měkkýši. Hlava je redukována, jedinec neneso oči, radulu ani čelist. Jejich tělo je chráněno pláštěm a pevnou schránkou, tvořenou dvěma miskami (OBRÁZEK 12). U většiny zástupců se rovina souměrnosti nachází mezi miskami, v některých případech však byla tato symetrie ztracena, většinou jako důsledek cementace jedné misky k podkladu. Misky jsou v oblasti vrcholu spojeny pružným vazem (ligament) a zámkem (pár nebo více párů zubů a jamek tvořících zámkovou linii). Během života jednotlivce jsou misky drženy pohromadě soustavou svalů (adduktory), které přirůstají ke stěně misek v přední a zadní části a zanechávají za sebou výrazné vtisky. K hrabání nebo občasnému laterálnímu pohybu využívají svalnatou nohu (Cox 1969).

Mlži jsou prakticky výhradně vodní živočichové. Žádný jedinec není schopný dýchat nebo přijímat potravu mimo vodní prostředí. Doba, po kterou mohou v takovém přežít, je přímo závislá na jejich schopnosti hermeticky uzavřít schránku a redukovat tak vysychání (Cox 1969).

Mlži v průběhu své evoluční historie obsadili mořské, brakické i sladkovodní prostředí. Jedná se převážně o mikrofágy (tzv. živočichy živící se filtrováním mikroskopických částic z vody), někteří vybírají potravu ze sedimentu (substrátu) nebo loví kořist. Způsob získávání potravy silně předurčuje jejich styl života. Mlži filtrující živiny ze suspenze mohou být pevně přichyceni k podkladu (pomocí byssových vláken nebo cementací jedné ze schránek), aby mohli efektivněji využívat vodní proudy přinášející živiny s minimální energetickou náročností (KAUFFMAN 1969). Mlži jsou důležitou složkou bentické epifauny, případně infauny. Někteří jsou schopni pomocí svalnaté nohy vykonávat pohyb, nejčastěji však směrem do sedimentu, nikoli laterálně. Někteří zástupci z čeledi hřebenatkovitých (Pectinidae) jsou pomocí rychlého klapání misek schopni plavat na krátké vzdálenosti, patří tím však mezi neaktivnější mlže. Žádný žijící zástupce není (s výjimkou larválního stádia) pelagický (Cox 1969).

Výskyt mlžů je poprvé spolehlivě doložen ve spodním kambriu (například rody *Pojetaia* a *Fordilla*), většího rozšíření však skupina dosahuje od svrchního ordoviku. V průběhu devonu se mlži stávají hojnými a diverzifikovanými, sladkovodní společenstva jsou zde již plně vyvinuta. V průběhu triasu došlo k úspěšnému vytlačení konkurenčních ramenonožců a od jury se mlži stávají dominantní skupinou bentických filtrátorů. V juře se objevují specializace později stratigraficky důležité v křídě – například rudisti a inoceramidi (COX 1969). V průběhu mesozoika se v reakci na zvýšený predační tlak objevuje významná skupina tlustostěnných, hluboce infaunálních zástupců (BRENCHLEY & HARPER 1998). Některé dodnes přežívající čeledi a rody je možné spolehlivě nalézt i ve fosilním záznamu, často však s četnými tvarovými i funkčními modifikacemi a konvergenčními (COX 1969).



OBRÁZEK 12: Morfologické znaky mlžů: 1. Levá miska: a - vrchol, b - přední okraj, c - spodní okraj, d - zadní okraj, e - vaz (ligament), f - přírůstkové linie nebo koncentrická žebra, g - radiální žebra, žebírka, linie. 2. Pravá miska (vnitřní pohled): a - délka, b - výška, c - hlavní (kardinální) zuby, d - postranní zuby, e - přední svalový vtisk, f - zadní svalový vtisk, g - plášťový záhyb (sinus), h - plášťová (paliální) linie. 3. Vrcholová část schránky: a - přední konec, b - zadní konec, c - levá miska, d - pravá miska, e - štítek, f - vaz (ligament), g - štít. 4. Pravá miska hřebenatky *Chlamys* (vnitřní pohled): a - byssální zářez, b - hřebínek, c - přední ouško, d - zadní ouško, e - svalový vtisk, f - plášťová (paliální) linie, g - zoubkovaný okraj misky (upraveno podle PFLEGERA & PRADÁČE 1981)

## 4.1. Funkční morfologie

Při rekonstrukci způsobu života jednotlivých skupin křídlových mlžů je možné vycházet jak ze srovnávacího studia recentních mlžů, tak i z funkční morfologie. V průběhu evoluce mlžů je možné pozorovat podobné morfologické variace napříč systematickým zařazením. Při jejich studiu je obecně přijímáno, že strukturní homomorfie poskytuje dostatečné informace ke srovnání a interpretaci zástupců, nehledě na jejich stáří a fylogenetické postavení. Vnitřní stavba měkkých částí má také menší či větší odraz ve vnější morfologii schránky. Důkladné studium mlžích společenstev ve fosilním záznamu tak umožňuje velmi přesné paleoekologické rekonstrukce. KAUFFMAN (1969) na základě morfologie a způsobu života mlže rozděluje do několika hlavních skupin:

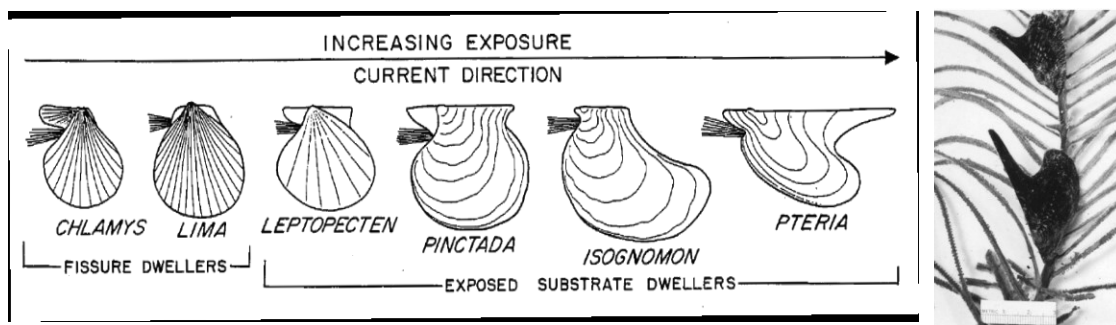
### Epifauní mlži

#### a) Volně zavěšené byssové formy (byssate free-swinging bivalves)

Zástupci skupiny jsou charakterizováni hydrodynamicky zaobleným tvarem. Schránka je středně až silně skloněná směrem dopředu. Lastury jsou šikmě oválné až půlkruhové. Vrchol je redukován, ouška bývají výrazně vyvinuta. Misky jsou ekvivalvní nebo mírně pleurotherické. Většina zástupců má tenké, hladké, mírně vypouklé schránky, nicméně ve fosilním záznamu nacházíme i žebrované formy. Schránka je ideálně uzpůsobena k životu ve vysokoenergetickém prostředí, kde neklade téměř žádný odpor vůči proudění, a díky svému tvaru s maximální konvexitou u předního okraje se chová jako primitivní křídlo (OBRÁZEK 13A, KAUFFMAN 1969).

Obecně jsou zástupci skupiny charakterizováni jako obyvatelé mělkého, sublitorálního prostředí, téměř bez výjimek omezení na kontinentální šelf. Podle KAUFFMANA (1969) bývají zástupci relativně dlouhými, nekalcifikovanými byssovými vlákny přichyceni horizontálně k pevnějším vyvýšeninám – například k mořské trávě, řasám, rohovítkám (nebo jiným korálům) nebo k potopeným vrakům (OBRÁZEK 14). V mělkém prostředí, preferovaném většinou zástupců, jsou běžně vystavováni vlnění a proudům. Nicméně podle STANLEYHO (2015) žádný mlž v moderních oceánech popisovaným stylem života nežije – všichni jsou přichyceni pevně na velmi krátkém byssu. Popisovaný styl života je podle něj fyzikálně nemožný – vzhledem k tomu, že všichni mlži mají výrazně větší hustotu než okolní voda, by jedinec na delším, flexibilním byssu mohl být zavěšený pouze vertikálně.

Z recentních mlžů KAUFFMAN (1969) do skupiny řadí například rody *Pteria*, *Pinctada* nebo některé zástupce z čeledi Pectinidae, z fosilních pak vybrané zástupce čeledi Inoceramidae. Podle STANLEYHO (2015) jsou však zástupci Pectinidae s danou morfologií spíše přisedlí, zatímco *Pteria* žije „hlavou dolů“ přichycena k některým korálům (OBRÁZEK 13B) a náleží tak spíše do následující skupiny pevně přichycených forem.



OBRÁZEK 13: (A) Morfologie schránek volně přichycených byssových forem mlžů vůči proudění podle KAUFFMANA (1969). (B) Normální životní pozice mlže *Pteria colymbus* (RÖDING 1798) podle STANLEYHO (1970).

**b) Pevně přichycené byssové formy v exponovaném prostředí (*byssate, closely attached, exposed forms*)**

Zástupci jsou relativně nepohyblivě přichyceni k tvrdému povrchu pomocí krátkých byssových vláken. V rámci skupiny je možné rozlišit dva typy přichycení – u zástupců s ekvivalními nebo jen mírně rozdílnými schránkami (například *Modiolus, Mytilus*) dochází k přichycení k substrátu tak, že rovina komisury je téměř kolmá, u forem s nestejnými schránkami (například *Anomia, Pinctada*) je rovina paralelní k substrátu. Zástupci obou podskupin žijí samostatným i koloniálním způsobem života.

Misky prvního typu jsou obvykle tenké, ekvilaterální, či jen mírně asymetrické, mírně protáhlé podle předozadní osy a středně až velmi vypouklé. Vrchol je skloněný a mírně stočený, běžně nepřesahující zámkovou linii. Ouška, pokud vyvinuta, bývají špatně definovaná. Skulptura hladká nebo s koncentrickými rýhami, ale vyskytují se i zástupci s výrazným žebrováním (*Brachidontes*). Tvar schránky je hydrodynamicky efektivní při proudění v předozadním směru a je předpokládáno, že je to pro jednotlivce preferovaná poloha (KAUFFMAN 1969). Schránky druhého typu bývají středně silné, zvrásněné a obvykle oblé až oválné. Jedinci jsou k tvrdému substrátu přichyceni krátkým, ale silným, běžně zvápenatělým bysemem, který prochází okrouhlým otvorem v lastuře paralelně přichycené k substrátu. Spodní (většinou pravá) miska je plochá a celkově menší než nepravidelná, nafouknutá miska horní. Často také tvarově přesně kopíruje strukturu povrchu, ke kterému je přisedlá (DE BRUYNE 2004).

Typickým prostředím jsou pro oba morfotypy deprese a pukliny ve skalnatém nebo kamenitém dně v oblasti intertidálu nebo ve velmi mělkém litorálu. Zástupci jsou specificky přizpůsobeni vysokoenergetickému, neklidnému prostředí – silné vlnění a proudění, periodické vyořování, vysoká turbidita, a epizody rychlé eroze či sedimentace jsou běžné v jejich preferovaném prostředí (KAUFFMAN 1969).

Mezi recentní zástupce patří například sladkovodní i mořští mlži čeledí slávkovitých a slávičkovitých, mezi fosilní pak například *Mytiloides* (Inoceramidae).

**c) Přisedle žijící byssové formy (*byssate nestlers*)**

Dominují žebrované, středně silné až silné schránky, často s příčnými žebry. Misky mívají oválný až trapézovitý tvar, jsou mírně protáhlé podle předozadní osy a středně až velmi nafouklé. Vrchol je obvykle výrazný, mírně nafouklý a skloněný. Zámková linie je prodloužená, rovná a obvykle po obou stranách přechází do výrazných oušek.

Schránka je strukturně dobře adaptována pro zakotvení jedince v malých prostorech, puklinách a depresích. Je upevněna proti vyvrácení silným proudem i proti útokům predátorů. Silný byssochyt prochází mid-ventrálně do deprese a jedinec se po této struktuře může vertikálně pohybovat (KAUFFMAN 1969).

Zástupce je možné nalézt v příbřežních, mělkomořských prostředích (obvykle do hloubky ~30 metrů), kde preferují drobné deprese v pevném substrátu. V útesových oblastech je možné je nalézt v drobných mezerách mezi korály. Běžně je také možné je nalézt v kořenech marinních rostlin, přichycené na chráněné straně vegetace nebo korálů nebo v prohlubních ve vápencích. Některé druhy preferují tmavé prostory na spodní straně kamenů nebo rostoucích korálů – to je však interpretováno jako sekundární obsazování více chráněného prostředí, než na jaké jsou primárně adaptovány (KAUFFMAN 1969).

Typickými zástupci jsou recentní i fosilní mlži z čeledi návkovitých (*Arca*, *Barbatia*) nebo vyhynulý *Nemodon*.

#### **d) V puklinách žijící byssové formy (*byssoate fissure dwellers*)**

Skupina zahrnuje převážně stínomilné až temnomilné druhy ve dvou morfologických modifikacích, přičemž druhá z nich se prostředí pravděpodobně přizpůsobila až sekundárně a bez výrazných vnějších změn. Typickým prostředím jsou spodní strany kamenů, pukliny a zářezy, jeskyně, kořenové systémy rostlin – nebo podobné prostory s dobrou vodní cirkulací, slabým světlem a velmi dobrou ochranou před vlněním a silnými proudy. Všichni zástupci žijí přichyceni pomocí byssových vláken, po kterých se jedinec může pohybovat (KAUFFMAN 1969).

Misky jsou tenkostěnné až pevné, převážně oválně okrouhlé, většinou žebrované. Ouška bývají vyvinuta, ne vždy však výrazně (DE BRUYNE 2004). Schránka není na první pohled adaptována na život ve vysokoenergetickém prostředí, její tvar by ji v případě vystavení proudu činil hydrodynamicky nestabilní. Vybraní zástupci jsou však schopni aktivního plavání pomocí rychlého zaklapávání misek – mezi nejlepší plavce patří ploché, symetrické formy, což vede k domněnkám, že tvar schránky je primárně přizpůsoben schopnosti plavat, nikoliv preferovanému habitatu. U některých zástupců se vyvinuly sekundární smyslové orgány – oči nebo drobná chapadla na okraji pláště. I pro tuto adaptaci je nejefektivnější diskovitý tvar schránky – díky němu je možné dosáhnout zorného pole až 350° (KAUFFMAN 1969).

Mezi typické zástupce počítáme některé formy rodů *Chlamys*, *Lima* nebo *Isognomon*. Sekundárními zástupci jsou formy jindy preferující drobné deprese



(předchozí kategorie) – zvláště ve velmi mělkých vodách využívají zvýšené ochrany, kterou toto prostředí nabízí před silnými proudy a predátory. Jedná se například o některé návky (*Arca*) nebo ústřice.

#### **e) Formy cementované k podkladu (*cemented forms*)**

Skupina zahrnuje množství nepříbuzných forem, které tráví část nebo celý životní cyklus pevně přichycením, a to pomocí cementace jedné z misek k pevnému podkladu. Díky tomu je schránka pevně ukotvena na preferovaném místě a v ideální orientaci a nemůže dojít k jejímu vyvrácení a poškození.

Přestože jsou popsáni zástupci z větších hloubek, valná většina je koncentrována v sublitorální zóně a nejvyšší diverzity dosahují v hloubce nepřesahující ~30 metrů. Většina preferuje otevřená stanoviště s občasné silným vlněním a proudy, dobrým světlem a dostatečným přísunem živin (KAUFFMAN 1969). Někteří zástupci (ústřice) preferují extrémnější prostředí, například zálivy nebo estuárie s proměnlivou teplotou a salinitou, avšak s menším výskytem predátorů (STANLEY 2015).

Díky jejich schopnosti přizpůsobovat se typu i tvaru substrátu a jejich obecnému okolí (v případě kolonií svým sousedům), mají schránky zástupců této skupiny velkou variabilitu ve tvaru, struktuře, ornamentaci i způsobu růstu. Obecně jde však říci, že misky jsou velmi pevné a vůči sobě více či méně nestejně – typicky pleurothetické. Noha a byssové vlákno bývají redukované (DE BRUYNE 2004).

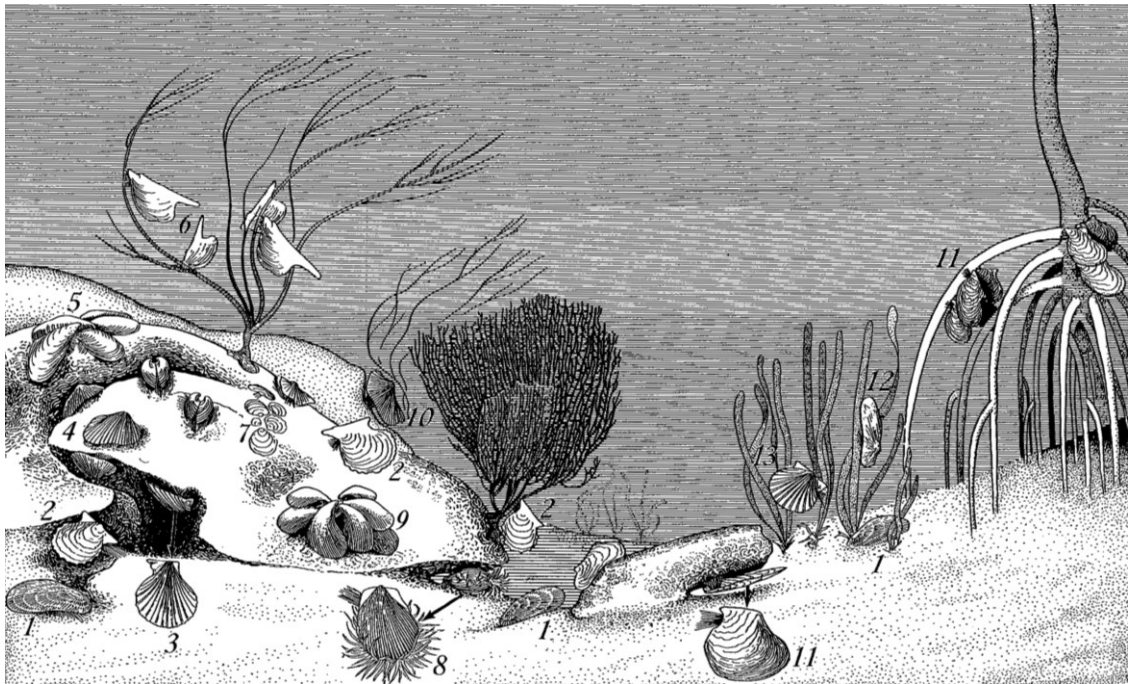
Mezi typické zástupce patří recentní i fosilní ústřice (například *Ostrea*, *Crassostrea*, *Pycnodonte*, *Gryphaea*), ostnovka (*Spondylus*) nebo prejzovka (*Plicatula*). Ve fosilním záznamu patří mezi důležité zástupce křídoví rudisti.

#### **f) Volně žijící plavoucí i neplavoucí formy (*free living epifauna*)**

Volně žijící formy představují mlže, kteří běžně žijí na povrchu substrátu bez přichycení byssovými vlákny nebo cementace (s výjimkou některých larválních stádií). Misky jsou obvykle pevné a silné, kulaté, ekvivalvní nebo pleurothetické. Zámková linie je relativně krátká, ouška bývají malá nebo chybí úplně. Někteří zástupci mají na okraji pláště sekundárně vyvinuté oči nebo další senzory. Zástupci mohou být schopni krátkého pohybu: mělkého hrabání, postupného „převalování“ po dně, případně i aktivního plavání pomocí rychlého zavírání a otevírání misek (KAUFFMAN 1969).

Mezi zástupce patří například mandlovka (*Glycymeris*) nebo *Gemma*, jejichž typickým habitatem je mělkomořské prostředí. Podle adaptivní morfologie se dá nicméně předpokládat, že tito zástupci byli primárně uzpůsobeni mělkému infaunímu životu – a životu na povrchu substrátu se adaptovali až sekundárně. Naopak například hřebenatkovití (*Pectinidae*) jsou tomuto konkrétnímu stylu života dobře uzpůsobeni. Můžeme je nalézt napříč prostředím – od mělkomořského, dokonce intertidálního až po abyssální hloubky. Jejich schránka má tenčí, diskovitý

tvář, ideálně uzpůsobený plavání, které provádějí rychlým klapáním misek a vytěšňováním vody. Mezi jednotlivými pulzy jsou také schopni plynulého plachtění. Vzory a žebrování misek jsou proměnlivé, nicméně relativně přesně kopírují styl života – typičtí obyvatelé klidných, hlubších vod (*Amusium*) mají schránku hladkou nebo s jemným žebrováním, zatímco mlži obývající mělké, vysokoenergetické prostředí mívají silnější schránky s výrazným žebrováním, které kromě zesílení schránky napomáhá ukotvení v substrátu (KAUFFMAN 1969).



Obrázek 14: Styl života a pozice vybraných epifaunálních mlžů podle KAUFFMANA (1969): 1 – *Arcuatula*, 2 – *Pinctada*, 3 – *Chlamys*, 4 – *Barbatia*, 5 – *Mytilus*, 6 – *Pteria*, 7 – *Anomia*, 8 – *Lima*, 9 – *Brachidontes*, 10 – *Arca*, 11 – *Isognomon*, 12 – *Amygdalum*, 13 – *Leptopecten*. Poznámka autora: velikost schránky nemusí poměrově odpovídat skutečnosti, hloubka menší než ~15 m, směr proudění zleva doprava.

### Semi-infaunální mlži

Mlži této skupiny žijí sesilně, výjimečně jsou schopni pohybu na malé vzdálenosti. Jejich schránka bývá minimálně ze třetiny pohřbena v sedimentu, nicméně vždy je alespoň z části odhalena. Žádní zástupci skupiny nemají prodloužený sifon (KAUFFMAN 1969).

Mezi hlavní zástupce patří kyjovkovití (Pinnidae), kteří kombinují bysální uchycení s částečně vrtavým způsobem života (COX 1969). Jejich schránky jsou relativně slabé a velmi křehké. Misky jsou úzké, podlouhlé, trojúhelníkového tvaru s malou až střední konvexitou. Zámek je bez zubů. Schránka živého jedince je běžně obalena epibionty (DE BRUYNE 2004).

Typickým prostředím jsou oblasti šelfy, zvláště velmi mělké oblasti se silnými proudy a vlněním. Schránky bývají tenkou špičkou kolmo zanořené v jemně písčitém, bahnitěm nebo jílovitém substrátu. Některé druhy mohou žít bysálně přichyceny.

Schránka je tvarem i skulptací ideálně uzpůsobena k vertikální penetraci substrátu (KAUFFMAN 1969).

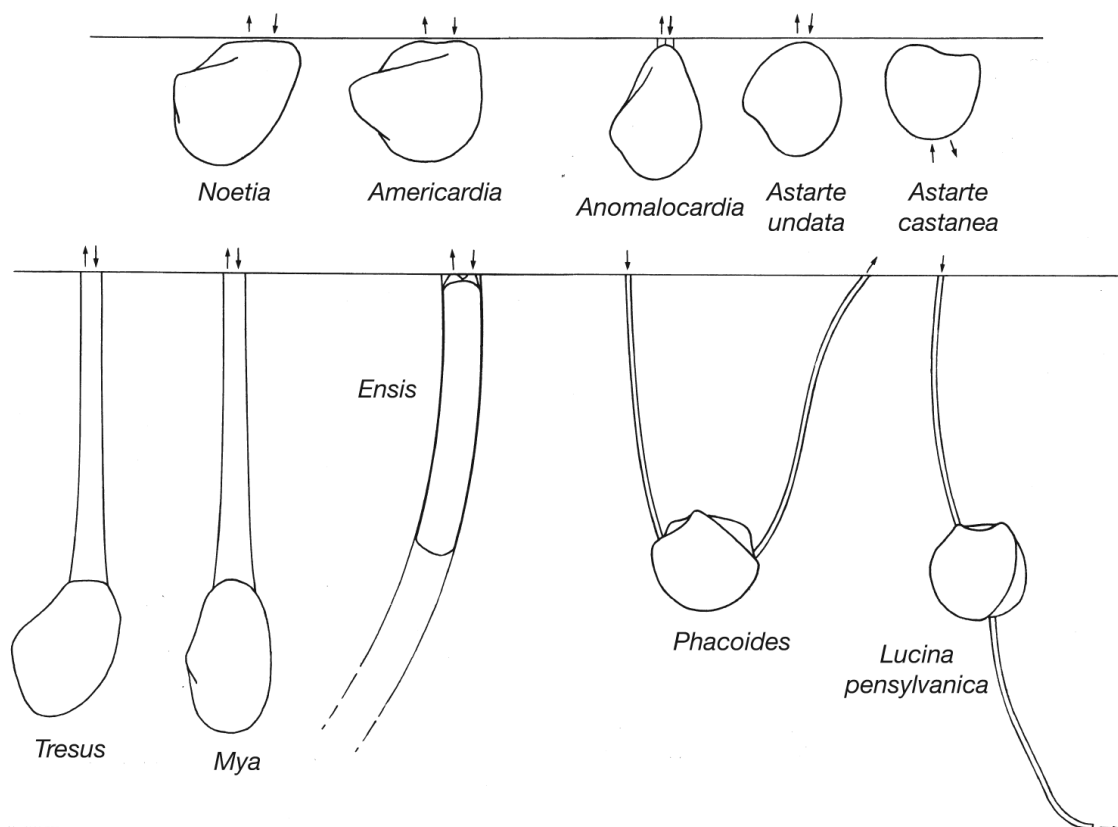
### Infauní mlži

Mlži této skupiny žijí sesilně (*Tellina*, *Nucula*) nebo jen částečně mobilně (*Solemya*), spojuje je však to, že část nebo celý svůj život tráví zahrabání v substrátu. Většina zástupců žije relativně mělce zavrtána v měkkém, nepevněném substrátu, a jsou tak občasně vystavováni proudům či vlnění. Někteří však žijí i první desítky centimetrů hluboko nebo jsou schopni se zavrtat do pevných materiálů (mechanicky nebo chemicky), a tím získat maximální ochranu před vnějšími vlivy (KAUFFMAN 1969).

Ve srovnání s rozličností epifauních mlžů jsou infauní mlži relativně uniformní v rámci hlavních morfologických znaků. Hlavními faktory kontrolujícími vzhled schránky jsou rychlost pohybu v substrátu, preferovaná hloubka a schopnost udržet požadovanou orientaci (OBRÁZEK 15). Tvar a konvexita schránky jsou relativně úměrné požadované hloubce – silnostěnné, kruhové až oválné schránky s větší konvexitou jsou typické pro mělce hrabavé zástupce, kteří po zahrabání zůstávají relativně nehybní (například *Cardiidae*, *Veneridae*). Hluboce hrabaví zástupci se vyznačují spíše protáhlými až podlouhlými, méně konvexními lasturami, přičemž osa protažení je povětšinou shodná s preferovanou orientací v substrátu (například *Mya*, *Panopea*, *Ensis*). Schránky infauních mlžů bývají typicky hladké nebo se soustřednými rýhami či žebry, které pomáhají zesílit schránku nebo ji lépe ukotvit v substrátu. Někteří zástupci mají sifonální trubice, sloužící k nasávání vody s částčkami potravy a k vyvrhování vody s odpadními látkami, jiní se živí organickou hmotou přímo v sedimentu (KAUFFMAN 1969).

Někteří mlži mohou mít na části nebo po celém povrchu lastury výstupky až ostré trny. Jedná se převážně o mělce hrabavé zástupce, u kterých může docházet k periodickému obnažování části schránky. Pokud ostny vystupují nad sediment, slouží zde k rozbití laminárního proudu a vzniku drobných turbulencí, čímž dochází k narušení Bernoulliho principu a předchází se dalšímu odkrývání schránky. Výstupky však mohou plnit více než jednu funkci – mohou též zajišťovat obranu proti okusu sifonů nebo v případech zástupců žijících ve velmi jemném substrátu mohou zabraňovat „propadávání“ schránky sedimentem (STANLEY 2015).

Velkou skupinu mlžů, využívající během svého života byssová vlákna k uchycení, můžeme také rozdělit na epifauní, tzv. epibyssové formy, a mlže žijící částečně nebo plně zahrabání v měkkém sedimentu – endobyssové formy (STANLEY 1972).



OBRÁZEK 15: Laterální obrys schránek vzhledem k životní pozici vybraných infaunálních mlžů (STANLEY 1970).

## 4.2. Systematická část

Zástupci mlžů jsou na lokalitě zachováni pouze ve formě jader nebo jako otisky schránek. Nálezy jsou často deformovány, u většiny nedochází k zachování běžných taxonomických znaků. Z tohoto důvodu jsou v rámci systematické části této práce zařazeni pouze na úroveň rodů, což je však pro paleoekologickou analýzu dostačující.

Do budoucna je možné předpokládat zpřesnění systematiky na úroveň druhů, pravděpodobně však spíše v kontextu nálezů z jiných lokalit. Již v rámci zpracování synonymiky z klasické i novější literatury bylo u většiny jedinců možné vyvodit pravděpodobné druhové určení.

**Třída:** Bivalvia LINNAEUS, 1758

**Podtřída:** Protobranchia PELSENEER, 1889

**Nadřád:** Nuculiformii DALL, 1889

**Řád:** Nuculida DALL, 1889

**Nadčeleď:** Nuculoidea GRAY, 1824

**Čeleď:** Nuculidae GRAY, 1824

**Rod:** *Nucula* LAMARCK, 1799

**Typový druh:** *Arca nucleus* LINNAEUS, 1758 = *Nucula nucleus* LINNAEUS, 1758

**Diagnóza rodu:** Tvar oválný, trigonální až kosočtverečný, zadní okraj šikmě seříznutý až komolý. Schránka lesklá až perleťová s koncentrickou skulpturou, ventrální okraj na vnitřní straně krenulovaný. Vrchol je vystupující, oblý, umístěný spíše v zadní části schránky, s resiliferem; ligament vnitřní. Zámek taxodontní. Dva svalové vtisky, paliální linie bez záhybu.

## ***Nucula* sp.**

TAB. 1, OBR. A1,2

1903 *Nucula pectinata* SOW.; WOODS, p. 39, p. 16, plate ii. – figs. 22-27, plate iii. – figs. 13-15

1909 *Nucula pectinata* SOWERBY; WANDERER, p. 39, tafel vii. – fig. 5

1911 *Nucula pectinata*, SOW.; FRIČ, p. 40, fig. 181

2005 *Nucula* sp.; HRADECKÁ *et al.*, plate 1 – fig. A

2014 *Nucula?* sp.; NIEBUHR *et al.*, p. 89, fig. 1– h1,2

**Materiál:** 11 vzorků; LK-P 0006, LK-P 0030-c, LK-P 0030-d, LK-P 0069-g, NM-P 0058, NM-P 0059, NM-P 0062-b, NM-P 0062-d, NM-P 0062-s, NM-P 0062-v, NM-P 0090.

**Popis:** Otisky malých, trigonálních až oblých, mírně protáhlých, inekvilaterálních schránek. Vrchol vystupující, oblý, opistogyrní. Jemný, koncentrický vzor s dvěma výraznějšími „žebry“ asi ve 2/3 schránky. U lépe zachovaných jedinců rozlišitelné zbytky pravidelného, radiálního žebrování, zvláště poblíž spodního okraje. U jedince LK-P 0006 špatně zachované zbytky zámku.

**Poznámky:** Recentní zástupci žijí zahrabáni v bahně nebo písku, těsně pod povrchem dna. Silnou nohou ryjí ve dně, kde hledají potravu.

**Stratigrafický rozsah:** Sv. křída – recent.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Podtřída:** Autobranchia GROBBEN, 1894

**Infratřída:** Pteriomorphia BEURLEN, 1944

**Kohorta:** Mytilomorphi FÉRUSAC, 1822

**Řád:** Mytilida FÉRUSAC, 1822

**Nadčeleď:** Mytiloidea RAFINESQUE, 1815

**Čeleď:** Mytilidae RAFINESQUE, 1815

**Rod:** *Modiolus* LAMARCK, 1801

**Typový druh:** *Mytilus modiolus* LINNAEUS, 1758

**Diagnóza rodu:** Protáhlá nebo šikmě trojúhelníkovitá, vypouklá schránka se zaoblenou zadní částí. Vrchol tupý, oblý, umístěný výrazně v přední části schránky, ne však terminálně.

Zámková linie hladká, bez zubů. Ligament relativně dlouhý. Svalové vtisky různě velké. Periostrakum často porostlé chloupky.

## ***Modiolus* sp.**

TABULE 1, OBR. B,E

1843 *Modiola reversa* SOWERBY; GEINITZ, p. 16, taf. iii. – fig. 11

1903 *Modiola reversa*, SOW.; WOODS, p. 94, plate xv. – figs. 15-18, plate xvi. – figs. 1-3

2013 *Modiolus reversus* J. DE C. SOWERBY; SCHNEIDER *et al.*, p. 568, fig. 9D

2014 *Modiolus reversus* (SOWERBY in FITTON, 1836); NIEBUHR *et al.*, p. 89, fig. 1 – e

**Materiál:** 42 vzorků; LK-P 0052-b, LK-P 0054-c, LK-P 0058-a, LK-P 0058-b, LK-P 0058-c, LK-P 0058-d, LK-P 0058-e, LK-P 0058-f, NM-P 0025-a, NM-P 0025-b, NM-P 0025-c, NM-P 0025-d, NM-P 0025-e, NM-P 0025-f, NM-P 0025-g, NM-P 0025-h, NM-P 0025-i, NM-P 0025-j, NM-P 0025-k, NM-P 0025-l, NM-P 0025-m, NM-P 0025-n, NM-P 0025-o, NM-O8288, NM-P 0060, NM-P 0062-u, NM-P 0063, NM-P 0064, NM-P 0065, NM-P 0066-a, NM-P 0066-b, NM-P 0066-c, NM-P 0066-d, NM-P 0066-e, NM-P 0066-f, NM-P 0066-g, NM-P 0066-h, NM-P 0066-i, NM-P 0066-j, NM-P 0066-k, NM-P 0066-l, NM-P 0076-b.

**Popis:** Otisky oblých, úzkých, podlouhlých, modioformních schránek (výška schránky 5-11 mm, délka 13-21 mm, hloubka uzavřených misek 5-8 mm; průměry 9 mm, 17 mm a 6 mm). Přední část schránky kratší, vrchol prosogyrní, pouze mírně vystupující, oblý; zadní část schránky výrazně větší, zakulacená – schránka typicky prodloužená z důvodu alometrického růstu. Jemné, pravidelné přírůstkové linie jemně kopírují tvar schránky.

**Poznámky:** Téměř všechny vzorky pochází z monodruhových ploch (OBRÁZEK 16). Do evidence byly zapsány pouze vzorky, které vykazovaly hlavní morfologické znaky a bylo možné je určit jako samostatné jedince, reálný počet zástupců je však pravděpodobně výrazně větší.

**Stratigrafický rozsah:** Devon – recent.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.



OBRÁZEK 16: Příklad zachování rodu *Modiolus* na lokalitě; jedinci leží na vrstevní ploše. Měřítka značí 1 cm.

**Kohorta:** Ostreomorphi FÉRUSSAC, 1822

**Podkohorta:** Arcioni GRAY, 1854

**Řád:** Arcida GRAY, 1854

**Nadčeleď:** Arcoidea LAMARCK, 1809

**Čeleď:** Cucullaeidae STEWART, 1930

**Rod:** *Cucullaea* LAMARCK, 1801

**Typový druh:** *Cucullaea auriculifera* LAMARCK, 1801 = *Arca cucullus* GMELIN, 1791 = *Arca labiata* SOLANDER, 1786

**Diagnóza rodu:** Schránka subtrigonální, subtrapézová až oválná, velmi pevná, tlustostěnná s vyvinutým štítem. Zadní okraj šikmě seříznutý až komolý. Levá lastura přesahující. Okraj zámku je rovný s krátkými kardinálními a delšími šikmými laterálními zuby. Povrch radiálně ornamentovaný se silnými žebry.

## ***Cucullaea* sp.**

TABULE 1, OBR. C,D; TABULE 3, OBR. B

1843 *Cucullaea glabra* SOWERBY; GEINITZ, p. 14, taf. iii. – fig. 4-7

1875 *Arca glabra* PARKINSON; GEINITZ, p. 221, taf. 49 – fig. 1

1903 *Cucullaea glabra* PARKINSON; WOODS, p. 57, plate xi. – figs. 8-12, plate xii. – figs. 1-5  
1909 *Cucullaea glabra* PARKINSON; WANDERER, p. 39, tafel vii. – fig. 6  
1911 *Cucullaea (Area) subglabra*, D'ORB.; FRIČ, p. 35, fig. 155a,b

**Materiál:** 83 vzorků; LK-P 0001-a, LK-P 0001-b, LK-P 0002-a, LK-P 0005, LK-P 0008, LK-P 0014, LK-P 0018, LK-P 0019-b, LK-P 0023, LK-P 0027-a, LK-P 0028, LK-P 0029-b, LK-P 0032-a, LK-P 0033-b, LK-P 0034, LK-P 0038-b, LK-P 0040-b, LK-P 0041-a, LK-P 0042-a, LK-P 0043-a, LK-P 0043-b, LK-P 0043-c, LK-P 0044-a, LK-P 0045-b, LK-P 0045-c, LK-P 0046-a, LK-P 0050-b, LK-P 0054-a, LK-P 0054-b, LK-P 0056-c, LK-P 0060-a, LK-P 0062-b, LK-P 0062-c, LK-P 0062-d, LK-P 0062-e, LK-P 0062-f, LK-P 0062-g, LK-P 0062-h, LK-P 0062-i, LK-P 0062-j, LK-P 0064, LK-P 0065, LK-P 0069-b, LK-P 0069-c, LK-P 0069-d, LK-P 0078-j, NM-P 0061-a, NM-P 0061-b, NM-P 0061-c, NM-P 0061-d, NM-P 0062-a, NM-P 0062-c, NM-P 0062-e, NM-P 0062-f, NM-P 0062-g, NM-P 0062-h, NM-P 0062-i, NM-P 0062-j, NM-P 0062-k, NM-P 0062-l, NM-P 0062-m, NM-P 0062-n, NM-P 0062-o, NM-P 0062-p, NM-P 0062-t, NM-P 0076-a, NM-P 0077, NM-P 0078, NM-P 0079-a, NM-P 0079-b, NM-P 0079-c, NM-P 0080-a, NM-P 0080-b, NM-P 0081, NM-P 0082, NM-P 0083, NM-P 0084, NM-P 0085, NM-P 0086-b, NM-P 0086-c, NM-P 0086-d, NM-P 0086-e, NM-P 0089-d.

**Popis:** Silně vyklenuté, oblé otisky středně velkých (výška schránky 8-21 mm, délka 11-28 mm, hloubka uzavřených misek 9–14 mm; průměry 14 mm, 20 mm a 12 mm; GRAF 1, OBRÁZEK 17) schránek s výrazně inekvilaterálními miskami. Vrchol se nachází v první třetině schránky. Výrazný, oblý hřbet spojuje vrchol s komolým, postero-ventrálním okrajem. Zámková linie rovná, na obou koncích zakončená třemi až čtyřmi paralelními liniemi. U lépe zachovaných jedinců rozeznatelné tenké přírůstkové linie; občasné zachované náznaky radiální ornamentace, většinou jako tenké, pár milimetrů dlouhé, pravidelné rýhy, umístěné v dolní části schránky, avšak nepokračující až k samotnému okraji.

**Poznámky:** Rod *Cucullaea* je v některých ohledech podobný rodu *Arca*, odlišuje se však přítomností tří až čtyř příčných, vůči sobě paralelních žeber na obou koncích zámkové linie. Čeleď Cucullaeidae se začala rozvíjet ve spodní juře, v průběhu jury a křídly dosáhla velkého množství druhů a kosmopolitního rozšíření. V průběhu eocénu došlo k rapidnímu snížení druhů i regionů výskytu a v současné době jsou zástupci omezeni na části Indického a Pacifického oceánu.

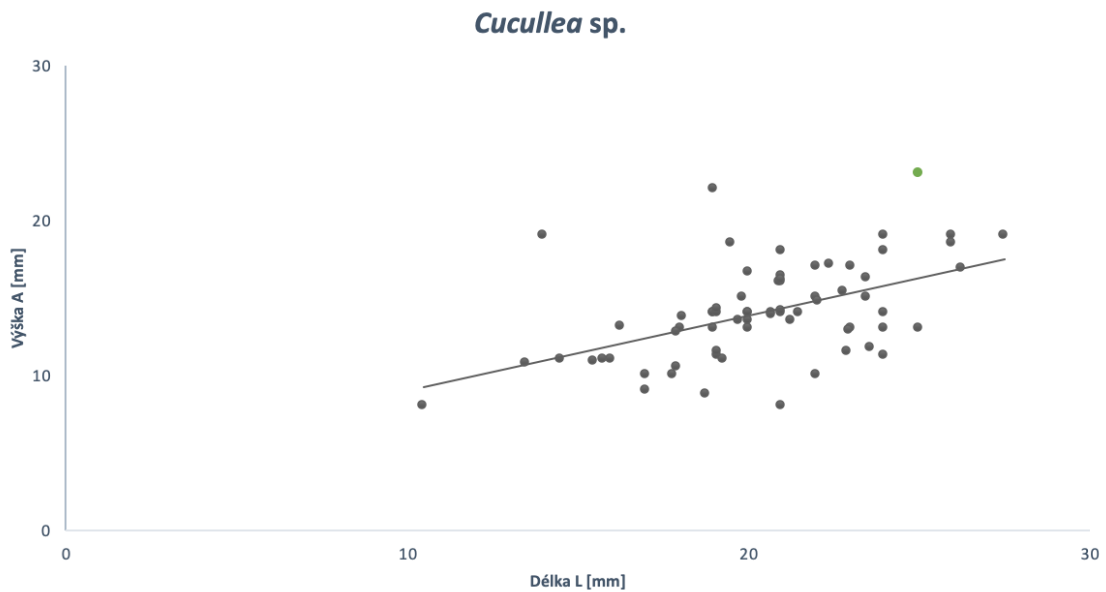
Zástupci rodu preferují jemnozrnný písčiny až bahnitý substrát a nejčastěji je možné je objevit v hloubce 15-150 metrů, nejhlubší zdokumentovaný výskyt je z hloubky 252 metrů (NICOL 1950).

NICOL (1950) na recentních zástupcích druhu *Cucullaea labiata* (SOLANDER) vyzoroval relativně velkou míru variability schránek, mimo jiné i jako reakci na jejich životní prostředí. Jedinci žijící v chladnějších vodách mívají plošší žebra, tmavší barvu a hranatější obrys. Ornamentace se může lišit i u dvou misek stejné schránky. Obrys schránky, žebrování i detaily zámkové linie se mohou lišit u jedinců sesbíraných na různých lokalitách.



**Stratigrafický rozsah:** Sp. jura – recent.

**Geografický výskyt:** V mesozoiku kosmopolitní, v recentu Indický oceán, jihovýchodní Asie, Filipíny, Austrálie.



GRAF 1: Velikostní distribuce zástupců rodu *Cucullea*; šedé body značí nálezy z jednotky P1, zelené z P2.



OBRÁZEK 17: Příklad zachování rodu *Cucullea* na lokalitě; jedinci leží na vrstevní ploše. Měřítko značí 1 cm.

**Podkohorta:** Ostreioni FÉRUSSAC, 1822

**Megařád:** Ostreata FÉRUSSAC, 1822

**Nadřád:** Ostreiformii FÉRUSSAC, 1822

**Řád:** Ostreida FÉRUSSAC, 1822

**Podřád:** Ostreidina FÉRUSSAC, 1822

**Nadčeleď:** Ostreioidea RAFINESQUE, 1815

**Čeleď:** Gryphaeidae VIALOV, 1936

**Podčeleď:** Gryphaeinae VIALOV, 1936

**Rod:** *Gryphaeostrea* CONRAD, 1865

**Typový druh:** *Gryphaea eversa* MELLEVILLE, 1843

**Diagnóza rodu:** Malá, ve směru výšky protažená schránka s hluboce klenutou levou miskou. Pravá miska plochá, víčkovitá, vždy menší než miska levá. Vrchol levé misky je zobákovitě zahnutý, mírně vychýlený z roviny schránky směrem k zadnímu okraji. Plocha připevnění většinou velká. Vnější povrch hladký, pouze se znatelnými okraji přírůstkových lamel, které na pravé misce doškovitě odstávají.

## ***Gryphaeostrea* sp.**

TABULE 1, OBR. F

1875 *Ostrea (Exogyra) lateralis* NILSSON (*Chama canaliculata* SOW.); GEINITZ, p. 179, taf. 41 – fig. 28+

1909 *Exogyra lateralis* NILSSON; WANDERER, p. 36, tafel vi. – fig. 4

1911 *Exogyra lateralis*, REUSS.; FRIČ, p. 46, fig. 210 – a,b

1933 *Exogyra canaliculata* (SOW.); HÄNTZSCHEL, tafel 4, fig. 24,25

1994 *Gryphaeostrea canaliculata* (J. SOWERBY, 1813); MALCHUS *et al.*, pl. 5, fig. 1-3, 5-11

1996 *Gryphaeostrea* CONRAD, 1865; ZÁRUBA, p. 23, tabule 11 – 2a-d

2014 *Gryphaeostrea canaliculata* (SOWERBY, 1813); NIEBUHR *et al.*, p. 103, fig. 5 – d

**Materiál:** 5 vzorků; LK-P 0072, NM-P 0021, NM-P 0022, NM-P 0023, NM-P 0096.

**Popis:** Několik špatně zachovaných otisků malých, převážně pravých misek s typickým vzorem oválných přírůstkových lamel.

**Poznámky:** Někdy řazená do podčeledi Exogyrinae, jako podrod rodu *Amphidonte* (s typovým druhem *G. vomer* MORT.) nebo jako rod podčeledi Exogyrinae (ZÁRUBA 1996).

**Stratigrafický rozsah:** Sp. křída – miocén.

**Geografický výskyt:** Evropa, Afrika, Severní Amerika.

**Podčeleď:** Exogyrinae VIALOV, 1936

**Rod:** *Rhynchostreon* BAYLE, 1878

**Typový druh:** *Rhynchostreon chaperi* BAYLE, 1878

**Diagnóza rodu:** Středně velká, oble okrouhlá, inekvivalvní schránka, někdy mírně protáhlá ve směru výšky. Vrchol exogyroidně stočen k zadnímu okraji schránky. Levá miska masivní a výrazně hlubší, klenutá, s naznačenou radiální brázdou na vnější straně poblíž zadního okraje. Povrch misky je hladký, někdy s viditelnými přírůstkovými liniemi. Pravá miska je plochá, víčkovitá nebo až slabě konvexní. Skulpturu jejího vnějšího povrchu tvoří šupinovitě odstávající okraje přírůstkových lamel. Plocha připevnění malá, často nezřetelná. Chomata chybí.

## **Rhynchostreon sp.**

TABULE 1, OBR. H1,2

- 1875 *Ostrea (Exogyra) Columba* LAM; GEINITZ, p. 181, taf. 40 – fig. 4-7  
1909 *Exogyra coluiiba* LAMARCK; WANDERER, p. 36, tafel vi. – fig. 5  
1911 *Exogyra columba*, GOLDF.; FRIČ, p. 47, fig. 212  
1996 *Rhynchostreon* BAYLE, 1878; ZÁRUBA, p. 38, tabule 22 – 3a-d  
2013 *Rhynchostreon suborbiculatum* (LAMARCK, 1801); SCHNEIDER *et al.*, p. 574, fig. 11C,D  
2014 *Rhynchostreon (Rhynchostreon) suborbiculatum* (LAMARCK, 1801); NIEBUHR *et al.*, p. 103, fig. 5 – j  
2014 *Rhynchostreon suborbiculatum* (LAMARCK 1801), AYOUB-HANNA *et al.*, plate 5, figs. 7-10  
2017 *Rhynchostreon suborbiculatum* (LAMARCK); WILMSEN, fig. 4 – H

**Materiál:** 5 vzorků; LK-P 0039, LK-P 0039, LK-P 0048-a, LK-P 0056-b, LK-P 0071-b.

**Popis:** Malé až střední (výška schránek 13-38 mm, délka 13-34 mm) otisky v různém stádiu zachování. Silně opisthogyrní vrchol, stočený, oblý. Většina jedinců s hladkou schránkou, u vzorku LK-P 0071–b relativně dobře zachované zbytky radiálního zvrásnění. Výrazně definovaný hřbet/elevace kopírující stočení schránky.

**Poznámky:** Jména *R. chaperi* BAYLE, 1878, *O. ratisbonensis* SCHLOTHEIM, 1813, a *Gryphaea columba* LAMARCK, 1819, jsou mladší synonyma původního Lamarckova druhu z roku 1801. Od rodu *Amphidonte* se liší nepřítomností chomat, od rodu *Aetostreon* menšími rozměry a exogyroidní ligamentální plošinou a od rodu *Gryphaeostrea* množstvím odstávajících, koncentricky uspořádaných okraj přírůstkových lamel (ZÁRUBA 1996).

**Stratigrafický rozsah:** Sp. – sv. křída.

**Geografický výskyt:** Evropa, Střední Asie, severní Afrika, Jižní a Severní Amerika.

**Podčeled:** Pycnodontinae STENZEL, 1959

**Rod:** *Pycnodonte* FISCHER VON WALDHEIM, 1835

**Typový druh:** *Pycnodonte radiata* FISCHER DE WALDHEIM, 1835

**Diagnóza rodu:** Schránka různé velikosti se silně inekvivalvním charakterem. Celkový obrys většinou kruhový. Levá miska plochá, víčkovitá, někdy i slabě konvexní. Na vnějším povrchu levé misky se poblíž zadního okraje táhne radiálním směrem hluboká, široká rýha, oddělující zadní okraj často v lalokovitý výběžek. Chomata většinou dlouhá a rovná. Svalový vtisk je umístěn vysoko směrem k vrcholu schránky. Vnější povrch obou misek je hladký, pouze s přírůstkovými rýhami. Plocha připevnění je někdy zcela nepatrná.

## **Pycnodonte sp.**

TABULE 1, OBR. G

- 1875 *Ostrea Hippopodium* NILSS.; GEINITZ, p. 177, taf. 39 – fig. 12–27; taf. 40 – fig. 1-3

- 1909 *Ostrea hippopodium* NILSSON; WANDERER, p. 36, tafel vi. – fig. 3  
1911 *Ostrea hippopodium*, NILS.; FRIČ, p. 48, fig. 217  
1933 *Ostrea vesicularis* (LAM.); HÄNTZSCHEL, tafel 4, fig. 22,23  
1994 *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis* (LAMARC, 1806); MALCHUS *et al.*, pl. 3, fig. 1,3,5; pl. 6, fig. 1-12  
1996 *Pycnodonte* FISCHER DE WALDHEIM, 1835; ZÁRUBA, p. 37, tabule 21 – 3a-d  
2014 *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis* (LAMARC, 1806); NIEBUHR *et al.*, p. 103, fig. 5 – e, h

**Materiál:** jeden vzorek; NM-O7611.

**Popis:** Rod zastoupený jediným reprezentativním nálezem pravé misky, oble kosočtverečného tvaru, přičemž vrcholová a ventrální část svírají ostřejší úhel. Vrcholová část schránky špatně zachovaná. Ornamentace tvořena jemnými, pravidelnými přírůstkovými liniemi. Další materiál fragmentární.

**Poznámky:** Na bázi BH2 přítomná lavice s četnými fragmenty ústřicových schránek, velmi špatně zachovanými, pravděpodobně přeplavenými. Vzhledem podobnosti struktury schránky se vzorkem NM–O7611 by se mohlo jednat o zástupce rodu *Pycnodonte*.

Recentní zástupci rodu *Pycnodonte* žijí v čisté slané vodě, někdy i ve značných hloubkách (RANSON 1939, podle ZÁRUBA 1996).

**Stratigrafický rozsah:** Sp. křída – recent.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Podřád:** Malleidina GRAY, 1854

**Nadčeled:** Pinnoidea LEACH, 1819

**Čeled:** Pinnidae LEACH, 1819

**Rod:** *Pinna* LINNAEUS, 1758

**Typový druh:** *Pinna rudis* LINNAEUS, 1758; *subsequent designation* by CHILDREN (1823)

**Diagnóza rodu:** Schránka je ekvivalvní, protáhlá, klínového až vějířovitého tvaru. Vrchol výrazně špičatý a terminální. Ligament podél pravého okraje zámku; zámek bezzubý. Okraj na spodní straně vykrojený pro byssovou žlázu. Ventrální okraj rovný až konkávní. Misky kýlnatě vyduté, zvláště v raných stádiích růstu; s výrazným středovým hřbetem, většinou s radiálním žebrováním, některé formy s nepravidelnými přírůstkovými liniemi ve ventrální oblasti. Perleť na vnitřní straně schránky středově rozdělena do dvou laloků.

## ***Pinna* sp.**

TABULE 3, OBR. A

1875 *Pinna diluviana*; FRIČ, fig. 102 – I

1875 *Pinna decussata* GOLDF.; GEINITZ, p. 213, taf. 47 – fig. 4,5

1909 *Pinna decussata* GOLDFUß; WANDERER, p. 26, tafel iv. – fig. 5

1911 *Pinna decussata* GOLDF.; WOODS, p. 99, plate xiii. – figs. 4-6, plate xiv. – figs. 1

1911 *Pinna decussata*, GOLDF.; FRIČ, p. 40, fig. 180  
2003 *Pinna cretacea* (SCHLOTHEIM, 1813); SEELING & BENGTON, p. 477, fig. 4A-C  
2005 *Pinna cf. cretacea* (SCHLOTHEIM, 1813); HRADECKÁ *et al.*, plate 1 – fig. l,m  
2013 *Pinna cretacea* (SCHLOTHEIM, 1813); SCHNEIDER *et al.*, p. 576, fig. 9C,F  
2014 *Pinna cretacea* (SCHLOTHEIM, 1813); NIEBUHR *et al.*, p. 93, fig. 2– a,b  
2017 *Pinna (Pinna) cretacea (cretacea)* (SCHLOTHEIM, 1813); BENGTON *et al.*, p. 292, fig. 4,5  
2017 *Pinna cretacea* (SCHLOTHEIM); WILMSEN, fig. 4 – C

**Materiál:** 16 vzorků; LK-P 0035-a, LK-P 0036, LK-P 0037, LK-P 0053, LK-P 0055, LK-P 0060-b, LK-P 0063, LK-P 0067, LK-P 0068, LK-P 0075, NM-P 0066-m, NM-P 0067, NM-P 0068, NM-P 0069, NM-P 0070-a, NM-P 0091.

**Popis:** Malé až středně velké, klínovité schránky s výrazně vystupujícím, rovnoměrným radiálním žebrováním (10-16? žeber). V některých případech rozpoznatelný středový hřbet. Vrcholy zašpičatělé; dorzální a ventrální okraje rovné, svírající vrcholový úhel 20-36°. Materiál zachovaný jako otisky artikulovaných schránek, převážně horizontálně uložené na vrstevní ploše a laterálně stlačené kompakcí sedimentu. Občasné jako pouhý otisk fragmentu schránky. Žádný ze vzorků není kompletní, i u nejlépe zachovaných jedinců chybí zadní část schránky. Dva vzorky jsou zachovány *in-situ* v životní poloze, v prvním případě pouze středová část schránky (LK-P 0037), v druhém případě samostatný vrchol bez zbytku schránky (LK-P 0063). Maximální délka 197 cm, průměr 100 mm.

**Poznámky:** Zástupci jsou známí od karbonu a podle LEMERA *et al.* (2014) od té doby nedošlo k žádné výrazné změně ve způsobu života či preferenci podmínek. Recentní zástupci žijí semi-infauně v bahnitém či písčitém substrátu subtidálu, kde jsou nejčastěji pozorováni v rozlehlých loukách mořské trávy. Podle DIETLA & ALEXANDERA (2005) je kontinuální přežívání čeledi v podobných podmínkách, navzdory zvyšujícímu se predátorskému tlaku, jedním z nejlepších důkazů o schopnosti zástupců vyrovnávat se s poškozením pevných schránek.

Při poškození, včetně odlomení zadní části schránky, je jedinec schopný relativně rychlé rekonstrukce, poškození je však dále znatelné a deformuje tvar schránky.

Zástupci čeledi mají relativně tenké schránky a jsou tak velmi náchylní k fragmentaci a jakýkoliv transport vede k okamžitému poškození až kompletní destrukci schránky. Vzhledem k relativně dobrému zachování většiny vzorků tak můžeme předpokládat para-autochtonní původ i u horizontálně uložených jedinců. Vertikálně zachovaní jedinci představují zachování *in-situ* – v životní pozici.

**Stratigrafický rozsah:** Sp. karbon – recent.

**Geografický výskyt:** Fosilně kosmopolitní, v recentu tropická a subtropická moře.

**Rod:** *Stegoconcha* BÖHM, 1907

**Typový druh:** *Pinna granulata* SOWERBY, 1822; *subsequent designation by COX* (1940)

**Diagnóza rodu:** Schránka ekvivalvní, středně pevná, mytiliformní, vypouklá s maximální plností podél oblého hřbetu (= „*umbonal carina*“) spojujícího vrchol s posteroventrálním rohem. Výška je větší než délka. Vrchol terminální, definující anterior. Ornamentace typicky tvořena radiálními žebrováním nebo vlákny, často přerušovaná a připomínající šupiny nebo granule; nejvýrazněji rozpoznatelná na dorzální straně; občasně schránka hladká pouze s náznakem radiálního vzoru v zadní části.

## ***Stegoconcha* sp.**

TABULE 2, OBR. D1,2

1837 *Cardium neptuni* GOLDFUSS; GOLDFUSS, p. 221, pl. 144, fig. 9a

1875 *Mytilus Neptuni* GOLDFUSS; GEINITZ, p. 213, taf. 47 – fig. 1, 2a,b

1909 *Stegoconcha neptuni* GOLDFUSS; WANDERER, p. 25, tafel iv. – fig. 3

1997 *Gervillaria neptuni* (GOLDFUSS); SMETTAN, p. 114, tafel 4 – fig. 2,3

2013 *Gervillaria neptuni* (GOLDFUSS, 1837); SCHNEIDER *et al.*, p. 576, fig. 9G

2014 *Gervillaria neptuni* (GOLDFUSS, 1837); NIEBUHR *et al.*, p. 111, fig. 6 – e

2017 *Gervillaria neptuni* GOLDFUSS; WILMSEN, fig. 4 – I1,2

**Materiál:** Jeden vzorek; LK-P 0052-a.

**Popis:** Špatně zachovaný, deformovaný otisk vrcholu schránky, přibližně 9x9,5 cm. Dorzální a ventrální okraje schránky špatně rozeznatelné, pravděpodobně relativně rovné; vrchol široký, zašpičatělý; vrcholový úhel přibližně 90°. Vnější ornamentace schránky výrazná, první centimetry pouze s hustými, ale slabými radiálními liniemi, od 4,5 cm dále devět silných koncentrických žebor s rozestupy ~2-3 mm.

Vnitřní otisk schránky zachován jako dva laloky srdcovitého tvaru s dobře definovaným, oblým zadním okrajem; uprostřed rozdělené jasně zřetelnou rýhou – laloky pravděpodobně kopírují původní perleť. Středně silné, radiální linie, výrazněji vystupující po okrajích schránky; velmi tenké přírůstkové linie kopírující srdcovitý tvar.

Vzorek byl odebrán z horizontální polohy, vedle druhého, taktéž špatně zachovaného jedince, kterého se nepodařilo odebrat. Na stejné ploše se rovněž nacházela dobře zachovaná *Pinna* (LK-P 0055).

**Poznámky:** COX *et al.* (1969) rod uvedli jako striktně jurský, v současné době se již obecně uvádí rozsah od kimmeridge po paleocén. KOPPKA (2018) usuzuje, že k rozdílně popisovanému stratigrafickému výskytu docházelo z důvodu špatného zařazení jednotlivých druhů do systému, v minulosti byli jedinci popisováni například jako *Mytilus*, *Gervillaria*, *Trichites* nebo *Cardium*. Vzhledem k relativní vzácnosti a rozdílnosti nálezů jsou druhy navíc často definovány na jediném, často deformovaném jedinci pouze za použití tvaru, rozměrů,

konvexity a ornamentace. Nicméně například NIEBUHR *et al.* (2014) popisují *Gervillaria neptuni* jako relativně běžnou fosilii labské skupiny.

Přes svou relativní vzácnost v záznamu se zdá, že je *Stegoconcha* kosmopolitní rod, převážně však s preferencí pro mělkomořské prostředí – nejčastěji se nachází v biodetritických horizontech karbonátových i siliciklastických šelfů. Podle nálezů v životní poloze žili zástupci semi-infauně a preferovali bahnitý, mírně písčité substrát v oblastech subtidálu, nejčastěji v relativně klidném, chráněném bodě, v těsné blízkosti vysokoenergetického prostředí (KOPPKA 2018).

**Stratigrafický rozsah:** Stř. jura – paleocén.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní (Evropa, Asie, Afrika).

**Nadčeleď:** Pterioidea GRAY, 1847

**Čeleď:** Pteriidae GRAY, 1847

**Rod:** *Pteria* SCOPOLI, 1777

**Typový druh:** *Mytilus hirundo* LINNAEUS, 1758 = *Pteria hirundo* (LINNAEUS, 1758)

**Diagnóza rodu:** Šikmě oválná schránka, mírně vyduťá, mírně inekvivalvní, s vrcholem posunutým do přední části. Výrazně definovaná ouška, zadní většinou prodloužené do křídla. Zámková linie pouze s náznaky zubů; ligament dlouhý, mírně zapuštěný. Misky většinou hladké, pouze s jemnými přírůstkovými liniemi; vnitřní povrch se silnou perleťovou vrstvou; uprostřed misky jeden svalový vtisk.

## ***Pteria* sp.**

TABULE 2, OBR. A

1911 *Pteria (Oxytoma) pectinata* (SOW.); WOODS, p. 59, plate viii. – figs. 8-14

1997 *Pteria cf. rostrata* (SOWERBY, 1836); SMETTAN, p. 115, tafel 3 – fig. 6

2013 *Pteria?* sp.; SCHNEIDER *et al.*, p. 576, fig. 9A,H

**Materiál:** jeden vzorek; NM-O8297.

**Popis:** Jediný otisk levé misky. Miska mírně vypouklá, hladká, bez náznaků skulptace. Výrazně definované, podlouhlé zadní ouško téměř zdvojnásobuje celkový rozměr schránky.

**Poznámky:** Podle KAUFFMANA (1969) žijí jedinci přichyceni relativně dlouhými byssovými vlákny horizontálně k pevnějším vyvýšeninám (OBRÁZEK 14). Nicméně podle STANLEYHO (2015) je popisovaný styl života nemožný – vzhledem k tomu, že všichni mlži mají výrazně větší hustotu než okolní voda, by jedinec na delším, flexibilním byssu mohl být zavěšený pouze vertikálně – zástupci rodu *Pteria* podle něj žijí „hlavou dolů“ přichyceni k některým korálům (OBRÁZEK 13B).

**Stratigrafický rozsah:** Trias – recent.

**Geografický výskyt:** Ve fosilním záznamu kosmopolitní, v recentu pouze v relativně teplých mořích (jihovýchodní pobřeží Severní Ameriky, přes karibskou oblast až po Brazílii, indopacifik).

**Čeleď:** Bakevelliidae KING, 1850

**Rod:** *Gervillia* DEFRANCE, 1820

**Typový druh:** *Gervillia solenoidea* DEFRANCE, 1820

**Diagnóza rodu:** Středně velká, prohle protáhlá, úzká, zašpičatělá schránka, v přední části bikonvexní, v zadní části zploštělá. Vrchol terminální, definující anterior schránky. U některých druhů anteroventrální výběžek připomínající rostrum. Krátké, tupé zadní ouško. Ligament vnější, opisthoretický v oblasti ligamentální plošiny množství výrazných ligamentových prohlubní či resiliferů.

## ***Gervillia* sp.**

TABULE 2, OBR. E

1843 *Gervillia Solenoides* DEFRANCE; GEINITZ, p. 15, taf. i – fig. 33, taf. iii – fig. 9, 10

1875 *Gervillea solenoides* DEFRANCE; GEINITZ, p. 209, taf. 48 – fig. 19

1911 *Gervillia solenoides*, DEFR.; FRIČ, p. 41, fig. 186

1918 *Gervillia* sp. *ef. rostrata* SOWERBY; WOLDŘICH, p. 28

2014 *Gervillia solenoidea?* DEFRANCE, 1820; NIEBUHR *et al.*, p. 111, fig. 6 – a

**Materiál:** 15 vzorků; LK-P 0061, LK-P 0078-a, LK-P 0078-b, LK-P 0078-c, LK-P 0078-d, LK-P 0078-e, LK-P 0078-f, LK-P 0078-g, LK-P 0078-h, LK-P 0078-i, NM-P 0001, NM-P 0002, NM-P 0003, NM-P 0094, NM-P 0097.

**Popis:** Otisky úzkých, protáhlých, mírně prohnutých schránek. Špičatý, terminální vrchol. Zadní, protáhlé ouško končí asi v 1/3 schránky. Povrch hladký, s jemnými, pravidelnými přírůstkovými liniemi. Někteří jedinci zachováni s náznaky zbytku původního tmavého zbarvení schránky.

**Poznámky:** Vzorky NM-P 0094, NM-P 0097 pocházejí z polohy P2b-c, což je v rámci jedinců zpracovaných v rámci této práce nejvyšší část profilu. Další jedinec byl v minulosti nalezen až v poloze P3b, což je samotný peak anoxické události (SKLENÁŘ 2020, ústní sdělení).

Jedinci na vzorku LK-P 0078 jsou zachováni *in-situ* (OBRÁZEK 18).

**Stratigrafický rozsah:** Sv. karbon – eocén.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.





OBRÁZEK 18: Příklad zachování rodu *Gervillia* na lokalitě. Měřítko značí 1 cm.

**Rod:** *Pseudoptera* MEEK, 1873

**Typový druh:** *Avicula anomala* SOWERBY, 1836 = *Pseudoptera anomala* SOWERBY, 1836

**Diagnóza rodu:** Středně velká, kosá, kosodélníková, inekvivalvní schránka, běžně s radiálními liniemi. Levá miska s hranatým, mírně vystupujícím vrcholem a relativně velkým, oblým, předním ouškem protaženým směrem dolů; zadní ouško bývá vyvinuté jako tupé, pouze výjimečně zašpičatělé křídélko. Silný, tupý přední zub a dlouhý, podélný, zadní zub zapadají mezi dva zuby na misce pravé. Ligament vnější, opisthodontický.

## ***Pseudoptera* sp.**

TABULE 2, OBR. B,C

1843 *Gervillia (Avicula) anomala* SOWERBY; GEINITZ, p. 15, taf. iii – fig. 8

1875 *Avicula anomala* SOWERBY.; GEINITZ, p. 207, taf. 46 – fig. 5,6

1909 *Avicula anomala* SOWERBY; WANDERER, p. 25, tafel iv. – fig. 2

1911 *Pteria (Pseudoptera) anomala*, SOW.; WOODS, p. 64, plate ix. – figs. 2-4

1911 *Avicula anomala*, SOW.; FRIČ, p. 41, fig. 184

2014 *Pseudoptera anomala?* (SOWERBY in FITTON, 1836); NIEBUHR *et al.*, p. 111, fig. 6 – f

**Materiál:** 47 vzorků; LK-P 0019-a, LK-P 0038-a, LK-P 0049, LK-P 0051-a, LK-P 0051-b, LK-P 0056-a, LK-P 0057-d, LK-P 0066, LK-P 0069-a, LK-P 0076-a, NM-P 0015, NM-P 0026, NM-P 0027, NM-P 0028, NM-P 0029, NM-P 0030, NM-P 0031, NM-P 0032-a, NM-P 0032-b, NM-P 0033, NM-P 0034-a, NM-P 0034-b, NM-P 0034-c, NM-P 0035, NM-P 0036, NM-P 0037, NM-P 0038, NM-P 0039, NM-P 0040, NM-P 0041, NM-P 0042, NM-P 0043, NM-P 0044, NM-P 0045, NM-P 0046, NM-P 0047, NM-P 0048, NM-P 0049, NM-P 0050, NM-P 0051, NM-P 0052, NM-P 0053, NM-P 0062-q, NM-P 0062-r, NM-P 0070-b, NM-P 0089-c, NM-P 0099-b.

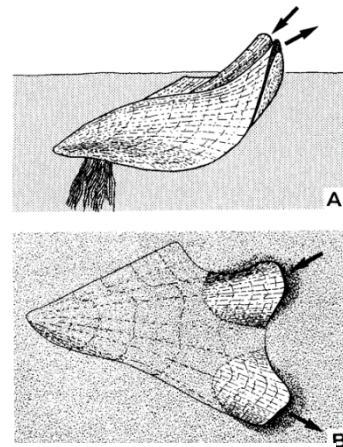
**Popis:** Otisky malých až středně velkých (výška 9–47 mm, šířka 6-29 mm; průměr 30 mm, 10 mm; GRAF 2) schránek.

Na vrstevní ploše se jeví jako ploché, trigonální, s ostrým vrcholem, celá schránka je však spíše oblá, suboválná, protáhlá, zalomená. Vrcholy zřídka dobře zachovány. Na vnitřních otiscích rozpoznatelné zbytky radiálního žebrování, na vnějších otiscích zachované i koncentrické linie – celkově tvořící jemný, mřížkový vzor. Výrazná ouška, zvláště zadní přecházející v křídlo.

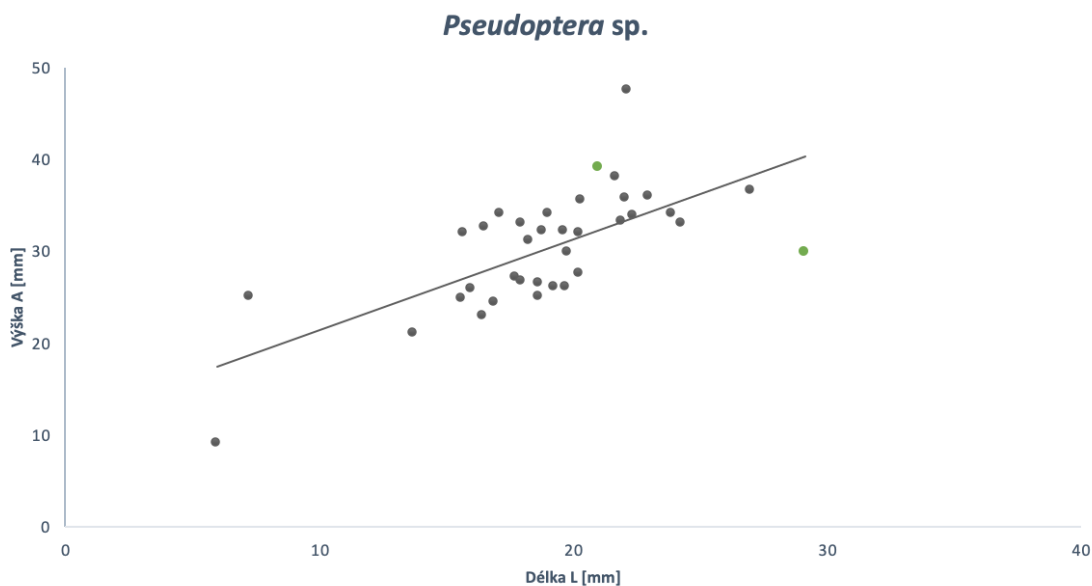
**Poznámky:** SAVAZZI (1984) zkoumal funkční morfologii a styl života rodu *Pseudoptera* a dospěl k závěru, že torze roviny komisury podél zámkové linie je ideální uzpůsobení zástupců pro život v měkkém substrátu – dochází tak k hlubšímu uchycení byssu, zadní část schránky vystupuje nad sediment horizontálně či v mírném úklonu a celá váha jedince je distribuována na větším povrchu (OBRÁZEK 19).

**Stratigrafický rozsah:** Křída.

**Geografický výskyt:** Evropa, Severní Afrika, Severní a Střední Amerika (USA), Japonsko.



OBRÁZEK 19: Rekonstrukce způsobu života rodu *Pseudoptera* (A) laterální pohled (B) pohled z vrchu naznačující část schránky nad sedimentem (SAVAZZI 1984)



GRAF 2: Velikostní distribuce zástupců rodu *Pseudoptera*; šedé body značí nálezy z jednotky P1, zelené z P2.

**Řád:** Pectinida GRAY, 1854

**Podřád:** Pectinidina GRAY, 1854

**Nadčeleď:** Pectinoidea RAFINESQUE, 1815

**Čeleď:** Pectinidae RAFINESQUE, 1815

**Podčeleď:** Pectininae RAFINESQUE, 1815

**Rod:** *Lyropecten* CONRAD, 1862

**Typový druh:** *Pallium estrellanum* (CONRAD, 1856) = *Lyropecten estrellanus* (CONRAD, 1856) = *Nodipecten estrellanus* (CONRAD, 1856) = *Pecten estrellanus* (CONRAD, 1856)

**Diagnóza rodu:** Relativně velká, silná, ekvivalvní schránka s koncentrickým zvlněním. Misky pleurothetické. Ouška vyvinutá, téměř symetrická. Byssální zářez dobře vyvinutý. Radiální žebrování nepřerušované, doplněné radiální striací. Zámek se dvěma nebo třemi páry hrubých kardinálních výstupků.

## ***Lyropecten* sp.**

TABULE 3, OBR. F

1875 *Pecten cenomanensis* D'ORB.; GEINITZ, p. 197, taf. 43 – fig. 17

1911 *Pecten Dujardini*, RÖM.; FRIČ, fig. 205

1918 *Pecten (Aeguipecten) decemcostatus* MÜNSTER; WOLDŘICH, p. 20, Tab. 1

2014 *Lyropecten ternatus* (MÜNSTER in GOLDFUSS, 1833); NIEBUHR *et al.*, p. 123, fig. 8 – b,d,g,h

**Materiál:** dva vzorky; LK-P 0069-h, NM-O8291.

**Popis:** Otisky drobných (6 a 11 mm, stejně dlouhých jako vysokých), pravidelných schránek typického kapkovitého tvaru. Obě ouška jsou částečně zachovaná. Povrch schránky tvořen asi čtyřmi většími vlnovými strukturami a s nimi souhlasnými, drobnými ~29 radiálními žebry.

**Poznámky:** NIEBUHR *et al.* (2014) synonymizovali starší názvy *Pecten dujardini*, *Pecten cenomanensis* a *Pecten decemcostatus* jako *Lyropecten ternatus*.

**Stratigrafický rozsah:** Sp. křída – paleocén.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Rod:** *Neithea* DROUET, 1825

**Typový druh:** *Pecten aequicostatus*, LAMARCK 1819

**Diagnóza rodu:** Schránka oble trigonální, výrazně inekvivalvní a mírně inekvilaterální, s pravidelné žebrováním – čtyři až šest vyvýšených žeber a 3 až 4 menších (nebo drobná radiální striace) mezi nimi. Obě ouška vyvinutá, symetricky nebo s větším předním ouškem. Pravá miska konvexní, levá téměř plochá nebo mírně konkávní. Byssální zářez většinou mělký, ale dobře vyvinutý. Zámek tvořený dvěma rozbíhajícími se, kardinálními zuby s příčnou striací na pravé misce, jeden na každé straně ligamentové prohlubně, a se dvěma korespondujícími výběžky na misce levé.

## ***Neithea* sp.**

TABULE 3, OBR. E

1843 *Pecten quadricostatus* SOWERBY; GEINITZ, p. 16, taf. iii – fig. 14,15

1875 *Vola quinquecostata* SOWERBY; GEINITZ, p. 201, taf. 45 – fig. 8,9

1875 *Vola notabilis* MÜNSTER; GEINITZ, p. 202, taf. 45 – fig. 10-12

1909 *Vola quinquecostata* SOWERBY; WANDERER, p. 33, tafel v. – fig. 15

1909 *Vola notabilis* MÜNSTER; WANDERER, p. 33, tafel v. – fig. 16

1918 *Pecten (Neithea) quinquecostatus* SOWERBY; WOLDŘICH, p. 20, Tab. 1 – obr. 12

1933 *Neithea notabilis* (MÜNST); HÄNTZSCHEL, tafel 4, fig. 17,18

2013 *Neithea quinquecostata* (J. SOWERBY, 1814); SCHNEIDER *et al.*, p. 580, fig. 12J,K

2014 *Neithea quinquecostata* (SOWERBY, 1814); NIEBUHR *et al.*, p. 135, fig. 10 – h, i

**Materiál:** 2 vzorky; NM-P 0014, NM-P 0020.

**Popis:** Otisky dvou pravých misek, malých, oblých, subtrigonálních. Vrchol vtočený. Rozeznatelná 4 velká radiální žebra, s náznaky drobnější radiální ornamentace. U vzorku NM-P 0020 výraznější krenulace na ventrální straně a rozeznatelné výrazně vyvinuté přední ouško.

**Poznámky:** Woldřich (1918) popisuje nález jedné misky *Neithea quinquecostata* z korycanských vrstev v okolí Neratovic, s podobnými rozměry (15 mm, 11 mm), kterou přiřazuje běžnému druhu *Pecten (Neithea) quinquecostatus*. Mimo to popisuje nález

jedné levé misky, na níž na základě rozdílného žebrování nově definuje *Pecten (Neithea) Woodsi*.

Vzorek NM–P 0014 s výrazným ouškem a krenulací na ventrální straně pravděpodobně odpovídá druhu *Neithea (Neithella) notabilis*.

**Stratigrafický rozsah:** Sp. křída – paleocén.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Podřád:** Entoliidina HAUTMANN, 2011

**Nadčeleď:** Entolioidea TEPPNER, 1922

**Čeleď:** Entoliidae TEPPNER, 1922

**Podčeleď:** Entoliinae TEPPNER, 1922

**Rod:** *Entolium* MEEK, 1865

**Typový druh:** *Pecten demissus* PHILLIPS, 1829

**Diagnóza rodu:** Schránka suborbikulární, ekvivalvní a rovnoměrně konvexní. Misky hladké nebo s jemně radiální či koncentrickou skulpturou. Na pravé misce rovná zámková linie, na levé přecházející ouška. Byssální zářez chybí ve všech vývojových stádiích. Rýhovaný štít se táhne paralelně se zámkovou linií, po obou stranách ligamentové prohlubně.

## ***Entolium* sp.**

TABULE 3, OBR. G

1909 *Pecten (Entolium) membranaceum* NILSSON; WANDERER, p. 32, tafel v. – fig. 11

1918 *Pecten (Entolium) membranaceum* NILSSON; WOLDŘICH, p. 16

1933 *Pecten (Entolium) membranaceus* NILSSON; HÄNTZSCHEL, tafel 4, fig. 14

1997 *Entolium membranaceum* (NILSSON, 1827); SMETTAN, p. 122, tafel 5 – fig. 1

2005 *Entolium* sp.; HRADECKÁ *et al.*, plate 1 – fig. n

2014 *Entolium membranaceum* (NILSSON, 1827); NIEBUHR *et al.*, p. 135, fig. 10 – o

**Materiál:** 2 vzorky; NM-O8289, NM-O8290.

**Popis:** Dva otisky fragmentů pectenoidní schránky. Tvar oblý, pravidelný, povrch hladký. Obě ouška souměrně vyvinuta, plynně navazují na okraje schránky. Horní hrana jemně prohnutá.

**Poznámky:** WOLDŘICH (1918) popisuje nález jedné misky z korycanských vrstev v okolí Neratovic a připisuje, že je podle něj druh *Entolium membranaceum* přítomný téměř ve všech „vrstvách českého útvaru křídového“.

**Stratigrafický rozsah:** Stř. trias – sv. křída.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Infratřída:** Heteroconchia HERTWIG, 1895

**Kohorta:** Uniomorphi GRAY, 1854

**Podkohorta:** Unioni GRAY, 1854

**Megařád:** Unionata GRAY, 1854

**Řád:** Trigoniida DALL, 1889

**Nadčeleď:** Trigonioidea LAMARCK, 1819

**Čeleď:** Trigoniidae LAMARCK, 1819

**Podčeleď:** Trigoniinae LAMARCK, 1819

**Rod:** Trigonia BRUGUIÈRE, 1789

**Typový druh:** *Venus sulcata* HERMANN, 1781

**Diagnóza rodu:** Trigonální až oble trigonální, inekvivalvní schránka, misky silně inekvilaterální. Vrchol výrazný, zašpičatělý. Výrazný, široký štít (= „*area*“), hladký nebo s příčnými či radiálními žebry; vnější hrana štítu (= „*marginal carina*“) výrazná, zubatá, vnitřní (= „*escutcheon carina*“) tupá/oblá. Zbytek schránky (= „*flank*“) s navazujícími koncentrickými žebry.

## ***Trigonia* sp.**

TABULE 3, OBR. C; TABULE 4, OBR. D

1875 *Trigonia sulcataria*; FRIČ, p. 117, fig. 97i

1911 *Trigonia sulcataria*, LAM.; FRIČ, p. 34, fig. 150

1918 *Trigonia sulcataria* LAMARCK; WOLDŘICH, p. 10

**Materiál:** 4 vzorky; LK-P 0069-f, NM-O8300, NM-P 0092, NM-P 0093.

**Popis:** Trigonální, středně velká schránka, v přední části oblá, v zadní části protáhlá a zkosená. Vrchol zašpičatělý, mírně vystupující. Délka větší než výška (průměr A/L=0,83). Ornamentace velmi špatně zachovaná, v některých případech schránka téměř hladká, na vzorku NM-O8300 v přední části schránky rozeznatelných šest koncentrických žeber, přičemž poslední žebro pokračuje v pozvolné vlnovce do zadní části schránky (flanku).

**Poznámky:** WOLDŘICH (1918) popisuje nález dvou misek *Trigonia sulcataria* z korycanských vrstev v okolí Neratovic.

**Stratigrafický rozsah:** Sp. perm – paleocén.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Kohorta:** Cardiomorphi FÉRUSSAC, 1822

**Podkohorta:** Carditoni DALL, 1889

**Řád:** Carditida DALL, 1889

**Nadčeleď:** Crassatelloidea FÉRUSSAC, 1822

**Čeleď:** Astartidae D'ORBIGNY, 1844

**Podčeleď:** Eriphylinae CHAVAN, 1952

**Rod:** *Eriphyla* GABB, 1864

**Typový druh:** *Eriphyla umbonata*, GABB 1864

**Diagnóza rodu:** Středně velká až velká, čočkovitá, plochá, téměř ekvilaterální schránka s vystupujícím, zašpičatělým vrcholem. Povrch schránky hladký nebo s jemnou skulpturou tvořenou relativně pravidelnou, koncentrickou laminací. Nevýrazný, mírně propadlý štítek; úzký štít. Zámková linie se dvěma kardinálními zuby na každé misce. Přední adduktory oblé, oválné až fazolové, protáhlé ve směru paliální linie; paliální linie může být u postero-ventrálního okraje mírně zkosená. Okraj schránky hladký nebo krenulovaný.

## ***Eriphyla* sp.**

TABULE 4, OBR. B,C

1843 *Lucina lenticularis* GOLDFUSS; GEINITZ, p. 13, taf. ii – fig. 4-6

1909 *Eriphyla lenticularis* GOLDFUSS; WANDERER, tafel vii. – fig. 10

1911 *Eriphyla (Lucina) lenticularis*, GOLDF.; FRIČ, p. 35, fig. 156

1994 *Eriphyla* cf. *lenticularis* (GOLDFUSS, 1841); MALCHUS *et al.*, pl. 3, fig. 1,3,5; pl. 6, fig. 1-12

**Materiál:** 13 vzorků, LK-P 0010, LK-P 0024, LK-P 0029-a, LK-P 0030-b, LK-P 0044-b, LK-P 0045-a, LK-P 0057-e, LK-P 0076-b, NM-P 0086-a, NM-P 0087, NM-P 0088, NM-P 0089-a, NM-P 0089-b.

**Popis:** Vnitřní otisky středně velkých (výška 14-24 mm, šířka 15-26 mm; průměr 20 mm, 20 mm), čočkovitých až oble kosočtverečných, plochých až mírně konvexních schránek. Vrchol ostrý, prosogyrní, vystupující a mírně se stáčejší. Postero-ventrální okraj rovný, kosý, přecházející v obloukovitý okraj zbytku schránky. Povrch hladký, s téměř nezatelnými náznaky přírůstkových linií.

**Poznámky:** Tvar schránky podobný rodu *Lucina*, se kterým byli zástupci v minulosti zaměňováni (viz synonymika). Odlišuje je hlavně tvar předních adduktorů (u rodu *Lucina* prodloužené, odchylující se od paliální linie směrem do středu schránky), paliální linie (u rodu *Lucina* pravidelná, oblá, komarginální) a zámkové linie. Vzhledem ke způsobu zachování jedinců na lokalitě jsou dané znaky velmi těžko rozlišitelné, při určení se primárně vycházelo z tvaru schránky a tradiční literatury – zatímco *Eriphyla lenticularis* je běžným zástupcem evropského cenomanu, rod *Lucina* je běžně popisován až z turonu.

**Stratigrafický rozsah:** Stř. jura – paleocén.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Podkohorta:** Cardioni FÉRUSSAC, 1822

**Infrasubkohorta:** Cardiidia FÉRUSSAC, 1822

**Megařád:** Cardiata FÉRUSSAC, 1822

**Nadřád:** Cardiiformii FÉRUSSAC, 1822

**Řád:** Cardiida FÉRUSSAC, 1822

**Podřád:** Cardiidina FÉRUSSAC, 1822

**Hyporder:** Cardioidei FÉRUSSAC, 1822

**Nadčeleď:** Cardioidea LAMARCK, 1809

**Čeleď:** Cardiidae LAMARCK, 1809

**Podčeleď:** Protocardiinae REUSS, 1846

**Rod:** *Protocardia* VON BEYRICH, 1845

**Typový druh:** *Cardium hillanum* SOWERBY, 1813

**Diagnóza rodu:** Schránka oble čtvercová; vrchol téměř centrální; misky téměř ekvivalvní i ekvilaterální. V zadní části typicky radiální žebrování, ve zbytku schránky koncentrické. Zámková linie dlouhá, mírně klenutá; kardinální zuby 2 a 3b větší, zahnuté směrem nahoru, kopírující spodní hranici zámkové plošiny. Paliální linie plynulá, někdy s malým záhybem poblíž zadního svalového vtisku.

## ***Protocardia* sp.**

TABULE 3, OBR. D; TABULE 4, OBR. F

1843 *Cardium Hillanum* SOWERBY; GEINITZ, p. 13, taf. ii – fig. 10,11

1875 *Protocardium hillanum* SOW.; GEINITZ, p. 230, taf. 50 – fig. 11,12

1909 *Protocardia hillana* (SOWERBY); WANDERER, p. 42, tafel vii. – fig. 16

1911 *Protocardia Hillana* (SOW.); WOODS, p. 197, plate xxxi. – figs. 6, plate xxxii. – figs. 1-6

1911 *Protocardium hillanum*, SOW.; FRÍČ, p. 32, fig. 140

1918 *Protocardia Hillana* (SOWERBY); WOLDŘICH, p. 36

2005 *Protocardia (P.) hillana* (J. SOWERBY, 1813); HRADECKÁ *et al.*, plate 1 – fig. b-g

2014 *Protocardia hillana* (SOWERBY, 1813); NIEBUHR *et al.*, p. 149, fig. 12 – h

2014 *Protocardia hillana* (J. SOWERBY 1813); AYOUN-HANNA *et al.*, plate 10, fig. 8, 9a,b

**Materiál:** 27 vzorků; LK-P 0016, LK-P 0020-a, LK-P 0021, LK-P 0027-b, LK-P 0031, LK-P 0032-b, LK-P 0033-a, LK-P 0035-b, LK-P 0057-c, LK-P 0059, LK-P 0062-a, LK-P 0071-a, LK-P 0073, LK-P 0077, NM-P 0004, NM-P 0005, NM-P 0006, NM-P 0007, NM-P 0008, NM-P 0009, NM-P 0010, NM-P 0011, NM-P 0012, NM-P 0013, NM-P 0016, NM-P 0024, NM-P 0095.

**Popis:** Otisky středně velkých (výška 20–58 mm, šířka 28-85 mm; průměr 37 mm, 43 mm; GRAF 3), kruhových až oválných, mírně vypouklých schránek. Zadní okraj schránky rovný nebo krenulovaný, svírající tupý úhel se zámkovou linií. Přední i spodní okraj oblý, navazující ve volném oblouku. Vrchol vystupující, zašpičatělý, subcentrální a ortogyrní. Skulptura na většině schránky tvořena pravidelnými, koncentrickými žebry; v zadní části 9-14 radiálních žeber.

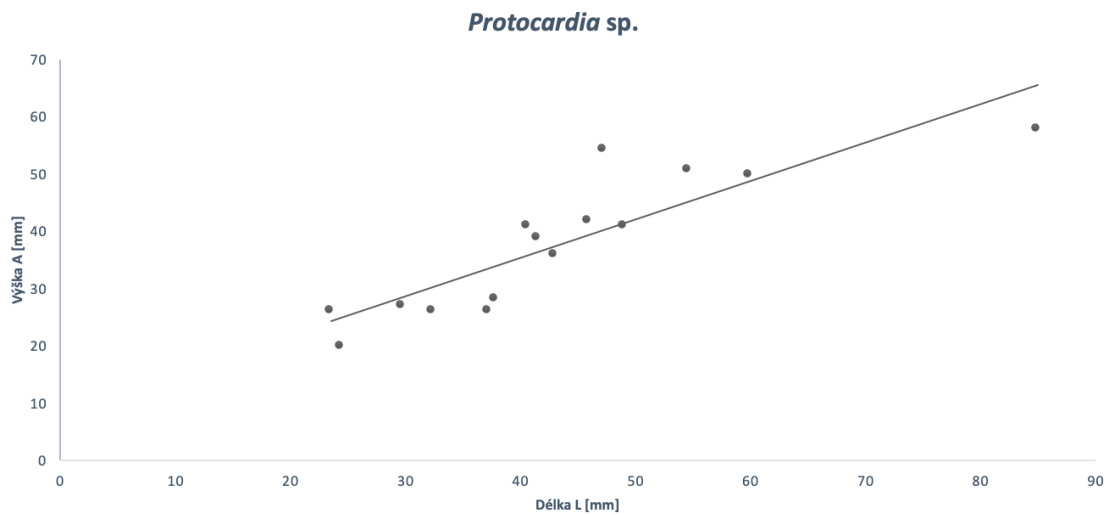


**Poznámky:** Nejčastější nálezy artikulovaných jedinců, většinou na vrstevní ploše v poloze „butterfly“ (7), pouze výjimečně uzavřené (3); z disartikulovaných jedinců bylo zaevidováno 9 levých misek a 8 pravých.

Rod *Protocardia* je v rámci mesozoika považován za jednu z nejrozšířenějších skupin mlžů. Běžně dominuje brakickým společenstvům (FÜRSICH 1993), ale jeho výskyt byl zaznamenán i v tmavých sedimentech dysoxických podmínek (HRADECKÁ *et al.* 2005).

**Stratigrafický rozsah:** Sv. trias – sv. pleistocén.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.



GRAF 3: Velikostní distribuce zástupců rodu *Protocardia*.

**Nadčeleď:** Tellinoidea BLAINVILLE, 1814

**Čeleď:** Tellinidae BLAINVILLE, 1814

**Rod:** *Tellina* LINNAEUS, 1758

**Typový druh:** *Tellina radiata* Linnaeus, 1758

**Diagnóza rodu:** Podlouhlá, hladká, lesklá schránka s inekvilaterálními miskami. Ligament vnější. Zámek se dvěma kardinálními a dvěma laterálními zuby na každé misce. V zadní části sifonální otvor. Povrch se soustřednou skulpturou nebo hladký.

## ***Tellina* sp.**

TABULE 4, OBR. A,E

1875 *Tellina (Arcopagia) semicostata* A. RÖMER; GEINITZ, taf. 51 – fig. 9

1911 *Tellina semicostata*, REUSS.; FRIČ, p. 35, fig. 157; p. 39, fig. 174

1918 *Tellina semicostata* ROEMER; WOLDŘICH, p. 33

**Materiál:** 3 vzorky, LK-P 0013, LK-P 0042-b, NM-O8302.

**Popis:** Vnitřní otisky menších (výška 12-15 mm, šířka 17-21 mm; průměr 14 mm, 19 mm), protáhlých, suboválných schránek; relativně špatně zachovaných. Vrchol téměř centrální, ortogyrní. Vnější povrch pokrytý jemnými, koncentrickými, přírůstkovými liniemi.

**Poznámky:** V rámci této práce jde společně s následujícím rodem *Icanotia* o jediné zástupce detritofágních mlžů. Podle AYOUB-HANNA & FÜRSICHA (2012) absence detritofágů ve společenstvu ukazuje na velmi malé množství organiky v sedimentu a na prostředí přímo ovlivněné vlněním nebo mořským prouděním.

Recentní zástupci žijí zahrabáni v měkkém písčitém či bahnitěm dně, mnoho druhů leží na levé misce pod povrchem dna a vysunutými, oddělenými nebo spojenými sifony pátrají po povrchu dna po částech potravy.

**Stratigrafický rozsah:** Sv. perm – recent.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.

**Čeleď:** Icanotiidae CASEY, 1961

**Rod:** *Icanotia* STOLICZKA, 1870

**Typový druh:** *Psammobia impar* ZITTEL, 1865

**Diagnóza rodu:** Schránka oválně protáhlá, laterálně zúžená, ekvivalvní. Přední část zúžená. Misky hladké až radiálně žebrované, zvláště v zadní části. Spodní okraj krenulovaný. Zámek se dvěma kardinálními zuby v každé misce, žádné zuby postranní. Plášťový záhyb velký, hluboký, zakulacený.

## ***Icanotia* sp.**

TABULE 4, OBR. G

1875 *Psammobia Zitteliana* GEIN.; GEINITZ, taf. 51 – fig. 9

1918 *Baroda (Icanotia?) impar* ZITTEL; WOLDŘICH, p. 34

2014 *Icanotia zitteliana* (GEINITZ, 1873); NIEBUHR *et al.*, p. 149, fig. 12 – m

**Materiál:** dva vzorky; NM-P 0098, NM-P 0099-a.

**Popis:** Otisky podlouhlých, oválných, tenkých schránek. Vrchol v přední části schránky, v zadní části sifonální otvor. Povrch téměř hladký, náznak koncentrických žeber, v zadní části schránky slabý náznak radiální skulptace.

**Poznámky:** V rámci této práce jde společně s rodem *Tellina* o jediné zástupce detritofágních mlžů. Podle AYOUB-HANNA & FÜRSICHA (2012) absence detritofágů ve společenstvu ukazuje na velmi malé množství organiky v sedimentu a na prostředí přímo ovlivněné vlněním nebo mořským prouděním.

**Stratigrafický rozsah:** Sp. – sv. křída.

**Geografický výskyt:** Evropa, Severní Amerika, Indie, Čína.

**Megařád:** Solenata DALL, 1889  
**Řád:** Hiatellida CARTER, 2011  
**Nadčeleď:** Hiatelloidea GRAY, 1824  
**Čeleď:** Hiatellidae GRAY, 1824  
**Podčeleď:** Panopeinae BRONN, 1862  
**Rod:** *Panopea* MÉNARD DE LA GROYE, 1807

**Typový druh:** *Panopea faujasi* MÉNARD DE LA GROYE, 1807

**Diagnóza rodu:** Středně velké až velké schránky, protáhlé, s výrazným sifonálním otvorem. Vrcholy subcentrální, ligament vnější, nymfy ligamentu výrazné a vysoké. Zámek s jedním kardinálním zubem v každé misce. Výrazný, široký plášťový záhyb.

## ***Panopea* sp.**

TABULE 4, OBR. H1,2

1843 *Panopaea Gurgites* BRONGNIART; GEINITZ, p. 12 taf. ii – fig. 2

1911 *Panopaea gurgitis* (BRONGN.); WOODS, p. 222, plate xxxv. – figs. 9-14, plate xxxvi. – figs.

1-8

1911 *Panopaea gurgitis*, BRONGN.; FRIČ, p. 38, fig. 171

2014 *Panopea gurgitis?* (BRONGNIART, 1822); NIEBUHR *et al.*, p. 149, fig. 12 – i

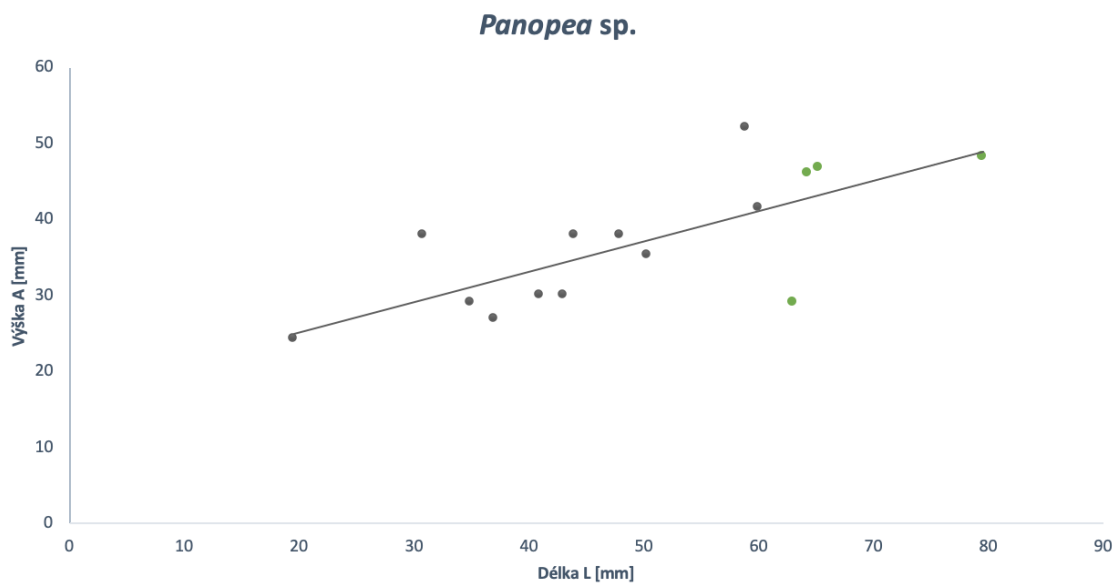
**Materiál:** 15 vzorků, LK-P 0022, LK-P 0047, LK-P 0050-a, LK-P 0056-d, LK-P 0057-a, LK-P 0057-b, LK-P 0074, NM-P 0017, NM-P 0018, NM-P 0019, NM-O8294, NM-P 0054, NM-P 0055, NM-P 0056, NM-P 0057.

**Popis:** Otisky relativně velkých (výška 24-54 mm, šířka 31-63 mm; průměr 38 mm, 50 mm; GRAF 4), protáhlých, suboválných, robustních schránek s výrazným otvorem. Ornamentace dobře vyvinutých komarginálních žeber. Přední okraj zaoblený, zadní komolý, seříznutý.

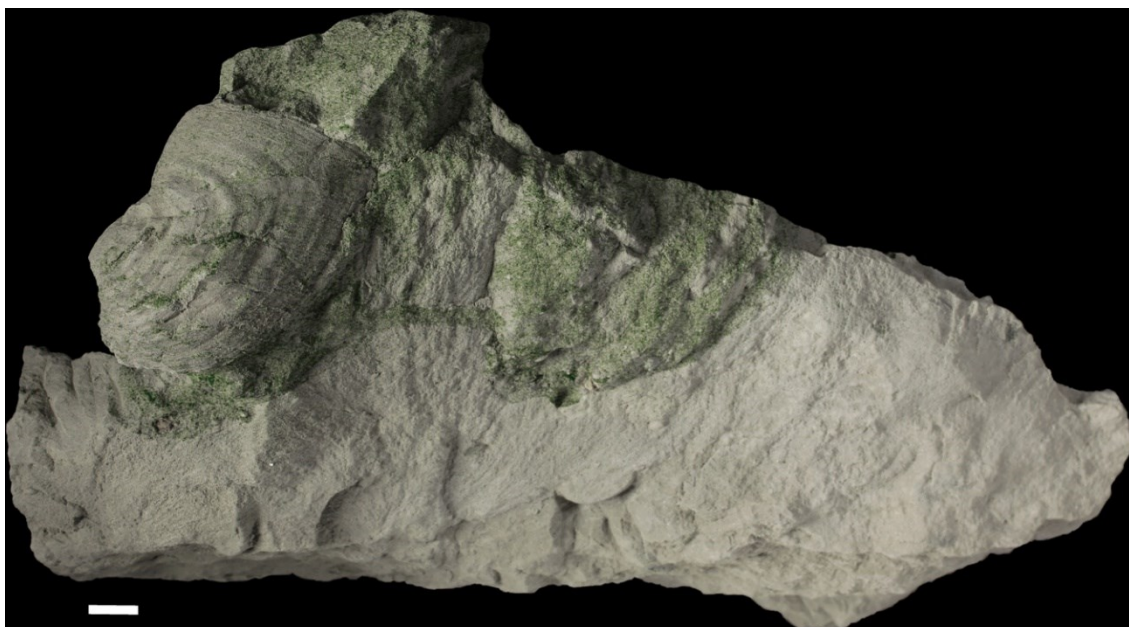
**Poznámky:** Zástupci rodu žijí hluboce infauně, až několik desítek centimetrů v sedimentu; potravu získávají pomocí dlouhého sifonu. Většina nálezů tvoří uzavřené schránky jedinců *in-situ* (OBRÁZEK 20), pouze dva nálezy jsou spojené misky v pozici „butterfly“. Tato skutečnost je podrobněji diskutována v následující kapitole.

**Stratigrafický rozsah:** Stř. trias – recent.

**Geografický výskyt:** Kosmopolitní.



GRAF 4: Velikostní distribuce zástupců rodu *Panopea*; šedé body značí nálezy z jednotky P1, zelené z P2.



OBRÁZEK 20: *Panopea* (NM-O8294) v životní pozici – zelená barva sedimentu je charakteristická pro glaukonitickou polohu P2a, ze které se jedinci provrtávali do podložní vrstvy P1e; fotografie byla upravena zvýrazněním zelených podtónů. Měřítko značí 1 cm.

## 5. Paleoekologická analýza a diskuze

Zástupci mlžů charakterizují na lokalitě Pecínov hlavní složku bentické makrofauny. V rámci práce bylo celkem zpracováno a zkatalogizováno 338 vzorků, přičemž relevantně určeno na úroveň rodů bylo 297 jedinců, převážně z jednotky P1 pecínovského členu. Celkem bylo rozpoznáno 20 rodů (TABULKA 1) z 15 čeledí a 9 řádů. V rámci funkční morfologie a způsobu života se na lokalitě vyskytují zástupci všech hlavních skupin – epifauny, semi-ifauny i infauny (OBRÁZEK 21). Jedná se tak o středně bohaté společenstvo, napovídající, že k usazení jednotky P1 došlo ještě před začátkem anoxické události, během normálních marinních podmínek.

Mezi nálezy jsou relativně velcí zástupci, například *Pinna* (5,39%), *Stegoconcha* (0,34%) a *Panopea* (5,05%), nicméně společenstvu výrazně dominují středně velcí až malí zástupci, zvláště pak *Cucullaea* (27%), *Pseudoptera* (15,82%) a *Modiolus* (14,14%).

| Rod                             | Počet | Výskyt [%]<br>n = 297 |                              |
|---------------------------------|-------|-----------------------|------------------------------|
| <b><i>Nucula</i> sp.</b>        | 11    | 3,70                  | infauní filtrátor            |
| <b><i>Modiolus</i> sp.</b>      | 42    | 14,14                 | semi-ifauní filtrátor        |
| <b><i>Cucullaea</i> sp.</b>     | 83    | 27,95                 | infauní filtrátor            |
| <b><i>Gryphaeostrea</i> sp.</b> | 5     | 1,68                  | epifauní filtrátor           |
| <b><i>Rhynchostreon</i> sp.</b> | 5     | 1,68                  | epifauní filtrátor           |
| <b><i>Pycnodonte</i> sp.</b>    | 1     | 0,34                  | epifauní filtrátor           |
| <b><i>Pinna</i> sp.</b>         | 16    | 5,39                  | semi-ifauní filtrátor        |
| <b><i>Stegoconcha</i> sp.</b>   | 1     | 0,34                  | semi-ifauní filtrátor        |
| <b><i>Pteria</i> sp.</b>        | 1     | 0,34                  | epifauní filtrátor           |
| <b><i>Gervillia</i> sp.</b>     | 15    | 5,05                  | semi-ifauní filtrátor        |
| <b><i>Pseudoptera</i> sp.</b>   | 47    | 15,82                 | semi-ifauní filtrátor        |
| <b><i>Lyropecten</i> sp.</b>    | 2     | 0,67                  | epifauní filtrátor           |
| <b><i>Neithea</i> sp.</b>       | 2     | 0,67                  | epifauní filtrátor           |
| <b><i>Entolium</i> sp.</b>      | 2     | 0,67                  | epifauní filtrátor           |
| <b><i>Trigonia</i> sp.</b>      | 4     | 1,35                  | infauní filtrátor            |
| <b><i>Eriphyla</i> sp.</b>      | 13    | 4,38                  | infauní filtrátor            |
| <b><i>Protocardia</i> sp.</b>   | 27    | 9,09                  | infauní filtrátor            |
| <b><i>Tellina</i> sp.</b>       | 3     | 1,01                  | (hluboce) infauní detritofág |
| <b><i>Icanotia</i> sp.</b>      | 2     | 0,67                  | infauní detritogág           |
| <b><i>Panopea</i> sp.</b>       | 15    | 5,05                  | (hluboce) infauní filtrátor  |

TABULKA 1: Taxonomický přehled rodů pecínovského společenstva s celkovým počtem relevantních vzorků, procentuálním zastoupením a životní strategií.

V rámci paleoekologické analýzy byly všechny rody rozříděny do skupin podle způsobu života a potravní strategie. V rámci pecínovského společenstva byly identifikovány čtyři hlavní skupiny:

#### **Infauní filtrátoři:**

Většina mlžů pecínovského společenstva patří do této skupiny, na lokalitě jednoznačně dominují. Skupinu můžeme dále rozdělit na mělce infauní (například *Protocardia*, *Trigonia*) a hluboce infauní (*Panopea*).

#### **Semi–infauní filtrátoři:**

Druhá nejpočetnější skupina, charakterizována převážně zástupci čeledí Pinnidae a Bakevelliidae.

#### **Epifauní filtrátoři:**

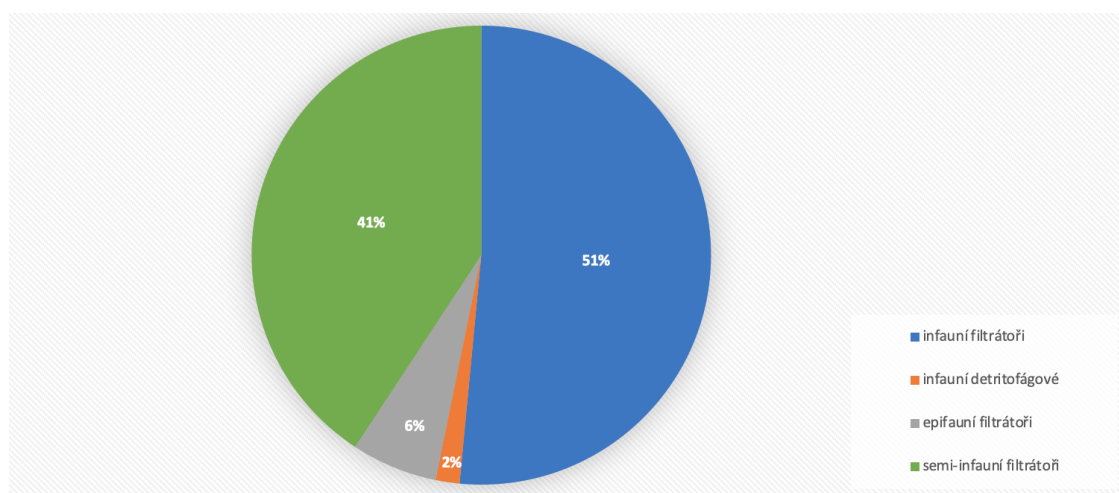
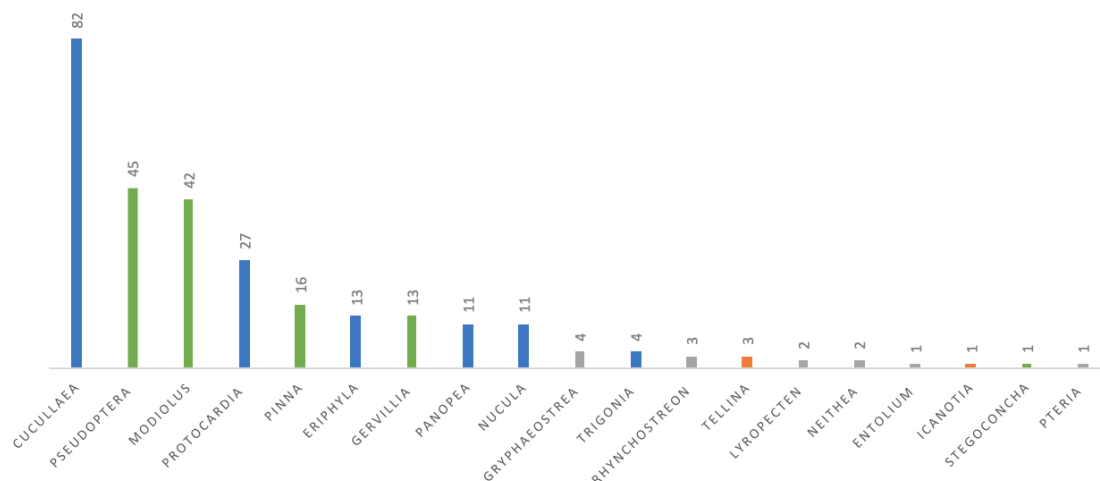
Většina mlžů náleží do této skupiny, nicméně na lokalitě Pecínov nejsou nijak početní. V rámci funkční morfologie se na lokalitě vyskytují zástupci tří podskupin: pevně přichycené byssové formy v exponovaném prostředí (*Pteria*), formy cementované k podkladu (*Rhynchostreon*, *Pycnodonte*) a volně žijící plavoucí i neplavoucí formy (*Gryphaeostrea*, *Neitheia*, *Lyropecten*, *Entolium*).

#### **Infauní detritofágové:**

Nejméně početná skupina, na lokalitě se téměř nevyskytuje. Nicméně vzhledem k relativně většímu zastoupení mezi nálezy z vyšších částí profilu (P2) se zdá, že by v těchto polohách mohli být zástupci skupiny běžnější.

Hlavní parametry kontrolující distribuci mlžů (a fauny obecně) jsou typ substrátu, energetičnost prostředí, salinita, teplota, přísun živin a dostatek kyslíku. Výrazná dominance filtrátorů (98%) v poloze P1 naznačuje relativně vysokoenergetické prostředí schopné udržet organickou hmotu v suspenzi. V takovém prostředí můžeme očekávat dostatek živin a kyslíku v celém profilu vodního sloupce (MOUSSAVOU 2017). Naopak praktická absence detritofágů (požíračů substrátu) naznačuje minimum organické hmoty v sedimentu – oblast by se tak dala interpretovat jako velmi intenzivně ovlivněna vlněním a/nebo proudy (AYOUB-HANNA & FÜRSICH 2012).

V rámci společenstva je zajímavá převaha infauních a semi-infauních zástupců (GRAF 5). Porovnáme-li pecínovské společenstvo s podobnými, stejně starými lokalitami (například WILMSEN 2017, AYOUB-HANNA & FÜRSICH 2012, SMETTAN 1997, AYOUB-HANNA *et al.* 2014), zjistíme, že jsou většinou dominovány epifauními filtrátory. Ti se však na lokalitě vyskytují jen ve velmi omezeném množství.



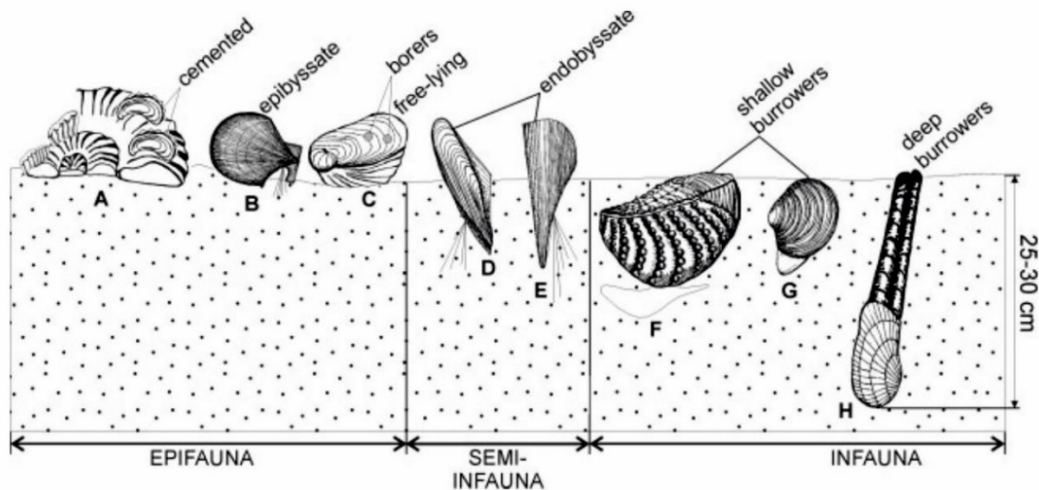
GRAF 5: Paleoekologická analýza rodů a životní strategie mlžiho společenstva z polohy P1 pecínovského členu.

Podle BRENCHELYHO & HARPERA (1998) může být pohyblivý substrát a turbidita vody pro epifauní zástupce výrazným limitujícím faktorem, zvláště v mělkovodních, příbřežních podmínkách – to by vysvětlovalo i jejich absenci na lokalitě Pecínov. Většina infauny, která společenstvu dominuje, je schopná na pohyb sedimentu reagovat rychlým vyhrabáním, nebo naopak zahrabáním v případě obnažení. Toto vysvětlení podporuje i fakt, že všichni přítomní zástupci epifauny mají funkční morfologii, díky které jsou schopni v prostředí „plavoucího“ dna přežít – jsou pevně přichyceni k pevným bodům pomocí cementace (*Rhynchostreon*), pomocí byssových vláken (*Lyropecten*), případně jsou schopni na substrátu „plavat“ pomocí tzv. ledovcové (= „iceberg“; *Gryphaeostrea*, *Neithea*) nebo sněžnicové (= „snowshoe“; *Entolium*) strategie (například THAYER 1975, ABERHAN 1994, LABARBERA 1981).

## 5.1. Tafonomie

Fauna je na lokalitě zachovaná pouze ve formě jader nebo jako otisky schránek. To s sebou nese přirozená pozitiva i negativa – díky jemnosti sedimentu jsou často zachovány i relativní detaily, na vnitřních otiscích je možné výjimečně rozeznat i svalové vtisky nebo paliální linie.

Naopak může docházet k velké míře deformace, ať již v průběhu diagenese nebo až v průběhu samotné práce s materiálem, kdy je jílovitý materiál velmi tvárný. Nejvíce postižení deformací jsou jedinci uloženi vertikálně, napříč vrstevní plochou, ale deformace je běžná i u horizontálně uložených jedinců. U některých vzorků může docházet i k relativně velké lokální deformaci – například vzorek LK-P 0032 (OBRÁZEK 22) se skládá z dobře zachovaných, artikulovaných misek uložených na vrstevní ploše, pravá miska je však výrazně podélně deformována.



OBRÁZEK 21: Zástupci mlžů podle stylu života a odpovídající funkční morfologie. Na lokalitě je možné nalézt zástupce všech vyobrazených skupin, například: (A) *Rhynchostreon* (B) *Lyropecten* (C) *Gryphaeostrea* (D) *Gervillia* (E) *Pinna* (G) *Protocardia* (H) *Panopea* (upraveno podle LAZO 2007).

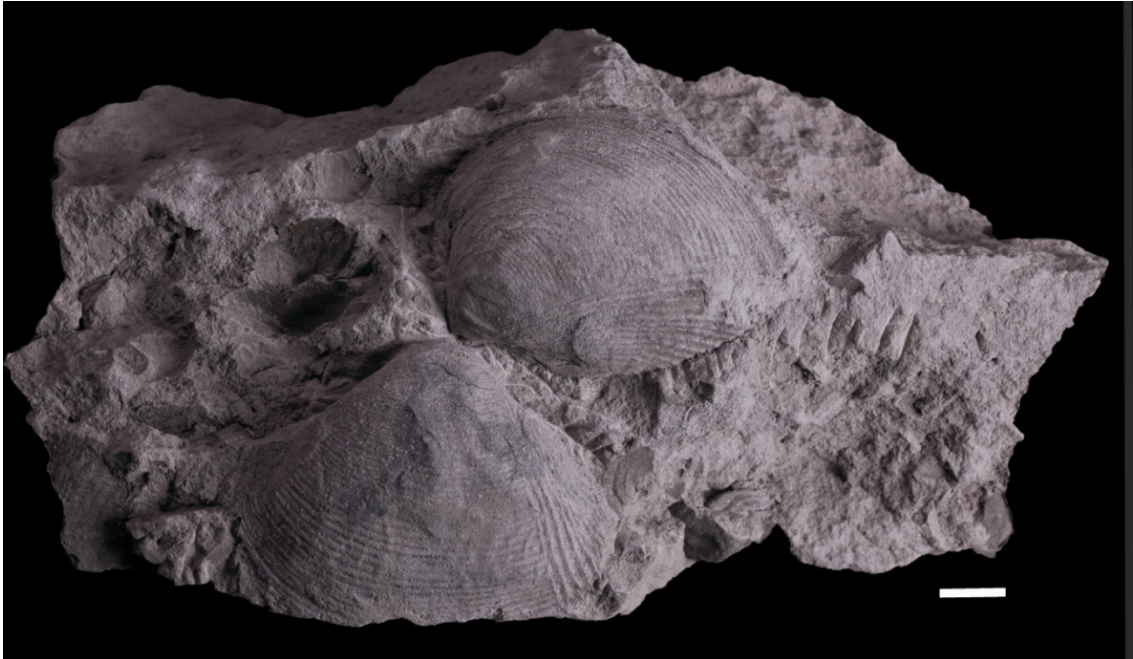
Jedinci se zachovávají *in-situ* zahrabaní v sedimentu (*Panopea*, *Cucullea*), ale relativně běžné jsou i polohy s velkou koncentrací schránek (tzv. „shell pavements“). Tyto plochy mohou být monodruhové, ale i smíšené včetně přítomnosti jiných skupin (například amonitů, ježovek). Schránky mohou být stále uzavřeny, ale vyskytují se i v pozici „butterfly“ (*Protocardia*) nebo jako samostatné misky. Schránky v těchto polohách nemívají souhlasnou orientaci.

Podle BOUCOTA *et al.* (1958) je stupeň disartikulace, společně s relativní mírou abraze a destrukce spolehlivý indikátor délky a intenzity transportu, kterým schránka mlže prošla od okamžiku smrti. Po uhynutí jedince běžně dochází k otevření schránky, která však drží pohromadě díky zbytkům organické hmoty – po jejím rozkladu (včetně ligamentu) dochází k oddělení misek. Velké množství artikulovaných schránek zachované na lokalitě v pozici „butterfly“ naznačuje, že jedinci mohli být po smrti transportováni relativně krátkou dobu a pouze na malou vzdálenost, k pohřbení došlo ještě před rozkladem organické hmoty, tedy relativně brzy po smrti – společenstvo je tedy možné považovat za para-autochtonní.

S tím je v souladu i zachování zástupců rodu *Pinna*, jejichž schránky jsou relativně tenké a velmi křehké – jakýkoliv transport vede k okamžitému poškození, fragmentaci až kompletní destrukci schránky. Všichni jedinci zpracovaní v rámci této práce mají chybějící zadní část schránky, přestože je většina jedinců artikulovaná – podle KOPPKY (2018) takové



zachování naznačuje přemístění schránky v době, kdy byl jedinec stále naživu, pravděpodobně vlivem silné bouřky.



OBRÁZEK 22: Artikulovaná schránka *Protocardia* (LK-P 0032) uložená v pozici „butterfly“ na vrstevní ploše – pravá miska je výrazně deformovaná. Měřítka značí 1 cm.

Dalším významným rodem pro rekonstrukce je *Panopea*. Zástupci žijí hluboce zahrabaní a ve většině případů se nám tak zachovávají *in-situ*. Tak jako u většiny hluboce infaunických mlžů je jejich preferovaným prostředím mělký subtidál (MCALESTER & RHOADS 1967) a obvykle preferují hloubky do 60 metrů. HANKEN *et al.* (2001) důkladně zkoumali ichnofosilní záznam doupěte zástupce *Panopea faujasi* z pozdního pliocénu a dospěli k závěru, že jedinec během svého života opakovaně měnil hloubku zahrabání. V případě příliš velkého přínosu sedimentu se mlž pohybuje směrem vzhůru, k povrchu substrátu – v takovém případě jedinec postupně přemísťuje sediment a zbytky schránek z nadloží směrem dolů. Naopak při rychlé erozi je jedinec schopný rychlého vypuštění vody směrem pod sebe a ztekutění sedimentu v přímém podloží, do kterého se následně zaboří. Opakované pohyby do nadloží i podloží implikují kolísání erozních a sedimentačních cyklů.

V rámci jednotky P1 se *Panopea* běžně zachovává jen jako samostatná, uzavřená schránka bez zbytků okolního sedimentu – v takovém případě je prakticky nemožné vyhodnotit její pohyb. Některé vzorky (například LK-P 0022) však mají na ventrální straně množství zbytků malých, špatně zachovaných schránek – potencionálně naznačujících vyšší rychlost sedimentace a nutnost jedince přesouvat se v sedimentu směrem vzhůru. V rámci jednotky P2a je možné rozlišit schránky zahrabané až 40 cm hluboko do podložní jednotky P1f, téměř výhradně sedící na „dně“ vrstvy. Z vyšších poloh také pochází dvě schránky v pozici „butterfly“, naznačující, že v těchto polohách docházelo ke zvýšené erozi schopné obnažit i jinak hluboce zahrabanou schránku infaunického jedince. Schránky jsou nicméně artikulované a nefragmentované – pravděpodobně tedy došlo k rychlému opětovnému pohřbení.

## 5.2. Klima a teplota

Jak již bylo diskutováno v předchozích částech práce, období křídý patří mezi nejteplejší v celé geologické historii Země. Vzhledem k teplému klimatu nedocházelo k tak výrazným rozdílům v rámci podnebných pásů, jaké známe z recentu, nicméně obecně rozlišujeme tzv. boreální (chladnomilnou) a tethydní (teplomilnou) faunu.

KAUFFMAN (1973) komplexně zpracoval globální společenstva mlžů a detailně rozlišil sedmáct subprovincií a přesně vymezil jejich přechody. Převážná většina rodů z pecínovského společenstva jsou kosmopolitní (*Modiolus*, *Pinna*, *Gervillia*, *Nucula*, *Trigonia*, *Neitheia*, *Entolium*, *Pycnodonte*, *Pteria*), případně globálně rozšířené v teplejších mořích (*Protocardia* a *Panopea*). Rody *Pseudoptera*, *Cucullea*, *Eriphyla* a *Gryphaeostrea* jsou nicméně přítomny ve společenstvech lokálně definující boreální faunu, zvláště pak severní část euroamerického regionu.

Pro přesnější a spolehlivější ukazatele by byla zapotřebí novější a komplexnější literatura a přesnější určení nálezů v rámci profilu, nicméně v teorii by takové společenstvo mohlo ukazovat na blízké spojení jak s tethydní, tak s boreální oblastí nebo na invazi boreální fauny v rámci krátkodobého ochlazení (například VOIGT *et al.* 2004, 2006; GALE & CHRISTENSEN 1996; O'CONNOR *et al.* 2019).

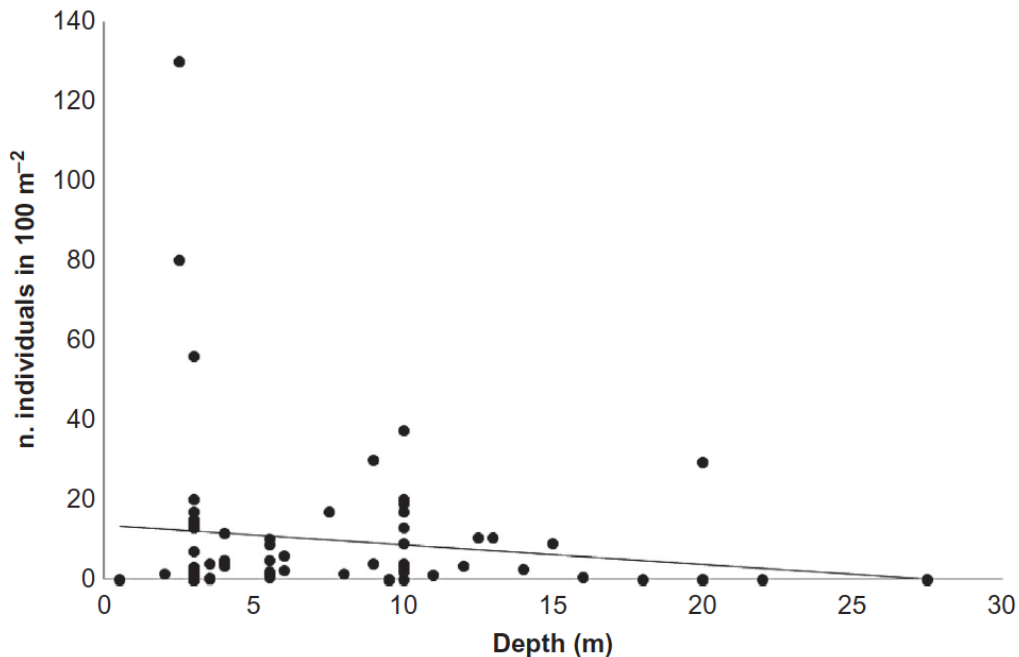
## 5.3. Paleobatymetrie

Přes relativně bohaté společenstvo mlžů z lokality Pecínov není většina z nich reálně použitelná pro přesnější paleobatymetrickou interpretaci. Převážně se jedná o kosmopolitní rody žijící v sublitorálním prostředí mělkého šelfu. Jako relevantní paleoekologický ukazatel hloubky mohou v omezené míře sloužit zástupci rodu *Pinna*, mimo jiné i díky relativně obsáhlé vědecké literatuře mapující životní podmínky recentních zástupců, zvláště pak druh *Pinna nobilis*, ale i dalších taxonů.

*P. nobilis* je druh endemitní pro mediteránní oblast, kde se svou maximální délkou 120 cm patří mezi největší mlže. Preferovaným habitatem jsou příbřežní oblasti v hloubkách 0,5-60 metrů, obzvláště na písčitém substrátu porostlém mořskou trávou posidonii mořskou (*Posidonia oceanica*), k jejímuž rozsáhlému kořenovému systému se v substrátu byssálně přichytává a zároveň využívá zvýšené ochrany před predátory i mořskými proudy (BASSO *et al.* 2015). Někteří autoři dokonce předpokládali přímou souvislost mezi rozšířením a hustotou populace v závislosti na výskytu posidonie – nicméně jsou známy i relativně bohaté populace *P. nobilis* v oblastech, kde se mořská tráva vůbec nevyskytuje (KATSANEVAKIS 2005).

Hustota populace *P. nobilis* obvykle stoupá přímo úměrně hloubce, a to přibližně do hloubky 15 m, poté opět výrazně klesá (OBRÁZEK 23). GARCÍA-MARCH *et al.* (2007) uvádějí hustotu 1 jedince/100 m<sup>2</sup> v hloubce 3 m, 6,5/100 m<sup>2</sup> v hloubce 5–10 m a 10,7/100 m<sup>2</sup> v hloubce 10–15 m. Na některých studovaných lokalitách (například KATSANEVAKIS 2005) se nejhlubší pozorovaný jedinec nacházel v hloubkách nepřekračující 25 m.

V minulosti bylo opakovaně pozorováno rozdělení populací *P. nobilis*, a to tak, že v menších hloubkách (do ~10 metrů) převládali menší jedinci, zatímco větší formy preferovaly hloubky větší. KATSANEVAKIS (2005) uvedl maximální hustotu výskytu malých jedinců v hloubce 4 m, větších v hloubce 12 m. Tento fakt vedl k mnoha dohadům a teoriím. Mnozí autoři předpokládali primární přichycení *Pinny* v mělkých hloubkách, ve kterých doroste do určité velikosti a poté se „přeplazí“ do hloubek větších. GARCÍA-MARCH *et al.* (2007) vypožorovali rozdílnou rychlost růstu a velikostí podmíněnou mortalitu v různých hloubkách – zatímco v pozorované hloubce 13 m byli mortalitou zasaženi hlavně jedinci do 30 cm, větší jedinci měli relativně dobrou míru přežití. U jedinců zaznamenaných v hloubce 6 m byl pozorován rychlejší růst v prvních 4-5 letech života, nicméně po dosažení délky 20-30 cm se růst téměř zastavil a většina jedinců zůstala zakrslá. V případě jedinců schopných dosáhnout větších velikostí v menší hloubce docházelo k velké míře úmrtnosti, s největší pravděpodobností důvodem hydrodynamických sil, nicméně velikostní rozdíly podmíněné predátory nebo antropogenními vlivy nejsou plně vyloučeny.



OBRÁZEK 23: Populační hustota (jedinci na 100 m<sup>2</sup>) vůči hloubkovému gradientu ukazuje klesající trend s vyšší hloubkou, největší hustoty je většinou dosaženo v hloubkách kolem 3 a 10 m. Je nicméně také nutné vzít v úvahu i počet relevantních studií (Basso *et al.* 2015).

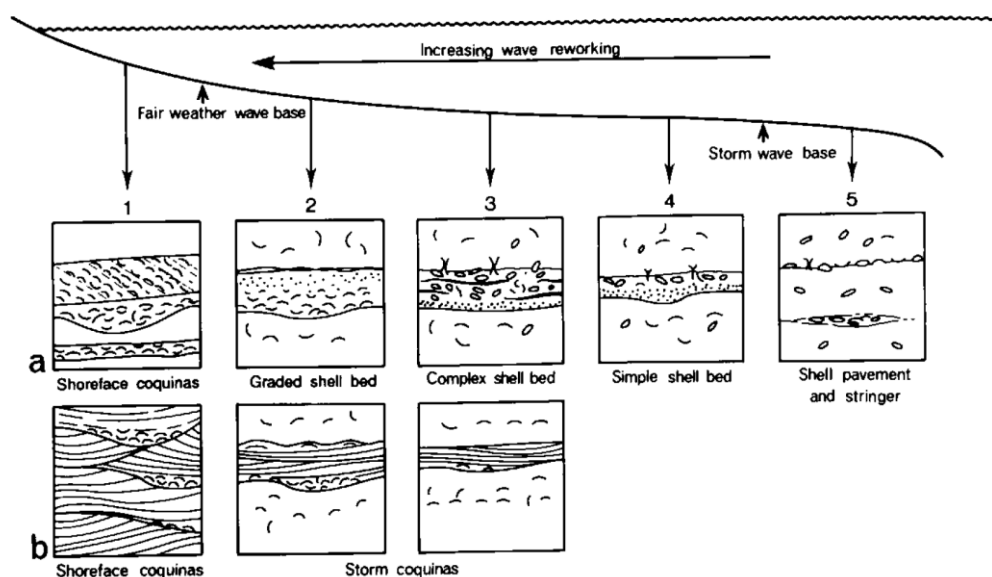
Křídové druhy nedosahují podobných rozměrů jako *P. nobilis*, při interpretacích ekologických aspektů z nich tak můžeme vycházet jen velmi volně. Zatímco *P. nobilis* dosahuje až 120 cm, *P. cretacea* dosahovala pravděpodobně maximálně třetinové výšky. Průměr nalezených jedinců rodu *Pinna* z lokality Pecínov je 100 mm (median 82,7 mm), přičemž největší jedinec má 197 mm (všechna měření bez zachovalé zadní části schránky). V rámci křídových společenstev tak můžeme jedince zařadit jako středně velké až velké.

Relativně velké zastoupení rodu v pecínovském společenstvu by mohlo ukazovat na mělkou hloubku, v recentu zástupci rodu *Pinna* preferovanou – tzv. ~15 metrů, s největší

pravděpodobností nepřesahující 25-30 metrů. Nicméně pro relevantní závěry by bylo potřeba dalších dat dokumentujících výskyt populace v rámci pecínovského členu (ideálně dostatek jedinců *in-situ* vztažených k přesné poloze v rámci profilu).

Dobrym indikátorem hloubky může být i způsob zachování, asociace uložené na jedné vrstevní ploše a obecná orientace schránek. PICKERILL & BRENCHLEY (1991) popsali šest typů prostředí v oblasti šelfu podle hloubky a vzdálenosti od pobřeží. Hlavními kritérii jsou podle nich báze dosahu běžného denního vlnění (10-15 m) a báze dosahu bouřkových vln (~50-60 m). Absence šikmého či gradačního zvrstvení uložení jak horniny, tak schránek stejně jako přítomnost uzavřených misek *in-situ* vylučuje extrémně mělkovodní prostředí v dosahu běžného vlnění. Naopak relativně vyrovnaný podíl artikulovaných a samostatných misek naznačuje částečně energetické prostředí a pravidelnější přepracovávání sedimentu, což podporuje i přítomnost tzv. „*shell pavements*“ v opakujících se, nikoliv ojedinělých případech. Bohaté společenstvo taktéž naznačuje mělké hloubky – podle těchto kritérií by lokalita odpovídala prostředí A3 (OBRÁZEK 24), značící hloubku 15-30 metrů. Kromě výše zmíněných kritérií je prostředí (stejně jako hloubka) převážně definováno bahnitým dnem, obvykle intenzivně bioturbovaným; shluky *in-situ* nebo mírně rozplavených artikulovaných schránek (případně středně rozplavená sousedící společenstva); v průběhu paleozoika běžná bohatá společenstva ramenonožců, lilijic, mechovek, korálů, trilobitů a plžů; od mesozoika mlži, plži, ostnokožci, mechovky a výjimečně ramenonožci.

V neposlední řadě je důležitá analýza funkční morfologie přítomných rodů. Přestože se epifauní jedinci na lokalitě vyskytují ve velmi malém počtu, jejich morfologická příslušnost ve vztahu v prostředí je v relativně jednohlasné shodě. V rámci funkční morfologie se na lokalitě v rámci jednotky P1 a P2a vyskytují zástupci tří podskupin: pevně přichycené byssové formy v exponovaném prostředí (*Pteria*), formy cementované k podkladu (*Rhynchostreon*) a volně žijící plavoucí i neplavoucí formy (*Gryphaeostrea*, *Neitheia*, *Lyropecten*, *Entolium*), všechny skupiny jsou podrobněji popsány v předchozí části práce (4.1 Funkční morfologie). Podle KAUFFMANA (1969) jsou zástupci první podskupiny specificky uzpůsobeni vysokoenergetickému, neklidnému prostředí (silné vlnění a proudění, periodické vymořování, vysoká turbidita, a epizody rychlé eroze či sedimentace jsou v jejich preferovaném prostředí běžné), druhá skupina dosahuje největší koncentrace v sublitorální zóně a nejvyšší diverzity v hloubce nepřesahující ~30 metrů (otevřená stanoviště s občasné silným vlněním a proudy, dobrým světlem a dostatečným přísunem živin). Zástupce třetí skupiny je možné nalézt ve všech hloubkách, nicméně formy obývající mělké, vysokoenergetické prostředí mívají silnější schránky s výrazným žebrovaním, které kromě zesílení schránky napomáhá ukotvení v substrátu. Funkční morfologie epifaunálních zástupců tak potvrzuje středně mělké, energetické prostředí.



OBRÁZEK 24: Akumulace schránek související s bouřkovými procesy na šelfu: (a) in-situ přepracování schránek s minimálním příspěvkem sedimentu (a1) šikmě zvrstvené, proudově přepracované vrstvy a v erozních dolících usazené sedimenty přepracované vlněním (a2) gradačně zvrstvené usazeniny se zbytky schránek na bázi (a3) komplexní usazeniny tzv. „shell beds“ reflektující opakující se události (a4) vrstva s bioklastickým materiálem na bázi a in-situ zachovanými schránkami (a5) ojedinělé vrstvy a čocky reprezentující pouze mírné a občasné přepracování žijících společenstev (b) akumulace schránek v asociaci s písčnými uloženinami nahromaděnými během bouřkových událostí (b1) schránky nahromaděné na bázích depresí v typickém bouřkovém šikmém zvrstvení („hummocky cross-stratification“) (b2, b3) koncentrace schránek na bázích bouřkových usazenin se šikmým zvrstvením (PICKERILL & BRENCHLEY 1991).

Asi nejméně relevantním, přesto důležitým indikátorem hloubky může být přítomnost hluboce infaunických mlžů. Podle MCALESTERA & RHOADSE (1967) jsou zástupci schopní hlubokých vertikálních pohybů v sedimentu běžní pouze v oblastech intertidálu a mělkého subtidálu. Naopak mlži schopní spíše horizontálního mělkého hrabání jsou typičtější v hlubších oblastech šelfu. Přítomnost obou skupin v jednotce P1 podporuje předpokládanou hloubku středního šelfu. Výrazné zastoupení rodu *Panopea* v bazální poloze jednotky P2 by pak mohlo být nepřímým dokladem změlčení, které zástupci preferují – pro relevantní závěry jsou však i v tomto případě nutné obsáhlejší sběry a další ukazatele.

## 5.4. Salinita

AL-BASSAM (2018) na základě izotopů kyslíku z fosfatických nodulí v průběhu anoxické události na Pecínově předpokládá teploty v rozsahu 33,2-36 °C a odhadovanou salinitu 21.0 až 22.4‰ – tedy hodnoty přisuzované brachyhalinním vodám. Dále nicméně zdůrazňuje, že tyto hodnoty mohou být pouze odrazem stavu u dna, nikoliv v celém vodním sloupci. Také zdůrazňuje, že vzhledem ke změnám, ke kterým mohlo docházet v hodnotách izotopů kyslíku v průběhu a po ukončení diagenese, by se k těmto závěrům mělo přistupovat s krajní opatrností.

ULIČNÝ *et al.* (1997A) uvedli, že společenstvo mlžů na lokalitě by ve shodě s FÜRSCHEM (1993) mohlo být marinní, ale i brachyhalinní. Většina zástupců na lokalitě je

euryhalinní a schopná brachyhalinní až brakické podmínky snést (například *Pseudoptera*, *Modiolus*, *Rhynchostreon*, *Pinna*), případně dokonce v některých případech patří mezi možné ukazatele specifických až extrémních podmínek (*Protocardia*, *Entolium*). Vody se sníženou salinitou se však běžně vyznačují malou diverzitou, absencí stenohalinní fauny a vyšším zastoupením organismů, které se na prostředí adaptovaly (BRENCHLEY *et al.* 1998). V tomto ohledu ukazuje společenstvo mlžů na lokalitě na běžné marinní podmínky. Doprovodné společenstvo (hlavonožci, ryby, žralokovití, ježovky, vzácně solitérní korálnatci) ukazuje poměrně přesně na salinitu přesahující 30‰, blíží se spíše normální salinitě okolo 35‰.

## 5.5. Anoxie

V rámci pecínovského členu je možné sledovat nástup a průběh druhé anoxické události. Zástupci mlžů jsou obecně považováni jako dobrý ukazatel oxických podmínek v oblasti dna – mimo jiné díky své relativní hojnosti, paraautochtonnímu zachování a maximální schopnosti adaptace na specifické podmínky.

Podle DANISE *et al.* (2013) je možné rozlišit celkem šest stádií reakcí bentických organismů na postupující změny oxických podmínek:

- (1) výchozí stav, definovaný diverzifikovaným společenstvem
- (2) narušený stav, dochází k úbytku kyslíku v sedimentu, což se projevuje zmenšením diverzity, úbytkem hlubších infaunických filtrátorů a větším zastoupením detritofágů
- (3) výrazně narušený stav předcházející vymírání, charakterizovaný oportunistickými druhy schopnými přežít extrémní podmínky
- (4) anoxie
- (5) postupný návrat do výchozího stavu, dochází k osidlování pionýrskou faunou
- (6) normální stav

Vzhledem k dobře diverzifikovanému společenstvu prakticky výhradně dominovanému filtrátory a s relativně velkým zastoupením hluboce infaunických zástupců je možné s jistotou říci, že uložení jednotky P1 a báze jednotky P2 došlo během výchozího stavu bez jakýchkoliv indicií ukazujících na nadcházející anoxickou událost.

V rámci nadložních vrstev dochází k rapidnímu úbytku bentické fauny. Paleoekologická analýza této části profilu bude předmětem dalšího výzkumu. Nicméně vzhledem k tomu, že typickými oportunistickými druhy přežívající ve zhoršených oxických podmínkách bývají epifauní detritofágové (BRENCHLEY & HARPER 1998), kteří se na lokalitě nevyskytují, je možné, že úbytek fauny neznamena samotnou anoxii, ale pouze prostředí nepříznivé pro jinak dominující infauní filtrátory.

## 6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo systematicky popsat, paleoekologicky zhodnotit a interpretovat společenstvo mlžů na lokalitě Pecínov. Přestože jsou paleontologické objevy z lokality dlouho známy (FRIČ 1869, 1875, 1911), systematické i paleoekologické zpracování mlžů dosud chybělo.

V první, teoretické části práce bylo popsáno zařazení lokality do regionálního kontextu společně se srovnáním dosavadních prací z lokality a české křídové pánve jako celku. V rámci rešeršní části jsou rovněž popsány příčiny a procesy související s anoxickými událostmi, zvláště pak s druhou anoxickou událostí na hranici cenoman/turon. Dále byla popsána základní morfologie mlžů, jejich životní strategie a podrobně rozebrána jejich funkční morfologie.

Druhá část práce představuje výsledky vlastního výzkumu na lokalitě Pecínov. Praktická část práce vychází z vlastního terénního výzkumu, ale i ze starších sběrů uložených v depozitáři Národního muzea. Celkem bylo v rámci práce zpracováno přes 350 jedinců a rozpoznáno bylo 20 rodů (*Nucula*, *Modiolus*, *Cucullaea*, *Gryphaeostrea*, *Rhynchostreon*, *Pycnodonte*, *Pinna*, *Stegoconcha*, *Pteria*, *Gervillia*, *Pseudoptera*, *Lyropecten*, *Neithea*, *Entolium*, *Trigonia*, *Eriphyla*, *Protocardia*, *Tellina*, *Icanotia*, *Panopea*) z 15 čeledí (Nuculidae, Mytilidae, Cucullaeidae, Gryphaeidae, Pinnidae, Pteriidae, Bakevelliidae, Pectinidae, Entoliidae, Trigoniidae, Astartidae, Cardiidae, Tellinidae, Icanotiidae, Hiatellidae) a 9 řádů (Nuculida, Mytilida, Arcida, Ostreida, Pectinida, Trigoniida, Carditida, Cardiida, Hiatellida). V literatuře bylo do současné doby popsáno pouze 8 rodů (*Pseudoptera*, *Cucullea*, *Modiolus*, *Liopistha*, *Protocardia*, *Nuculana*, *Panopea*, *Tellina*), přičemž dva z nich nebyly v rámci této práce na lokalitě potvrzeny (*Liopistha*, *Nuculana*).

Středně bohaté společenstvo se zástupci téměř všech životních strategií ukazuje na normální marinní podmínky. Dominují infauní a semi-infauní filtrátoři středně velkých až malých velikostí, zvláště pak rody *Cucullea*, *Pseudoptera* a *Modiolus*. Nejvýraznější faktor ovlivňující složení bentického společenstva na lokalitě se zdá být typ substrátu a energie prostředí. Dobré zachování schránek, malá míra fragmentace a přítomnost artikulovaných schránek naznačují minimální laterální transport, společenstvo je tak možné považovat za para-autochtonní.

Prostředí, během kterého došlo k uložení jednotky P1 zřejmě odpovídalo mělkému šelfu, pod bází denního vlnění, ale nad bází dosahu bouřkového vlnění – odhadovaná hloubka asi 15-30 metrů. Jednotka P1 a báze jednotky P2 vykazují velkou míru podobnosti, v rámci usazování podložní jednotky však pravděpodobně panovaly klidnější podmínky a převažoval přínos sedimentu – občasné energetické události byly dostatečně silné na obnažení mělce infauních zástupců (*Protocardia*, *Cucullea*), nikoliv však hluboce infauních (*Panopea*).

Tato diplomová práce je úvodem do rozsáhlé problematiky křídových mlžů a jejich potenciálu jako indikátorů paleoekologického prostředí. Studium na lokalitě Pecínov bude v budoucnu zahrnovat zpřesnění nálezů v rámci jednotlivých vrstev pecínovského profilu, zvláště pak detailní sběr zaměřený na jednotku P2. V širším kontextu pak bude důležité srovnání s dalšími lokalitami české křídové pánve i evropského cenomanu (například SMETTAN 1997, WILMSEN 2017).

Druhá anoxická událost na hranici cenomanu a turonu představuje jeden z největších výkyvů globální křivky  $\delta^{13}\text{C}$  v celém mesozoiku. Patří mezi první popsané anoxické události

(SCHLANGER & JENKYNS 1976) a je možné ji sledovat v litologických, paleontologických i geochemických záznamech a její průběh a vliv na mořské ekosystémy patří mezi učebnicové příklady globálních klimatických změn. V současné době zvýšeného celospolečenského zájmu o globální oteplování v souvislosti se zvýšenou mírou CO<sub>2</sub> v atmosféře mohou výsledky interdisciplinárních studií zkoumající křídové anoxické události přinést zásadní poznatky.



## Slovníček morfologických a popisných pojmů

**anizomyární** –schránku mlžů, kde oba svalové vtisky nejsou stejné; svěrací svaly byly různé velikosti, zadní sval je větší než přední

**byssová vlákna** – vlákna z látky podobné chitinu, jimiž se někteří mlži přichycují k podkladu

**butterfly** – poloha schránky; na vrstevní ploše s otevřenými miskami, které jsou stále spojené ligamentem

**dotyková linie** – místo dotyku levé a pravé misky při zavřené schránce

**ekvilaterální** – schránka se stejným předním a zadním okrajem; opakem je inekvilaterální

**ekvivalvní** – schránka se stejnými miskami; opakem je inekvivalvní

**exogyroidní** – svinutá schránka ve tvaru prostorové spirály, jako u rodu *Exogyra*

**heterodontní** – typ zámku u mlžů; zámek je opatřen různě tvarovanými zuby

**heteromyární** – viz anizomyární

**homomyární** – viz izomyární

**chomata** – drobné hrbolky bradavičnatého charakteru na vnitřním okraji vrcholové části pravé misky (anachomata) a jim odpovídající drobné jamky ve stejném míst na misce levé (katachomata)

**chondrofor** – lžičkovitý výrůstek v zámku některých mlžů, podpora resilia

**inekvilaterální** – schránka s nestejným předním a zadním okrajem; opakem je ekvilaterální

**inekvivalvní** – schránka s nestejnými miskami; opakem je inekvivalvní

**izomyární** – schránka mlžů, kde jsou oba svalové vtisky stejné, což naznačuje, že oba svěrací svaly byly stejné velikosti

**kardinální zuby** – zuby pod vrcholem v zámku mlže; nejdůležitější zuby u mlžů s heterodontním zámekem

**komarginální** – kopírující okraj

**komisura** – viz dotyková linie

**koncentrický** – soustředný, shodný s okrajem přirůstání

**konvexní** – vypouklý

**krenelování** – vroubkování; někteří mlži mají krenelovaný dolní okraj misek

**ligament** – pružné vazivo podél zámkového okraje schránky mlžů; umožňuje otevírání (rozevírání) obou misek schránky, může být vnitřní nebo vnější

**ligamentální plošina** – místo uložení ligamentu

**ligamentová prohlubeň** – široká deprese ve vrcholové oblasti, slouží k ukotvení ligamentu

**ligamentová zátka** – část vazy uložena uvnitř lastury, často tvořena pružným resiliem stlačeným v trojúhelníkové prohlubni pod vrcholem

**mytiliformní** – ve tvaru schránky slávkovitých (*Mytilidae*)

**nestejnostranné** – viz inekvilaterální

**opisthonetický** – ligament vytvořený pouze za vrcholem

**opistogyrní** – typ schránky, kde je vrchol posunut k zadnímu okraji misky; opakem je prosogyrní

**ouška** – trojúhelníkovité až křídlovité výběžky vyvinuté u některých mlžů kolem vrcholu na hřbetním okraji schránky

**plášťová (paliální) linie** – místo, kde byl plášť připevněn k lastuře, u prázdných lastur ji lze vidět jako tenkou čáru, jež spojuje oba svalové vtisky

**plášťový záhyb (sinus)** – místo upevnění trubic sifonů; záhyb na vnitřní straně některých lastur mlžů, na prázdné lastuře se pozná podle záhybu v plášťové linii

**pleurotherické misky** – jedna vypouklejší než druhá

**plocha připevnění** – různě velká ploška ve vrcholové části vnějšího povrchu levé misky, jíž byla schránka připevněna k podkladu

**postranní zuby** – zuby po stranách misek, na lastuře mlžů s heterodontním zámkem; nejsou hned pod vrcholem; podle umístění se dělí na přední postranní zuby a zadní postranní zuby; většinou mají protáhlejší tvar než hlavní zuby; také laterální zuby

**prosodetický** – ligament vytvořený pouze před vrcholem

**prosogyrní** – typ schránky, kde je vrchol posunut k přednímu okraji misky; opakem je opistogyrní

**radiální** – směřující od vrcholu ke spodnímu okraji schránky, také soustředná nebo axiální

**resilifer** – trojúhelníkovitá jamka pod vrcholem u misek mlžů, ve které je uloženo resilium

**resilium** – typ vnitřního ligamentu tvaru trojúhelníkového polštářku spojujícího obě misky mlžů, který je umístěn pod úrovní zámkových zubů a není tudíž zevně patrný

**růstové linie** – více či méně pravidelné čáry na povrchu schránky, které dokumentují růst jedince, nezaměňovat s žebry nebo rýhami povrchové skulptury

**stejnostranné** – viz ekvilaterální

**svalové vtisky** – místa, kde se upínají svěrací svaly (adduktory) na vnitřní straně misek mlžů

**šířka** – nejkratší vzdálenost mezi místy největšího klenutí levé a pravé misky

**štít** – plocha odlišné struktury nacházející se za vrcholem (v zadní části lastur), také area nebo eskutcheon

**štítek** – plocha odlišné struktury nacházející se před vrcholem (v přední části lastur), také lunula

**taxodontní** – typ zámku u mlžů; zámek je opatřen stejně tvarovanými zuby, většinou v jedné řadě

**vaz** – viz ligament

**vrchol** – ontogeneticky nestarší část schránky

**vrcholová část** – horní část schránky zahrnující vlastní vrchol, ligamentální plošinu a zámkový okraj

**výška** – největší vzdálenost mezi horním a spodním okrajem schránky

**zámek** – soustava k sobě přiléhajících hrbolů a lišt na okraji lastur; část okraje misek, kterými jsou obě misky spolu skloubeny; skládá se ze zubů a zubních jamek

## Seznam použité literatury

- ABERHAN, M. 1994. Guild-structure and evolution of Mesozoic benthic shelf communities. *Palaios* 9(6), 516-545.
- AL-BASSAM, K. S. 2018. Stable Carbon And Oxygen Isotopes Of Some Carbonate-Fluorapatites From Cenomanian And Turonian Sequences, Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. *The Iraqi Geological Journal* 51(1), 1-16.
- ARTHUR, M. A., DEAN, W. E., & PRATT, L. M. 1988. Geochemical and climatic effects of increased marine organic carbon burial at the Cenomanian/Turonian boundary. *Nature* 335(6192), 714-717.
- AYOUB-HANNAA, W. S., & FÜRSICH, F. T. 2012. Palaeoecology and environmental significance of benthic associations from the Cenomanian–Turonian of eastern Sinai, Egypt. *Beringeria* 42, 93-138.
- AYOUB-HANNAA, W., FÜRSICH, F. T., & EL QOT, G. M. 2014. Cenomanian-Turonian bivalves from eastern Sinai, Egypt. *Palaeontographica Abteilung A*, 63-168.
- BASSO, L., VÁZQUEZ-LUIS, M., GARCÍA-MARCH, J. R., DEUDERO, S., ALVAREZ, E., VICENTE, N., ... & HENDRIKS, I. E. 2015. The pen shell, *Pinna nobilis*: A review of population status and recommended research priorities in the Mediterranean Sea. *Advances in marine biology* 71, 109-160.
- BAYLE, K. 1878. Fossiles principaux des terrains: Explication carte geologique France. *France Service Carte Geologique* 4(1), 1-158.
- BENGTSON, P., AYOUB-HANNAA, W. S., FÜRSICH, F. T., & HEINZE, M. 2017. Taxonomy and palaeoecology of *Pinna* (P.) Cretacea (Schlotheim, 1813) from the Upper Cretaceous of the S Ergipe Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 17(3), 289-306.
- BEURLEN, K. 1944. Beiträge zur Stammesgeschichte der Muscheln. *Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften* 1, 133-145.
- BEYRICH, E. V. 1845. Protocardia, eine neue Gattung fossiler Muscheln. *Zeitschrift für Malakozoologie* 2, 17-20.
- BLAINVILLE, H. D. 1814. Sur la classification méthodique des animaux mollusques, et établissement d'une nouvelle considération pour y parvenir. *Bulletin de la Société Philomathique* 2, 57-121.
- BOUCHET, P., ROCROI, J. P., BIELER, R., CARTER, J. G., & COAN, E. V. 2010. Nomenclator of bivalve families with a classification of bivalve families. *Malacologia* 52(2), 1-184.

- BOUCOT A. J., BRACE W. & DEMAR R. 1958. Distribution of brachiopod and pelecypod shells by currents. *Journal of Sedimentary Petrology* 28, 321-332.
- BÖHM, J. 1907. Über Cardium Neptuni Goldf. *Monatsberichte der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 59, 148.
- BRENCHLEY, P. J. & HARPER, D. 1998. *Palaeoecology: Ecosystems, environments and evolution*. CRC Press.
- BRONN, H. G. 1862. *Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere (Malacozoa) wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild: Kopflose Weichthiere (Malacozoa Acephala)*. CF Winter.
- BRUGUIÈRE, J. G., DE LAMARCK, J. D. M., & DESHAYES, G. P. 1789. *Encyclopédique Méthodique, Histoire Naturelle des Vers*. Pancoucke. Paris.
- CARTER, J. G., ALTABÁ, C. R., ANDERSON, L. C., ARAUJO, R., BIAKOV, A. S., BOGAN, A. E., ... & DELVENE, G. 2011. A synoptical classification of the Bivalvia (Mollusca). *Paleontological Contributions* 2011(4), 1-47.
- CASEY, R. 1961. The stratigraphical palaeontology of the lower Greensand. *Palaeontology* 3(4), 487-621.
- CONRAD. T. A. 1856. Descriptions of three new genera; twenty-three new species Middle Tertiary fossils from California, and one from Texas. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 8, 301-327
- CONRAD, T. A. 1862. Descriptions of new genera, subgenera and species of Tertiary and Recent shells. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 14, 284-291.
- CONRAD, T. A. 1865. Descriptions of new Eocene shells from Enterprise, Mississippi. *American Journal of Conchology* 1(2), 137-141.
- COX, L. R. 1940. The Jurassic lamellibranch fauna of Kuchh (Cutch). *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica* 9 (3), 1-157.
- COX, R. L. 1969. General features of Bivalvia, 2-90. In MOORE, R.C. (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6, Bivalvia*. Geological Society of America & University of Kansas Press, Boulder & Lawrence.
- COX, R. L., NEWEL, C. D., BRANSON, C. C., CASEY, R., CHAVAN, A., COOGAN, A. H., DECHASEAUX, C., FLEMING, C. A., HAAS, F., HERTLEIN, A., MYRA KEEN, R., LAROCQUE, A., MCALESTER, A. L., PERKINS, B. F., PURI, H. S., SMITH, L. A., SOOT-RYEN, T., STENZEL, H. B., TURNER, R. D. & WEIR, J. 1969. Systematic descriptions, 225-489. In MOORE, R.C. (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6, Vol. 1. Bivalvia*. Geological Society of America & University of Kansas Press, Boulder & Lawrence.

- ČECH, S. 2011. Palaeogeography and stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic)—an overview. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku* 18(1).
- ČECH, S., HRADECKÁ, L., SVOBODOVÁ, M., & ŠVÁBENICKÁ, L. 2005. Cenomanian and Cenomanian-Turonian boundary in the southern part of the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. *Bulletin of Geosciences* 80(4), 321-354.
- ČECH S., KLEIN V., KŘÍŽ J., VALEČKA J. 1980. Revision of the Upper Cretaceous stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin. *Věstník ÚÚG* 55 (5), 277-296.
- DALL, W. H. 1889. On the Hinge of Pelecypods and its Development, with an attempt toward a better subdivision of the group. *American Journal of Science* 38(228), 445.
- DE BRUYNE, R. H. 2004. *Encyklopedie ulit a lastur*. Rebo Productions.
- DEFRANCE, M. J. L. 1820. Gervillie, *Gervillia*. *Dictionnaire des sciences naturelles* 18, 502-503.
- DANISE, S., TWITCHETT, R. J., LITTLE, C. T., & CLÉMENCE, M. E. 2013. The impact of global warming and anoxia on marine benthic community dynamics: an example from the Toarcian (Early Jurassic). *PLOS One* 8(2), e56255.
- DIETL, G. P., & ALEXANDER, R. R. 2005. High frequency and severity of breakage-induced shell repair in western Atlantic Pinnidae (Bivalvia). *Journal of Molluscan Studies* 71(3), 307-311.
- D'ORBIGNY, A. 1844. Lamellibranches. In D'ORBIGNY, A., COTTEAU, G. H., PIETTE, M., EUDES-DESLONGCHAMPS, E., DE LORIOLE-FORT, P., SAPORTA, G., DE FROMENTEL, E. & FERRY, M. *Paléontologie Française. Description Zoologique et Géologique de Tous les Animaux Mollusques et Rayonnés Fossiles de France: Comprenant leur Application à la Reconnaissance des Couches*. Paris.
- DROUET, C. 1825. Sur un nouveau genre de coquille de la famille des Arcacées, et description d'une nouvelle espèce de Modiole fossile. *Mémoires de la Société Linnéenne de Paris* 3, 183–192.
- FÉRUSSAC, A. E., & D'AUDEBARD, D. E. 1822. *Tableaux systématiques des animaux mollusques suivis d'un Prodrome général pour tous les mollusques terrestres ou fluviatiles vivants ou fossiles*. Arthus-Bertrand, Paris, J. B. Sowerby, London.
- FISCHER DE WALDHEIM G. 1835. Lettre à M. le Baron de Férussac sur quelques genres de coquilles du Muséum-Demidoff et en particulier sur quelques coquilles fossiles de la Crimée. *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou* 8, 99-123.
- FORSTER, A., SCHOUTEN, S., MORIYA, K., WILSON, P. A., & SINNINGHE DAMSTÉ, J. S. 2007. Tropical warming and intermittent cooling during the Cenomanian/Turonian oceanic anoxic event 2: Sea surface temperature records from the equatorial Atlantic. *Paleoceanography* 22(1).

- FRIČ, A. 1869. *O vrstvách kůry zemské a skamenělých tvorech v nich obsažených* (Vol. 3). Nákl. spolku pro vydávání laciných knih českých.
- FRIČ, A. J. 1875. *Malá geologie, čili nauka o vrstvách kůry zemské*. Tiskem E. Grégra.
- FRIČ, A. 1911. *Studien Im Gebiete Der Böhmischen Kreideformation: Illustriertes Verzeichniss Der Petrefacten Der Cenomanen Korycaner Schichten*. Kommissionsverlag Von Fr. Řivnač Buchdruckerei Dr. Ed. Grégr A Syn.
- FÜRSICH, F. T. 1993. Palaeoecology and evolution of Mesozoic salinity-controlled benthic macroinvertebrate associations. *Lethaia* 26(4), 327-346.
- GABB, W. M. 1864. Description of the Cretaceous fossils. *Geological Survey of California Palaeontology* 1, 57-217.
- GALE, A. S., & CHRISTENSEN, W. K. 1996. Occurrence of the belemnite *Actinocamax plenus* in the. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 43(1), 68-77.
- GARCÍA-MARCH, J. R., GARCÍA-CARRASCOSA, A. M., CANTERO, A. P., & WANG, Y. G. 2007. Population structure, mortality and growth of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) at different depths in Moraira bay (Alicante, Western Mediterranean). *Marine Biology* 150(5), 861-871.
- GEINITZ, H. B. 1843. *Die Versteinerungen von Kieslingswalda und Nachtrag zur Charakteristik des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges*. Arnoldischen Bnehhandlung.
- GEINITZ, H. B. 1875. Das Elbthalgebirge in Sachsen. Erster Theil. Der untere Quader. Zweiter Theil. Der mittlere und obere Quader. *Palaeontographica - Beiträge zur Naturgeschichte der Vorwelt* 20(1,2).
- GRAY, J. E. 1824. A Supplement to the Appendix of Captain Perry's Voyage for the Discovery of a North West Passage, in the Years 1819–1820, Containing an Account of the Subjects of Natural History. In PARRY, W. E. (ed.) *Journal of a Second Voyage for the Discovery of a Northwest Passage from the Atlantic to the Pacific, Performed in the Years 1821–22–23, in His Majesty's Ships Fury and Hecla, under the Orders of Captain William Edward Parry, R. N., F. R. S. J. Murray. Natural History. London.*
- GRAY, J. E. 1847. *A list of the genera of Recent Mollusca, their synonyma and types*. Richard and John E. Taylor.
- GRAY, J. E. 1854. A revision of the arrangement of the families of Bivalve shells (Conchifera). *Annals and Magazine of Natural history* 13(77), 408-418.
- GMELIN, J. F. 1791. *Caroli a Linne Systema Naturae*. Leipzig.
- GOLDFUSS, A. 1837. *Petrefacta Germaniae*.

- GROBEN, C. 1894. Zur Kenntniss der Morphologie, der Verwandtschaftsverhältnisse und des Systems der Mollusken. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe* 103, 61-86.
- HANKEN, N. M., BROMLEY, R. G., & THOMSEN, E. 2001. Trace fossils of the bivalve *Panopea faujasi*, Pliocene, Rhodes, Greece. *Ichnos: An International Journal of Plant & Animal* 8(2), 117-130.
- HÄNTZSCHEL, W. 1933. *Das Cenoman und die Plenus-Zone der sudetischen Kreide*.
- HAUTMANN, M. 2011. In CARTER, J. G., ALTABÁ, C. R., ANDERSON, L. C., ARAUJO, R., BIAKOV, A. S., BOGAN, A. E., ... & DELVENE, G. *A synoptical classification of the Bivalvia (Mollusca)*. *Paleontological Contributions* 2011(4), 1-47.
- HERMMAN, A. B., SPICER, R. A., & KVACEK, J. 2002. Late Cretaceous climate of Eurasia and Alaska: a quantitative palaeobotanical approach, 93-108. In WAGREICH, M. (ed.), *Aspects of Cretaceous Stratigraphy and Palaeobiogeography, Schr. Erdwissensch. Komm., vol. 15, Austrian Acad. of Sci. Vienna*.
- HERMANN, J. 1781. Brief über einige Petrefakten. *Der Naturforscher* 15.
- HERTWIG, R. 1895. *Lehrbuch der Zoologie*. 599 pp. Gustav Fischer. Jena.
- HRADECKÁ, L., LOBITZER, H., OTTNER, F., SCHLAGINTWEIT, F., SVOBODOVÁ, M., SZENTE, I., ŠVÁBENICKÁ, L. & ZORN, I. 2005. Biostratigraphy and palaeoenvironment of the lower Gosau Subgroup of Eisenbach Brook in Salzkammergut (Upper Austria). *Gmundner Geo-Studien* 3, 25-42.
- CHAVAN, A. 1952. Mélanges paléontologiques III–IV. Distinction et classement des Astartidés. *Cahiers Géologiques de Thoiry* 15, 123–126.
- CHILDREN, J. G. 1823. Lamarck's genera of shells. *Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts* 16.
- JANETSCHKE, N., & WILMSEN, M. 2014. Sequence stratigraphy of the lower upper cretaceous elbtal group (Cenomanian–Turonian of Saxony, Germany). *Zeitschrift der deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 165(2), 179-207.
- JARVIS, I. A. N., GALE, A. S., JENKYN, H. C., & PEARCE, M. A. 2006. Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes: a new  $\delta^{13}\text{C}$  carbonate reference curve for the Cenomanian–Campanian (99.6–70.6 Ma). *Geological Magazine* 143(5), 561-608.
- JENKYN, H. C. 1980. Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. *Journal of the Geological Society* 137(2), 171-188.
- JENKYN, H. C. 1999. Mesozoic anoxic events and palaeoclimate. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 1997(7–9), 943-949.

- JENKYN, H. C. 2010. Geochemistry of oceanic anoxic events. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 11(3).
- JENKYN, H. C., GALE, A. S., & CORFIELD, R. M. 1994. Carbon-and oxygen-isotope stratigraphy of the English Chalk and Italian Scaglia and its palaeoclimatic significance. *Geological Magazine* 131(1), 1-34.
- KAUFFMAN, E.G. 1969. Functional morphology (Bivalvia), 140-170. In MOORE, R.C. (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6, Bivalvia*. Geological Society of America & University of Kansas Press, Boulder & Lawrence.
- KAUFFMAN, E. G. 1973. Cretaceous bivalvia, 353–384. In A. HALLAM (ed.), *Atlas of Paleobiogeography*. Elsevier, Amsterdam.
- KATSANEVAKIS, S. 2005. Population ecology of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in a marine lake. *Endangered species research* 1, 51-59.
- KELLER, G., BERNER, Z., ADATTE, T., & STUEBEN, D. 2004. Cenomanian–Turonian and  $\delta^{13}\text{C}$ , and  $\delta^{18}\text{O}$ , sea level and salinity variations at Pueblo, Colorado. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 211(1-2), 19-43.
- KING, W. 1850. *A Monograph of the Permian Fossils of England*. Palaeontographical Society Monograph. London.
- KOPPKA, J. 2018. Pinnidae (Bivalvia) from the Reuchenette Formation (Kimmeridgian, Upper Jurassic) of northwestern Switzerland. *Acta Geologica Polonica* 68.
- KOŠŤÁK, M., ČECH, S., ULIČNÝ, D., SKLENÁŘ, J., EKRT, B., & MAZUCH, M. 2018. Ammonites, inoceramids and stable carbon isotopes of the Cenomanian–Turonian OAE2 interval in central Europe: Pecínov quarry, Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic). *Cretaceous Research* 87, 150-173.
- LINNAEUS, C. 1758. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. 824 pp. Laurentius Salvius, Holmiae.
- LABARBERA, M. 1981. The ecology of Mesozoic Gryphaea, Exogyra, and Ilymatogyra (Bivalvia: Mollusca) in a modern ocean. *Paleobiology* 7 (4), 510-526.
- LAMARCK, J. D. M. 1799. Prodrome d'une nouvelle classification des coquilles, comprenant une redaction appropriée des caracteres generiques, et l'établissement d'un grand nombre de genres nouveaux. *Mémoires de la Société d'histoire Naturelle de Paris* 1, 63-91.
- LAMARCK, J. B. P. A. DE M. DE. 1801. *Système des Animaux sans Vertèbres, ou Tableau Général des Classes, des Ordres, et des Genres de ces Animaux. Présentant leurs Caractères Essentiels et leur Distribution, d'après la Considération de leurs Rapports Naturels et de*



*leur Organisation, et Suivant l'Arrangement établi dans les Galeries du Muséum National d'Histoire Naturelle, Parmi leurs Dépouilles Conservées, Précédée du Discours d'Ouverture du Cours de Zoologie, Donnée dans le Muséum National d'Histoire Naturelle.* L'an 8 de la République. Deterville. Paris.

LAMARCK, J. B. P. A. DE M. DE. 1809. *Philosophie Zoologique, ou Exposition des Considérations Relative à l'Histoire Naturelle des Animaux; à la Diversité de Leur Organisation et des Facultés qu'ils en Obtiennent; aux Causes Physiques qui Maintiennent en Eux la Vie et Donnent lieu aux Mouvements qu'ils Exécutent; enfin, à celles qui Produisent, les Unes le Sentiment, et les Autres l'Intelligence de Ceux qui eu sont Doués.* Chez Dentu & l'Auteur. Paris.

LAMARCK, JEAN B. P. A. DE M. DE. 1819. *Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres*, vol. 6, part 1. 232 pp. Déterville. Paris.

LAZO, D. G. 2007. Early Cretaceous bivalves of the Neuquén Basin, west-central Argentina: notes on taxonomy, palaeobiogeography and palaeoecology. *Geological Journal* 42(2), 127-142.

LEACH, W. E. 1819. Descriptions des nouvelles especes d'animaux decouvertes par la vaisseau Isabelle dans un boyage au pole boreal. *Journal de Physique* 88(6), 462-467.

LEMER, S., BUGÉ, B., BEMIS, A., & GIRIBET, G. 2014. First molecular phylogeny of the circumtropical bivalve family Pinnidae (Mollusca, Bivalvia): evidence for high levels of cryptic species diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 75, 11-23.

LINNAEUS, C. 1758. *Systema naturae per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* L. Salvius. Stockholm.

MALCHUS, N., DHONDT, A. V., & TRÖGER, K. A. 1994. Upper cretaceous bivalves from the glauconie de Loncée near Gembloux (SE Belgium). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Science de la Terre* 64, 109-149.

MCALISTER, A. L., & RHOADS, D. C. 1967. Bivalves as bathymetric indicators. *Marine Geology* 5(5-6), 383-388.

MEEK, F. B. 1865. *Check list of the invertebrate fossils of North America: Cretaceous and Jurassic* (Vol. 177). Smithsonian Institution.

MEEK, F. B. 1873. *Descriptions of invertebrate fossils of the Silurian and Devonian Systems.* Ohio Geolical Survey.

MELLEVILLE M. 1843. *Mémoire sur les sables tertiaires inférieurs de Paris.*

MÉNARD DE LA GROYE F.J.B. 1807. Mémoire sur un nouveau genre de la famille des Solénoïdes. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Paris* 9, 131-139.

- MILLER, K. G., BARRERA, E., OLSSON, R. K., SUGARMAN, P. J., & SAVIN, S. M. 1999. Does ice drive early Maastrichtian eustasy?. *Geology* 27(9), 783-786.
- MILLER, K. G., SUGARMAN, P. J., BROWNING, J. V., KOMINZ, M. A., HERNÁNDEZ, J. C., OLSSON, R. K., ... & VAN SICKEL, W. 2003. Late Cretaceous chronology of large, rapid sea-level changes: Glacioeustasy during the greenhouse world. *Geology* 31(7), 585-588.
- MOUSSAVOU, B. M. 2017. Systematics, palaeoecology and taphonomy of Turonian oysters from the northern Gabon Coastal Basin. *Geodiversitas* 39(2), 213-224.
- NETO, E. F., DE JESUS ANDRADE, E., DO NASCIMENTO SANTANA, M., & LIMA, H. F. S. 2019. Moluscos bivalvíos do Cretáceo Superior da Bacia de Sergipe: um estudo da seção turoniana Pedro Gonçalves. *Scientia Plena* 15(9).
- NICOL, D. 1950. Recent species of the prionodont pelecypod Cucullaea. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 40(10), 338-343.
- NIEBUHR, B., SCHNEIDER, S. & WILMSEN, M. 2014. 5. Muscheln, Bivalves. In WILMSEN, M. & NIEBUHR, B. (eds.) *Kreide-Fossilien in Sachsen, Teil 1. Cretaceous fossils of Saxony, part 1. Geologica Saxonica-Journal of Central European Geology* 60 (1), 1–254.
- O'CONNOR, L. K., JENKYNS, H. C., ROBINSON, S. A., REMMELZWAAL, S. R., BATENBURG, S. J., PARKINSON, I. J., & GALE, A. S. 2019. A re-evaluation of the Plenian Cold Event, and the links between CO<sub>2</sub>, temperature, and seawater chemistry during OAE 2. *Paleoceanography and Paleoclimatology* (35,4).
- PARK, J., & OGLESBY, R. J. 1994. The effect of orbital cycles on Late and Middle Cretaceous climate: a comparative general circulation model study. *Orbital forcing and cyclic sequences*, 509-529.
- PELSENEER, P. 1889. Sur la classification phylogenetique de pelecypods. *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique* 20(3, 2), 27–52.
- PFLEGER V. & PRADÁČ J. 1981: *Krásna lastur*. 132 pp. Academia, nakladatelství Československé akademie věd. Praha.
- PHILLIPS, J. 1829. *Illustrations of the geology of Yorkshire, or, A description of the strata and organic remains of the Yorkshire Coast: Accompanied by a geological map, sections, and plates of the fossil plants and animals*.
- PICKERILL, R. K., & BRENCHLEY, P. J. 1991. PALEOSCENE 12. Benthic Macrofossils as Paleoenvironmental Indicators in Marine Siliciclastic Facies. *Geoscience Canada* 18(3).
- POSAMENTIER, H. W., & JAMES, D. P. 1993. An overview of sequence-stratigraphic concepts: uses and abuses, 3-18. In *Sequence stratigraphy and facies associations, Vol. 18. Blackwell Oxford*.

- RAFINESQUE, C. S. 1815. *Analyse de la nature, ou tableau de l'université et des corps organisés, etc.* Aux dépens de l'auteur. 223 pp. Jean Barravecchia. Palermo.
- REUSS, A. E. 1846. *Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation*. Abb. der neuen oder weniger bekannten Arten, gezeichnet von Joseph Rubesch. Schweizerbart.
- RÖDING, P. F. 1798. Museum Boltenianum, sive catalogus cimeliorum e tribus regnis naturae quae olim collegerat Joa. Fried. Bolten MD pd, Pars Secunda, viii-199.
- SAVAZZI, E. 1984. Functional morphology and autecology of Pseudoptera (bakevelliid bivalves, Upper Cretaceous of Portugal). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 46(4), 313-324.
- SCOPOLI, G.A. 1777. *Introductio ad historiam naturalem, sistens genera lapidum, plantarum et animalium hactenus detecta, characteribus essentialibus donata, in tribus divisa, subinde ad leges naturae*. Wolfgang Gerle. Pragae.
- SEELING, J., & BENGTSON, P. 2003. The bivalve *Pinna* cretacea [Schlotheim, 1813] from the Cretaceous of Brazil. *Acta Palaeontologica Polonica* 48(3).
- SCHLANGER, S. O., & JENKYN, H. C. 1976. Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences. *Geologie en mijnbouw* 55, 3-4.
- SCHLANGER, S. O., ARTHUR, M. A., JENKYN, H. C., & SCHOLLE, P. A. 1987. The Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event, I. Stratigraphy and distribution of organic carbon-rich beds and the marine  $\delta^{13}\text{C}$  excursion. *Geological Society, London, Special Publications* 26(1), 371-399.
- SCHLOTHEIM, E.T. VON 1813. Beiträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht. *Leonhard's Taschenbuch der Mineralogie* 7(1), 134.
- SCHNEIDER, S., JÄGER, M., KROH, A., MITTERER, A., NIEBUHR, B., VODRÁŽKA, R., ... & ZÁGORŠEK, K. 2013. Silicified sea life—Macrofauna and palaeoecology of the Neuburg Kieselerde Member (Cenomanian to Lower Turonian Wellheim Formation, Bavaria, southern Germany). *Acta Geologica Polonica* 63(4), 555-610.
- SKLENÁŘ, J., EKRT, B., SEJKORA, J., KOLESAR, P., GAZDOVÁ, Z., MALÍKOVÁ, R., ... & AMBROŽOVÁ, J. Ř. 2015. *Metodika preventivní a sanační konzervace sbírkových předmětů z oblasti paleontologie a mineralogie ohrožených produkty degradace sulfidů*. Národní muzeum.
- SMETTAN, K. 1997. Bivalven, Gastropoden und Serpuliden aus den Branderfleckschichten (Cenoman) der Fahrenbergmulde (Nördliche Kalkalpen, Bayern): Taxonomie und Palökologie. *Zitteliana* 21, 99-158.
- SOLANDER, D. 1786. In SKINNER AND CO. (London, England), LIGHTFOOT, J., & DUCHESS, M. C. H. H. B. 1786. *A Catalogue of the Portland Museum: Lately the Property of the Duchess*

*Dowager of Portland, Deceased: Which Will be Sold by Auction, by Mr. Skinner and Co. On Monday the 24th of April, 1786, and the Thirty-seven Following Days, At Twelve O'clock, Sundays, and the 5th of June, (the Day His Majesty's Birth-Day is Kept) Excepted; At Her Late Dwelling-house, In Privy-Garden, Whitehall; By Order of the Acting Executrix. To be Viewed Ten Days Preceding the Sale. Catalogues May Now be Had on the Premises, and of ....., 1-196. Skinner.*

SOWERBY, J. D. 1836. Descriptive notes respecting the shells figured in Plates XI–XXIII Appendix A, 335–348. In FITTON, W.H. *Observations on some of the strata between the Chalk and the Oxford Oolite in the south-east of England. Transactions of the geological society of London* 24.

SOWERBY, J. *The mineral Conchology of Great Britain or colored figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells which have been preserved at various times and depths in the earth*, 7 volumes, 1–803, by Sowerby J. (1812-1822), 1-558, by Sowerby, J. de C.(1823–1846).

STANLEY, S. M. 1970. *Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca)*, Vol. 125. Geological Society of America.

STANLEY, S. M. 1972. Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusks. *Journal of Paleontology* 46(2), 165-212.

STANLEY, S. M. 2015. Treatise Online no. 71: Part N, Revised, Volume 1, Chapter 5: Functional Shell Morphology of Noncementing Bivalvia. *Treatise Online*.

STENZEL, H. B. 1959. Cretaceous oysters of southwestern North America. *Cong. Geol. Intern., XXa sesion, Ciudad de Mexico, 1956, El sistema Cretacico* 1, 15-37.

STEWART, R. B. 1930. *Gabb's California Cretaceous and Tertiary type lamellibranchs* (Vol. 3). Academy of natural sciences of Philadelphia.

STOLL, H. M., & SCHRAG, D. P. 2000. High-resolution stable isotope records from the Upper Cretaceous rocks of Italy and Spain: Glacial episodes in a greenhouse planet?. *Geological Society of America Bulletin* 112(2), 308-319.

STOLICZKA, F. 1870. The Pelecypoda, with a review of all known genera of this class, fossil and Recent. In OLDHAM, T. *Cretaceous Fauna of Southern India. Vol. 3, Palaeontologia Indica, Being Figures and Descriptions of the Organic Remains Procured During the Progress of the Geological Survey of India. Trübner and Co. Memoirs of the Geological Survey of India*.

TEPPENER, W. VON 1922. Lamellibranchiata tertiaria, Anisomyaria, II. *Fossilium Catalogus* 15, 67-296.

- THAYER, C. W. 1975. Morphologic adaptations of benthic invertebrates to soft substrata. *Journal of Marine Research* 33(2), 177-189.
- TU, T. T. N., KVAČEK, J., ULIČNÝ, D., BOCHERENS, H., MARIOTTI, A., & BROUTIN, J. 2002. Isotope reconstruction of plant palaeoecology. Case study of Cenomanian floras from Bohemia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 183(1-2), 43-70.
- UCHMAN, A., BAĞ, K., & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. 2008. Ichnological record of deep-sea palaeoenvironmental changes around the Oceanic Anoxic Event 2 (Cenomanian–Turonian boundary): an example from the Barnasiówka section, Polish Outer Carpathians. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 262(1-2), 61-71.
- ULIČNÝ, D., HLADÍKOVÁ, J., ATTREP JR, M. J., ČECH, S., HRADECKÁ, L., & SVOBODOVÁ, M. 1997A. Sea-level changes and geochemical anomalies across the Cenomanian–Turonian boundary: Pecinov quarry, Bohemia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 132(1-4), 265-285.
- ULIČNÝ, D., KVAČEK, J., SVOBODOVÁ, M., & ŠPIČÁKOVÁ, L. 1997B. High-frequency sea-level fluctuations and plant habitats in Cenomanian fluvial to estuarine succession: Pecinov quarry, Bohemia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 136(1-4), 165-197.
- ULIČNÝ, D. & ŠPIČÁKOVÁ, L. 1996. Response to high frequency sea-level change in a fluvial to estuarine succession: Cenomanian palaeovalley fill, Bohemian Cretaceous Basin. *Geological Society, London, Special Publications* 104(1), 247-268.
- ULIČNÝ, D., ŠPIČÁKOVÁ, L., GRYGAR, R., SVOBODOVÁ, M., ČECH, S. & LAURIN, J. 2009. Palaeodrainage systems at the basal unconformity of the Bohemian Cretaceous Basin: roles of inherited fault systems and basement lithology during the onset of basin filling. *Bulletin of Geosciences* 84(4), 577-610.
- VAN WAGONER, J. C., POSAMENTIER, H. W., MITCHUM, R. M. J., VAIL, P. R., SARG, J. F., LOUTIT, T. S., & HARDENBOL, J. 1988. *An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions*.
- VAN WAGONER, J. C., MITCHUM, R. M., CAMPION, K. M., & RAHMANIAN, V. D. 1990. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. *AAPG Methods in Exploration Series* 7, 8-17.
- VIALOV, O. S. 1936. Sur la classification des huitres. *Academie des Science de l'URSS, Comptes Rendus (Doklady), New Series* 4(13), 17-20.
- VOIGT, S., GALE, A. S., & FLÖGEL, S. 2004. Midlatitude shelf seas in the Cenomanian-Turonian greenhouse world: Temperature evolution and North Atlantic circulation. *Paleoceanography* 19(4).

- VOIGT, S., GALE, A. S., & VOIGT, T. 2006. Sea-level change, carbon cycling and palaeoclimate during the Late Cenomanian of northwest Europe; an integrated palaeoenvironmental analysis. *Cretaceous research* 27(6), 836-858.
- WANDERER, K. 1909. *Tierversteinerungen aus der Kreide Sachsens*. Fischer.
- WILMSEN, M. 2017. Macroinvertebrate fauna and depositional environment of the lower Upper Cenomanian Oberhäslich Formation in the Saxonian Cretaceous Basin (Germany). *Annales de Paléontologie* 103(1), 33-44.
- WOLDŘICH, J. 1918. *Příspěvek k paleontologii a stratigrafii českého útvaru křídového. I. Fauna neratovická. Lamellibranchiata*. Rozpravy České Akademie v Praze, Třída II: Mathematicko-přírodnická. Nákladem České Akademie Věd a Umění. Praha.
- WOODS, H. 1903. *A monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England*, Vol. 1. Palaeontographical Society.
- WOODS, H. 1911. *A Monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England*, Vol. II. Monographs of the Palaeontographical Society.
- ZÁRUBA, B. 1996. *Ústřice: katalog rodových a podrodových taxonů podřádu Ostreina (Bivalvia)*. Vesmír.
- ZELENKA, P. 2003. Křídové sedimenty na území listu 13-322 Kolín. *Zprávy o geologických výzkumech* 2002, 46-46.
- ZITTEL, K. A. 1865. *Die Bivalven der Gosaugebilde in den nord östlichen Alpen, Beitrag zur Charakteristik der Kreideformation in Ö sterreich*. Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematischnaturwissenschaftliche Klasse.

## **Přílohy**

## **TABULE 1**

**A1,2** – *Nucula* sp. (LAMARCK); LK-P 0006; pravá miska, zachované zbytky zámku

**B** – *Modiolus* sp. (LAMARCK); LK-P 0054–c

**C** – *Cucullaea* sp. (LAMARCK); LK-P 0001–a; zachované jádro z nodule, pohled z vrchu

**D** – *Cucullaea* sp. (LAMARCK); LK-P 0029–b; pravá miska

**E** – *Modiolus* sp. (LAMARCK); NM-O8288; pravá miska

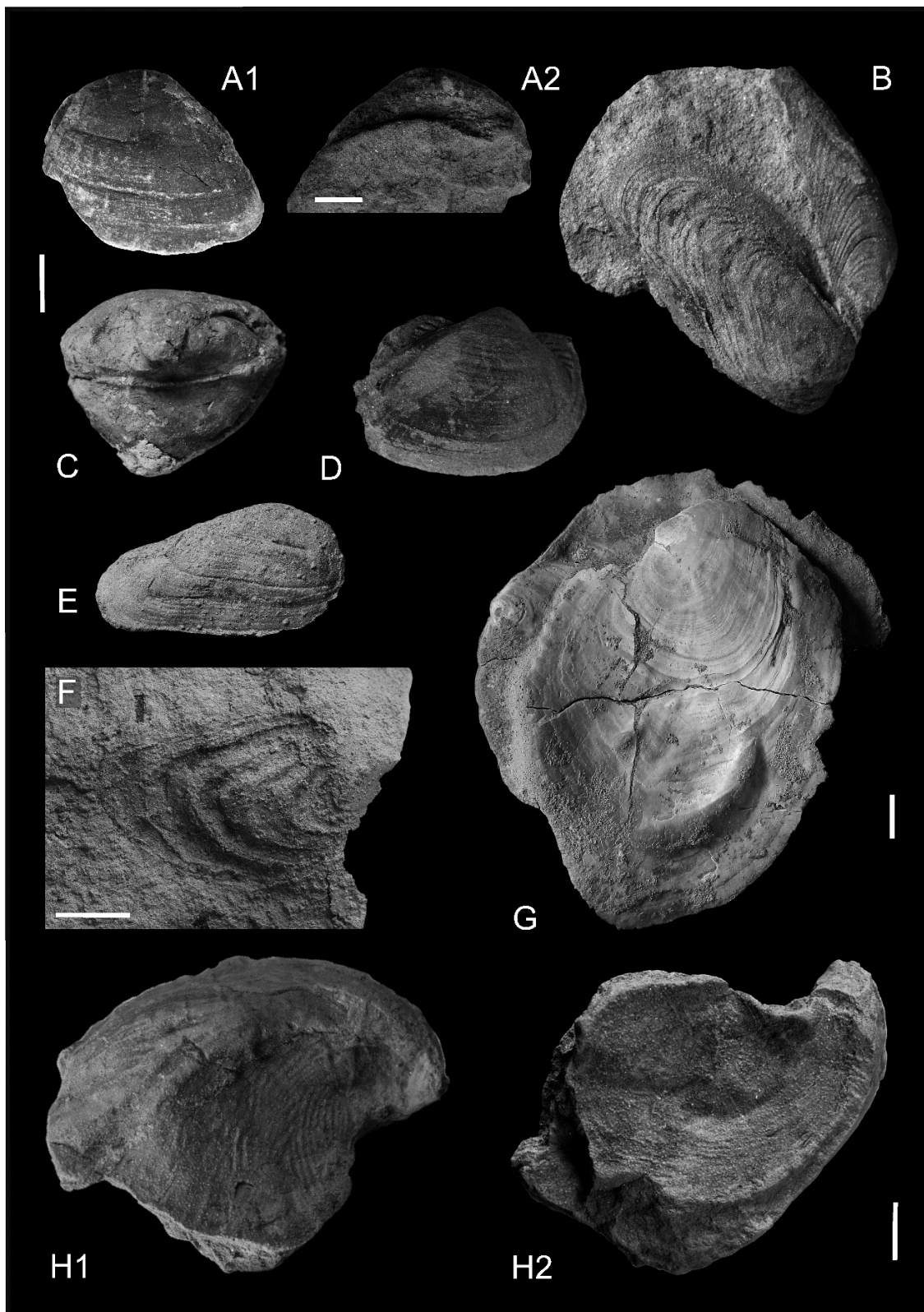
**F** – *Gryphaeostrea* sp. (CONRAD); NM-P 0021; pravá miska

**G** – *Pycnodonte* sp. (FISCHER VON WALDHEIM); NM-O7611; pravá miska

**H1, 2** – *Rhynchostreon* sp. (BAYLE); LK-P 0071–b

(všechna měřítka značí 0,5 cm)





## **TABULE 2**

**A** – *Pteria* sp. (SCOPOLI); NM-O8297; pravá miska

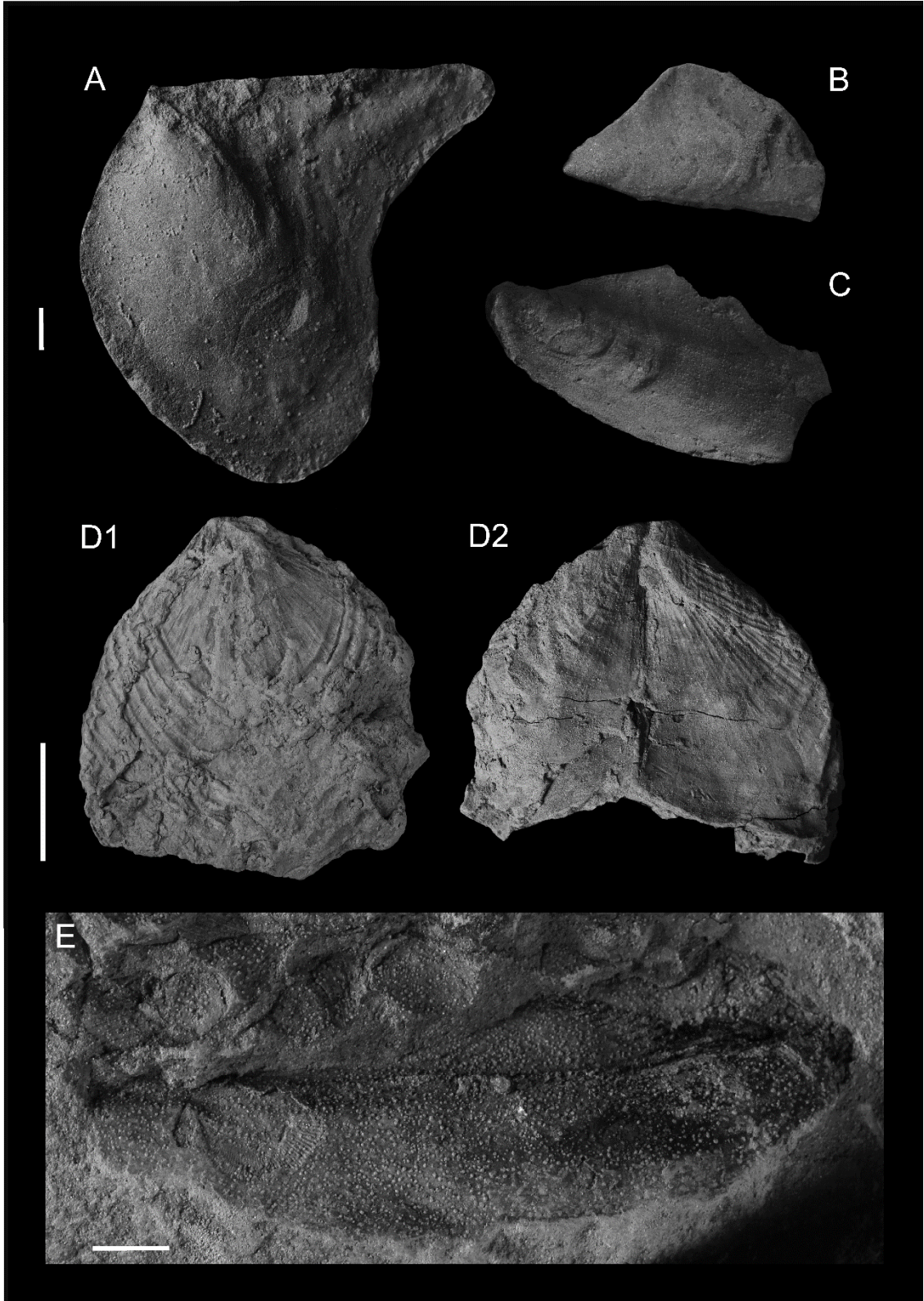
**B** – *Pseudoptera* sp. (MEEK); LK-P 0019-a

**C** – *Pseudoptera* sp. (MEEK); LK-P 0038-a

**D1,2** – *Stegoconcha* sp. (BÖHM); LK-P 0052-a

**E** – *Gervillia* sp. (DEFRANCE); LK-P 0061

*(měřítko u vzorku C1,2 značí 2,5 cm; všechna ostatní měřítka značí 0,5 cm)*

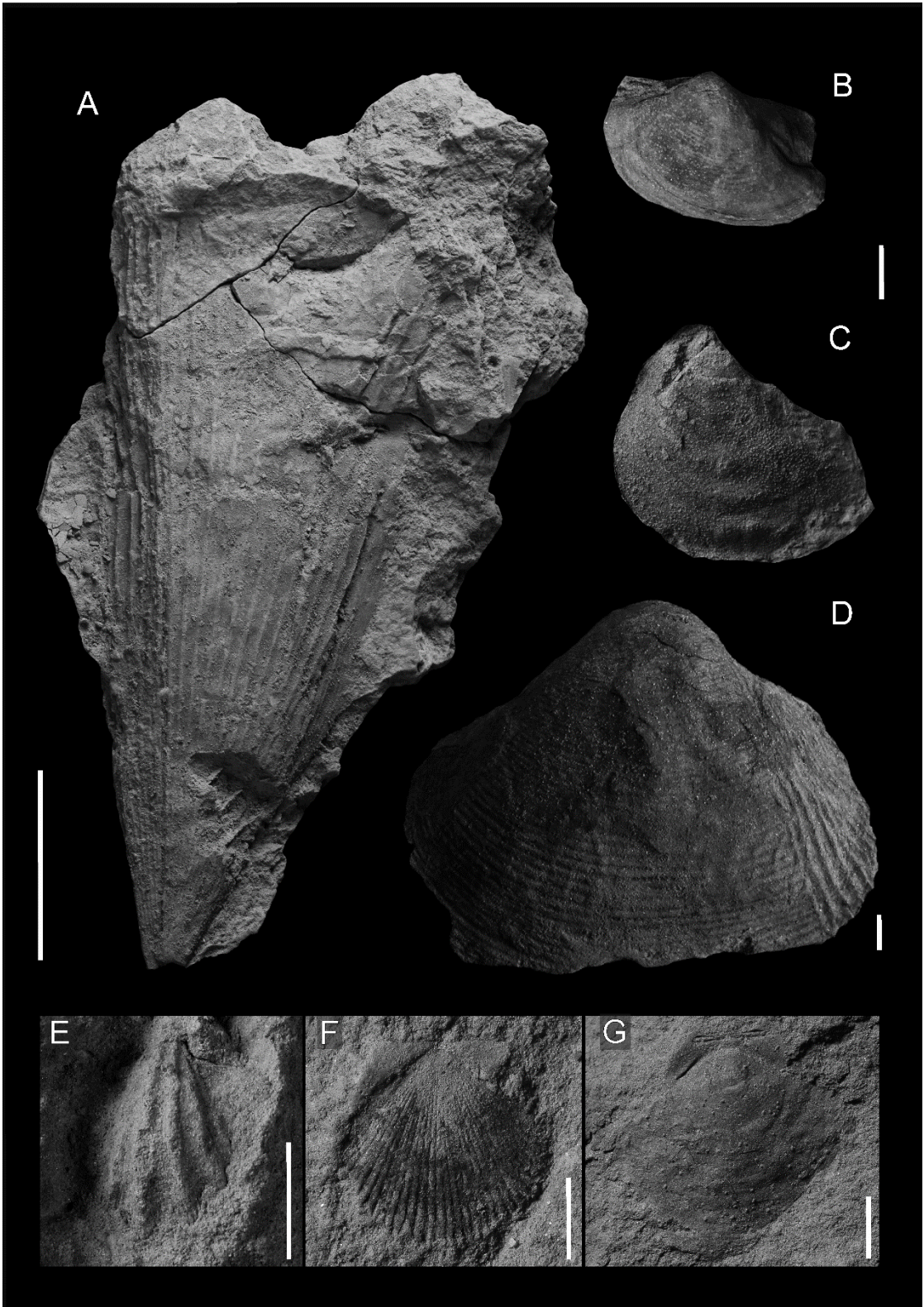


### **TABULE 3**

- A** – *Pinna* sp. (LINNAEUS); LK-P 0055
- B** – *Cucullaea* sp. (LAMARCK); LK-P 0069-b; levá miska
- C** – *Trigonia* sp. (BRUGUIÈRE); LK-P 0069-f; levá miska
- D** – *Protocardia* sp. (VON BEYRICH); LK-P0032b; levá miska
- E** – *Neithea* sp. (DROUET); NM-P 0020; pravá miska
- F** – *Lyropecten* sp. (CONRAD); NM-O8291
- G** – *Entolium* sp. (MEEK); NM-O8290

*(měřítko u vzorku A značí 5 cm; všechna ostatní měřítka značí 0,5 cm)*

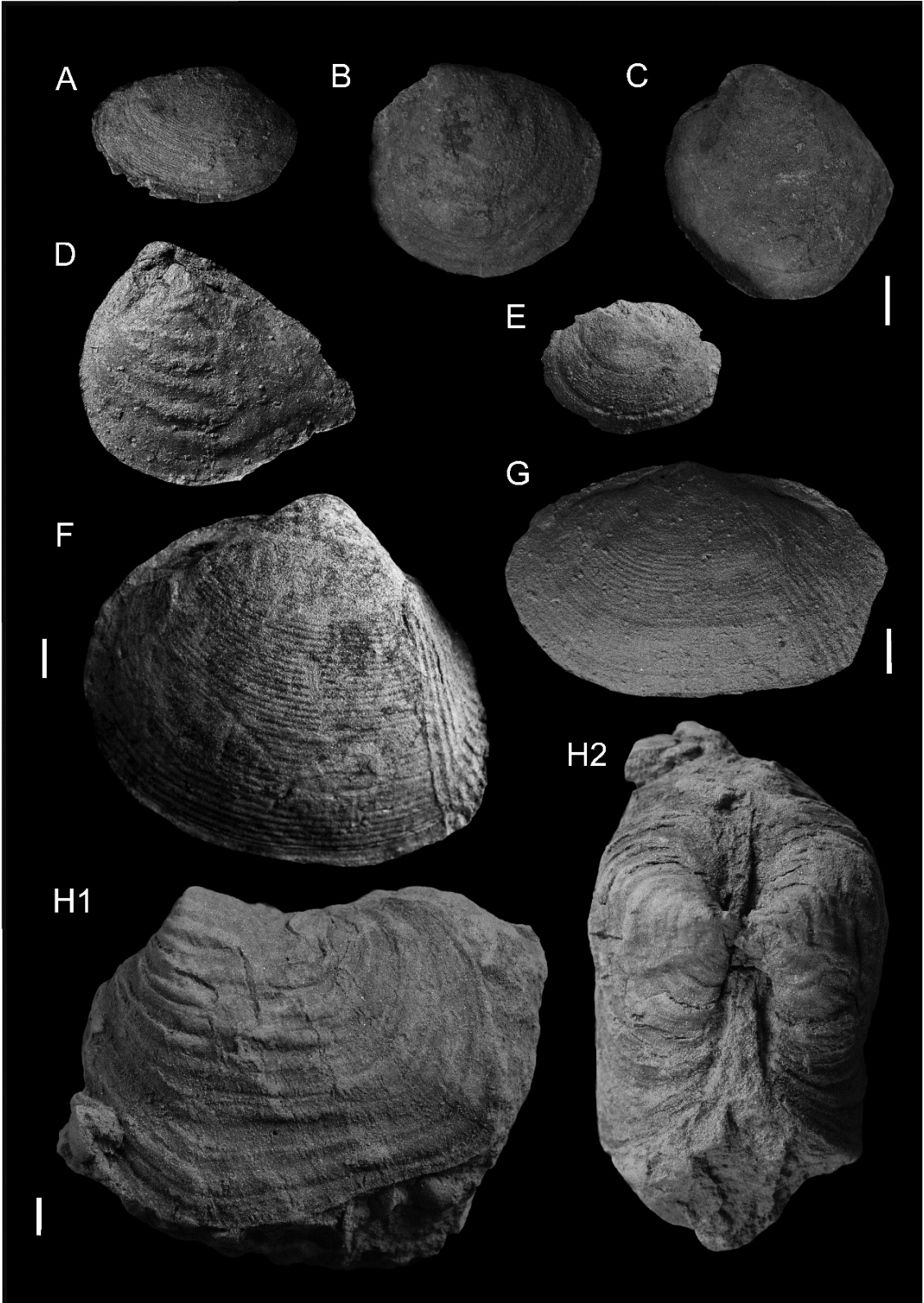




## **TABULE 4**

- A** – *Tellina* sp. (LINNAEUS); LK-P0042; levá miska
- B** – *Eriphyla* sp. (GABB); LK-P0057e; levá miska
- C** – *Eriphyla* sp. (GABB); LK-P0010; levá miska
- D** – *Trigonia* sp. (BRUGUIÈRE); NM-O8300; levá miska
- E** – *Tellina* sp. (LINNAEUS); LK-P0013; pravá miska
- F** – *Protocardia* sp. (VON BEYRICH); LK-P0016; levá miska
- G** – *Icanotia* sp. (STOLICZKA); NM-P0098; levá miska
- H1,2** – *Panopea* sp. (MÉNARD DE LA GROYE); LK-P0022

(všechna měřítka značí 0,5 cm)





## **Příloha – katalog vzorků**