

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**VYUŽITÍ BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ VE VÝUCE BIOLOGIE
NA ZÁKLADNÍ A STŘEDNÍ ŠKOLE
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Nikola Šmídtová

Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Petra Vágnerová
Konzultant: prof. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Plzeň 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Petry Vágnerové a prof. RNDr. Michala Mergla, CSc. a uvedla všechny použité zdroje.

V Plzni dne

.....
Šmídtová Nikola

Poděkování

Především bych chtěla velmi poděkovat prof. RNDr. Michalu Merglovi, CSc. za poskytnutí cenných rad, informací, materiálu, odborné literatury a za obětavou pomoc a čas, který mi věnoval při vzniku této práce. Dále děkuji vedoucí práce Mgr. Petře Vágnerové za vřelou pomoc při vypracování didaktické části. V neposlední řadě děkuji své rodině za trpělivost, podporu a pochopení, především pak své sestře Elišce Šmídtové za nemalou pomoc.

Abstrakt

Mořské biogenní písky z přímořského pásma Středozemního moře jsou vynikajícím předmětem pro výuku biologie a prezentaci atraktivních mořských biot v biologických cvičeních.

Bylo použito malé množství těchto písků z pěti lokalit řeckých ostrovů (Karpathos, Kefalonie, Kythira, Kréta). Všechny ulity, lastury, rourky a fragmenty zoarií byly vybrány z každého vzorku pod binokulárním mikroskopem. Ve vzorcích dominují ulity, lastury a foraminifery. Pro ostatní skupiny jsou typické méně obvyklé skořápky scaphopodů, chitonů, bryozoanů, echinoidů, polychetických tubic, brachiopodů, červených řas a korýšů. Celkem bylo vybráno 3080 vzorků měkkýšů, přičemž dominantní plži představovali 2321 vzorků. Výsledky jsou uvedeny v grafech a tabulkách.

Ve druhé části práce je představeno čtrnáct úkolů zaměřených na nejdominantnější a nejatraktivnější skořápky v písku. Byly vypracovány tři úkoly týkající se foraminifer, jeden na brachiopoda, jeden na echinoidea, jeden na echinoidní parazity, jeden na predikci gastropod, jeden na bryozoa a zbývajících šest na morfologii měkkýšů. Každé cvičení popisuje úkol, motivaci, informace o předmětu cvičení, doplněné o dvě nebo tři modelové otázky. Druhy uvedené v úkolech a jejich vlastnosti jsou znázorněny v tabulkách v poslední části práce.

Klíčová slova: mořský biogenní písek, Středozemní moře, ulity, lastury, foraminifery, zoaria, výzkum

Abstract

Use of marine biodetrital sands for teaching of biology in grammar and secondary schools

Marine biodetrital sands from the littoral zone of the Mediterranean Sea are excellent subject for teaching of biology and presentation of attractive marine biota in biology exercises.

A small volumes of these sands from five localities of Greek islands (Isles of Karpathos, Cephalonia, Kythira, Crete) were used. All shells, plates, tubes, zoaria fragments were picket out from each sample under the binocular microscope. Shells of gastropods, bivalves and foraminifera dominate in samples. These groups are associated by less common shells of scaphopods, chitons, bryozoans, echinoids, polychaete tubes, brachiopods, red algae, and crustacean fragments. In total 3080 mollusc specimens were selected, with dominant gastropods represented by 2321 specimens. Results are presented by graphs and in tables.

Fourteen tasks focused to the most dominant and attractive shells in sands are presented in the second part of the work. There are three tasks about foraminifera, one on brachiopod, one on echinoids, one on echinoid parasites, one on gastropod predation, one of bryozoans, and remaining six on mollusc morphology. Each exercise describes a task, motivation, information about subject of exercise, supplemented by two or three model questions. Species noted in tasks and their features are illustrated in tables in the last part of the work.

Keywords: marine biodetrital sands, Mediterranean sea, shells of gastropod, shells of bivalves, foraminifera, zoaria, research

Obsah

1 Úvod	1
2 Metodika	2
2.1 Metodika sběru.....	2
2.2 Přehled lokalit	2
2.3 Zpracování vzorků	2
2.4 Metodika taxonomické determinace	3
2.5 Charakteristika lokalit	4
2.6 Biogeografická příslušnost	5
3 Analýza taxonomického složení písku	6
3.1 Grafické vyhodnocení zastoupení plžů z jednotlivých lokalit.....	6
3.2 Grafické vyhodnocení zastoupení mlžů z jednotlivých lokalit.....	11
3.3 Slovní vyhodnocení.....	16
4 Didaktické využití mořských písků ze Středomoří	19
4.1 Úloha 1: Protozoa - Červená barva písku.....	19
4.2 Úloha 2: Protozoa - Neobvyklé schránky dírkonošců.....	21
4.3 Úloha 3: Protozoa - Spirální schránky dírkonošců	22
4.4 Úloha 4: Brachiopoda - Ramenonožci, téměř vyhynulá skupina živočichů	24
4.5 Úloha 5: Neritidae - Zelené ulity smaragdie	25
4.6 Úloha 6: Cerithidae - Pravotočivost kontra levotočivost ulit plžů.....	27
4.7 Úloha 7: Arcidae - Chlupaté periostrakum.....	29
4.8 Úloha 8: Retusidae a další - Jak ztratit ulitu.....	30
4.9 Úloha 9: Polyplacophora - Barevné zalomené destičky.....	32
4.10 Úloha 10: Lucinidae - Jak se zahrabat do písku.....	34
4.11 Úloha 11: Ježovky - Barevná vnitřní kostra	35
4.12 Úloha 12: Eulimidae - Parazitismus mezi ostny	37
4.13 Úloha 13: Vrtby - Predace dravých plžů	38
4.14 Úloha 14: Mechovky a žahavci - Koloniální organismy.....	38
5 Závěr	41
6 Literatura a internetové zdroje	42
6.1 Literatura	42
6.2 Internetové zdroje	43
7 Seznam příloh.....	46

1 Úvod

Současná didaktická technika umožňuje využít i méně obvyklé biologické materiály pro náplně přírodopisných seminářů či různých biologických kroužků. Právě takovým materiálem mohou být různé typy biogenním mořských písků. Písky lze snadno získat v mělkých vodách Středozemního moře, případně i dalších teplých mořích, která jsou běžnými turistickými destinacemi.

Mořské biogenní písky na první pohled vypadají jako homogenní směs rozlámaných schránek, úlomků krunýřů, ték nebo řasových stélek. Nahlédneme-li na ně však pod binokulární lupou, vstoupíme do světa barevných ulit, schránek, trubiček, koster a jiných pozůstatků fauny a flory. Písek může tvořit zbytky plžů, mlžů, mechovek, štitkonošců, ramenonožců, dírkonožců, ostnokožců, kroužkoců, korýšů, ruduch i dalších skupin bezobratlých, velmi často ve směsici s úlomky hornin a zrny nerostů. Lze tedy konstatovat, že složení písků je velmi dobrým ukazatelem druhové pestrosti konkrétního mořského ekosystému i okolní geologie. To jej činí atraktivním pro demonstraci bohatosti mělkých moří i skupin, se kterými se žáci a studenti v naší přírodě nemohou potkat i např. diskuzím o vzniku mořského písku a vzniku hornin.

Cílem této bakalářské práce je výzkum taxonomického zastoupení mořské fauny na několika příkladech mořských písků. Rozbor taxonomického složení na úrovni vyšších taxonů, druhové určení typických a nejčastějších druhů, výběr reprezentativních druhů pro konkrétní aktivitu s doplněním hlavních informací o skupině či druhu jsou pak hlavní náplní bakalářské práce. Rozbor by měl také poskytnout základní představu o relativní četnosti taxonů ve vzorcích. Následuje návrh forem jejich využití ve výuce přírodopisu či biologie na základních a středních školách či v různých zájmových kroužcích.

V práci jsou rovněž vybrány určitými vlastnostmi nejzajímavější druhy, které jsou následně blíže specifikovány a vyobrazeny. Bakalářská práce tedy například může posloužit jako přehledná příručka pro pedagogy, kteří by chtěli středomořské mořské písky využít ve své výuce.

2 Metodika

2.1 Metodika sběru

Vzorky mořských písků byly poskytnuty konzultantem bakalářské práce. Sběry mořského biogenního písku byly prováděny v letech 2007 až 2018. Reprezentativní vzorky středomořských písků pochází z pěti řeckých lokalit, jejichž nejdelší vzdálenost od sebe až 900 km v rozmezí 936 km vzdušnou čarou. Materiál byl v těchto lokalitách ručně odebrán hrubším sítem v hloubkách od dvou to čtyř metrů. Vzorky písku byly na místě přeplaveny a pro další studium byla zpracovávána frakce o velikosti bioklastů 0,5 - 10 mm.

2.2 Přehled lokalit

- 1) Řecko, ostrov Kefalonie, jihozápadní pobřeží, pláž Makris Gialos, naplavený materiál na okraji písčitého dna pod skalnatými útesy s porosty posidoníí, hloubka 3 m. Sběr v roce 2015.
- 2) Řecko, ostrov Karpathos, jižní pobřeží, pláž u obce Amoopi, naplavený materiál mezi menšími skalními útesy na skalnaté pobřeží v hloubce hloubce 2 m. Sběr v roce 2012.
- 3) Řecko, ostrov Karpathos, západní pobřeží, pláž u obce Finiki, naplavený materiál na okraji písčitého dna po útesy skalnaté pobřeží, hloubka 2 m. Sběr v roce 2007.
- 4) Řecko, ostrov Kréta, jižní pobřeží, pláž u obce Matala, hrubý písek po vysokými tesy skalnatého pobřeží, hloubka 4 m. Sběr v roce 2010.
- 5) Řecko, ostrov Kythira, severovýchodní pobřeží, pláž u obce Agia Pelagia, naplavený materiál v prohlubni skalnatého dna, hloubka 3 m. Sběr v roce 2018.

2.3 Zpracování vzorků

Vzorky o váze 63 až 137 gramů (tabulka 1) byly ručně přebrány pod binokulární lupou. Vybrány byly všechny určitelné biogenní zbytky. Výběr ulit, lastur, schránek a dalšího biogenního materiálu byl prováděn ručně pomocí pinzety, vždy z odsypaného materiálu v Petriho misce. Takto vybraný materiál byl roztržěn do jednotlivých skupin (nejčastěji tříd). Takový materiál byl následně znovu roztržěn, a to na jednotlivé druhy, nebo na jednotlivé taxonomicky blízké skupiny (rody, čeledi). Výsledky jsou uvedeny a vyhodnoceny v kapitole 3.

Tab. 1: Váha studovaných vzorků písku z jednotlivých lokalit

Číslo lokality	Název lokality	Váha vzorku (g)
1	Kefalonie - Makris Gialos	63
2	Karpathos - Amooopi	106,5
3	Karpathos - Finiki	113,25
4	Kréta - Matala	136,5
5	Kythira - Agia Pelagia	78

2.4 Metodika taxonomické determinace

Pro determinaci byla znovu použita binokulární lupa, připravený vzorník vybraných druhů s již dříve vybranými a určenými druhy či skupinami. K determinaci již vyselektovaných vybraných morfologicky identických či velmi blízkých jedinců byly následně využity atlasy mořské fauny, určovací klíče a různé materiály dostupné na internetu (publikace, webové atlasy, encyklopedie a jiné zdroje informací).

Zásadním problémem se jevila a jeví determinační literatura mikromorfických druhů. Většina běžných publikací atlasového charakteru se zabývá velkými až středně velkými druhy a druhy drobné a mikromorfické jsou zcela pomíjeny nebo jsou zmiňovány okrajově nebo souhrnně v rámci čeledí. Podobně tomu je s druhy vzácnými až velmi vzácnými. I takové druhy jsou v atlasech nalézány ojediněle.

Jako relativně dostupné a použitelná se ukázaly publikace zaměřené převážně na měkkýše nebo přehledné atlasy středomořské fauny. Terminologie byla přebrána z prací autorů s přihlédnutím k datu publikace. Poppe & Goto (1991), Poppe & Goto (1993), De Bruyne (2004), Hayward *et al.* (2006) a Hofrichter (2004) byly hlavní publikace použité při determinaci. Z těchto publikací byla následně použita i taxonomická nomenklatura druhové, případně vyšší taxonomické úrovně.

Pro teoretickou část byly použity nejčastěji webové stránky. Z odborné literatury je potřeba znovu zmínit publikaci De Bruyne (2004), dále Hayward, *et al.* (2006) či Poppe & Goto (1993).

2.5 Charakteristika lokalit

Nalezené schránky živočichů, především měkkýšů, které byly dále determinovány, pochází celkem z pěti odlišných lokalit Středozemního moře, nicméně všechny tyto lokality dle Woodvarda (De Bruyne 2004) spadají do tzv. Lusitanické malakologické oblasti. Do této oblasti se mimo jiné řadí i přilehlá část Atlantského oceánu, konkrétně Biskajský záliv, Kanárské ostrovy a Kapverdy (De Bruyne 2004). Je tedy zřejmé, že lze předpokládat víceméně shodné taxonomické složení na všech pěti lokalitách.

Výskyt a početnost jednotlivých mořských druhů je silně vázán na vlastnosti a podmínky daného biotopu. Jsou jimi typ substrátu, povětrnostní vlivy, salinita, orientace ke Slunci, výskyt ostatních druhů, hustota řasových porostů či přítomnost posidoniových porostů. (Hayward *et al.* 2006). Tyto podmínky se na námi zkoumaných lokalitách příliš nelišili. Teplota, hloubka, světelné podmínky byly na všech lokalitách podobné. Z hlediska místa výskytu těchto organismů se jedná o tzv. bentosní litorální druhy.

Z hlediska zonace moře dle hloubky se v případě našeho výzkumu jedná o eulitorální, litorální a horní část sublitorální zóny s označením h1. Konkrétně hovoříme o hloubce v rozmezí 0-25 m. Tato zóna v sobě zahrnuje příbřežní pás od nejvyššího stavu hladiny moře při přílivu, až po nejnižší stav při odlivu a úsek těsně pod příbřežním pásem. V této zóně dochází k největším pohybům vody, podklad je písčité až bahňitý. Jsou zde zahrnuty oblasti podél skalnatých pobřeží a v tropickém pásmu i horní část korálových útesů (De Bruyne 2004).

Teplota pobřežních vod se může v závislosti na geografickém umístění lišit až o 15°C. Teplotní výkyvy se však vztahují i na jednotlivé lokality. V závislosti na ročním období, může teplota vody kolísat až o 10°C. Středozemní moře se co do teplot řadí mezi nejteplejší oblasti evropských pobřeží vůbec. Teplota vody zde koncem léta dosahuje více než 25°C (Hayward, *et al.* 2006).

Veškeré druhy živočichů, které byly ze vzorků písků vybrány, se vyskytují v mořské vodě se salinitou od 36,5 ‰ do 38 ‰. Tato hodnota se vztahuje k horní části vodního sloupce ve Středomoří (Hayward, *et al.* 2006).

2.6 Biogeografická příslušnost

V posledních desetiletích dochází ke zvýšené výměně druhů mezi mořskými biogeografickými provinciemi. Z tohoto hlediska se stává určení taxonů obtížnější, protože ve středomořských faunách se stále častěji objevují cizí invazivní druhy, zejména tzv. lessepsiánští migranti, tj. původem z Rudého moře. Platí to nejen pro měkkýše, ale prakticky pro všechny skupiny živočichů (Mergl 2016).

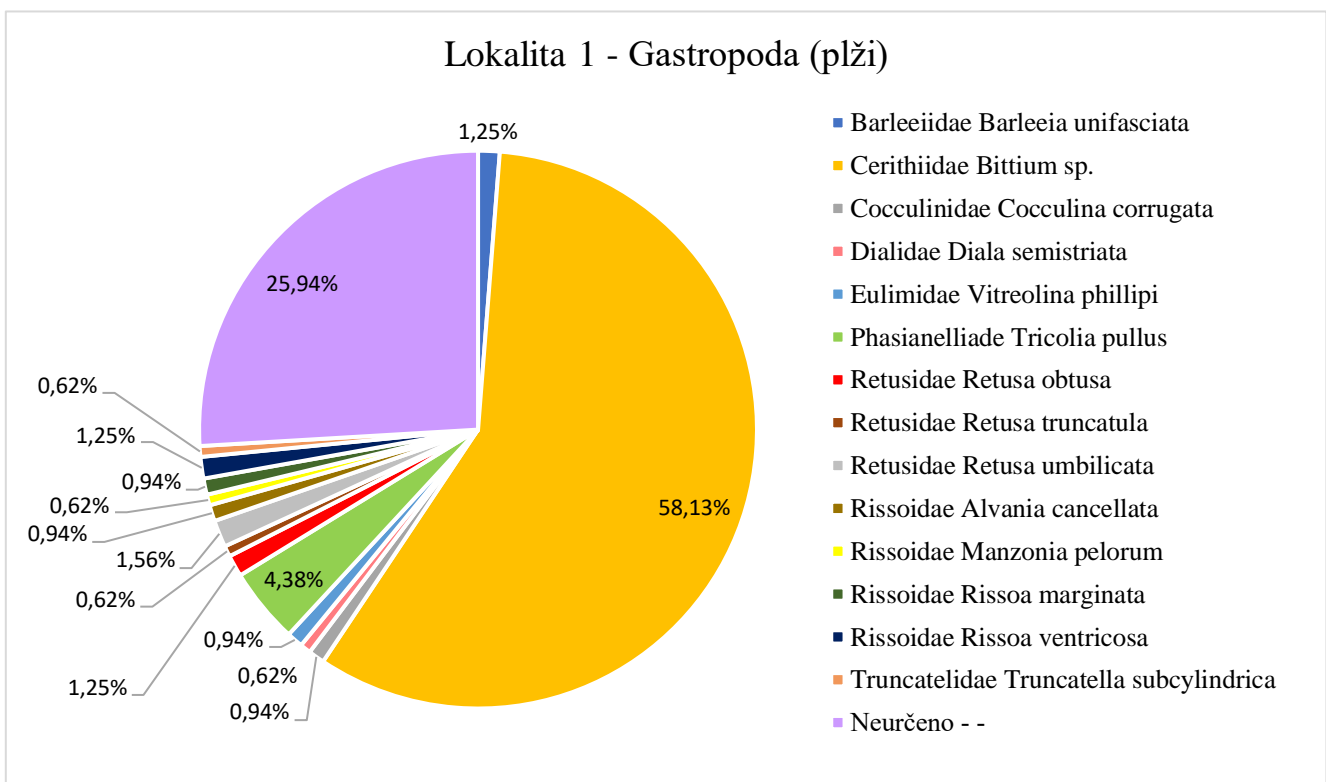
3 Analýza taxonomického složení písku

Podle použité metodiky (kapitola 2.3) byly vzorky písku kvantitativně zpracovány. Podrobný přehled hlavních skupin, rodů a druhů pro jednotlivé vzorky jsou uvedeny v tabulkách 8A1-8E10 v přílohách bakalářské práce. Vyhodnocení skupin plžů a mlžů je uvedeno graficky v kapitole 3.1 a 3.2 s krátkým komentářem.

3.1 Grafické vyhodnocení zastoupení plžů z jednotlivých lokalit

Lokalita 1

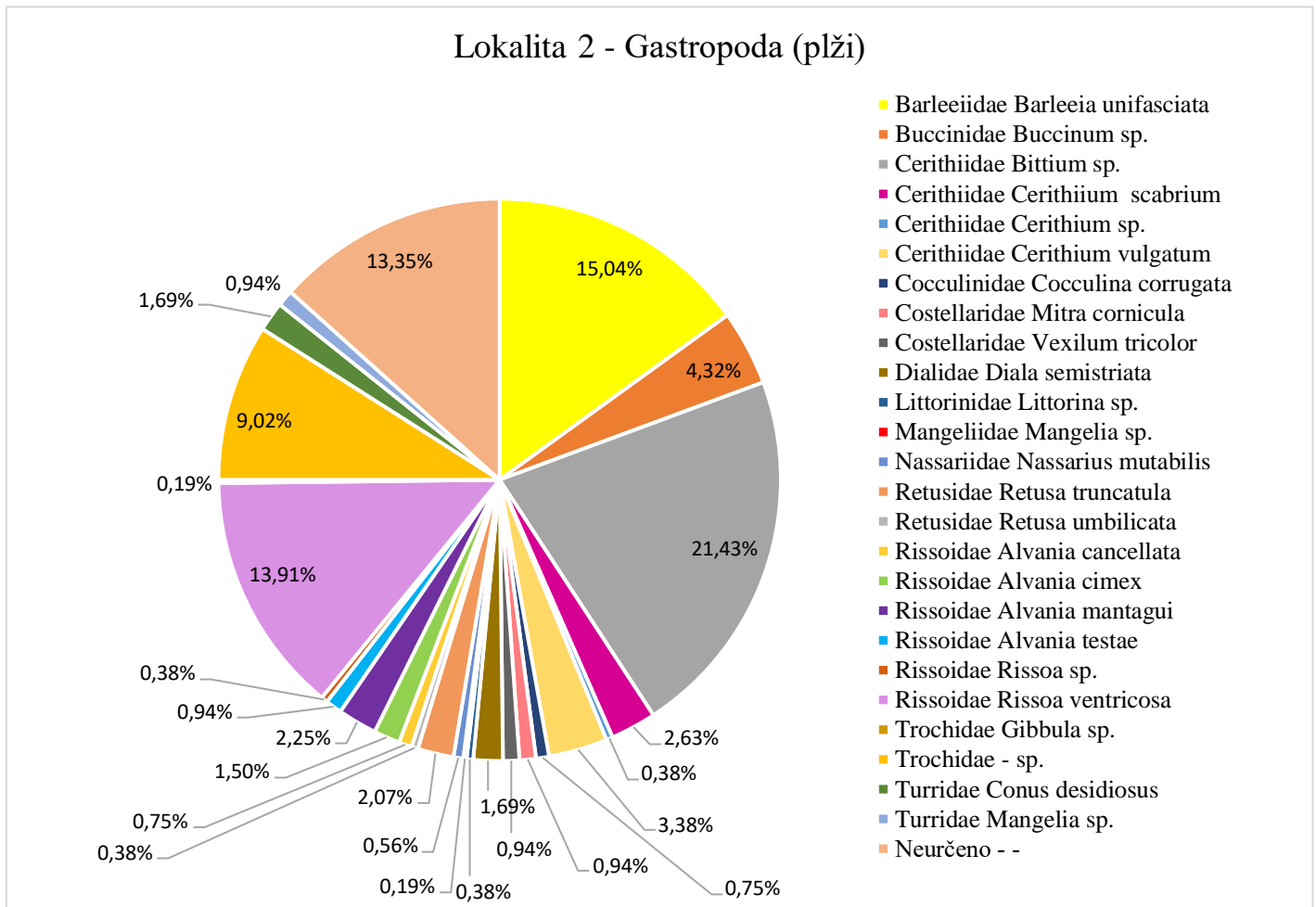
Z taxonomického rozboru plžů vyplývá, že místo s největším počtem druhového zastoupení zaujímá čeleď Cerithiidae (58,13%). Mezi často nalézané jedince patří též zástupci čeledi Retusidae či Rissoidae.



Graf 1 – Procentuální zastoupení plžů v lokalitě 1

Lokalita 2

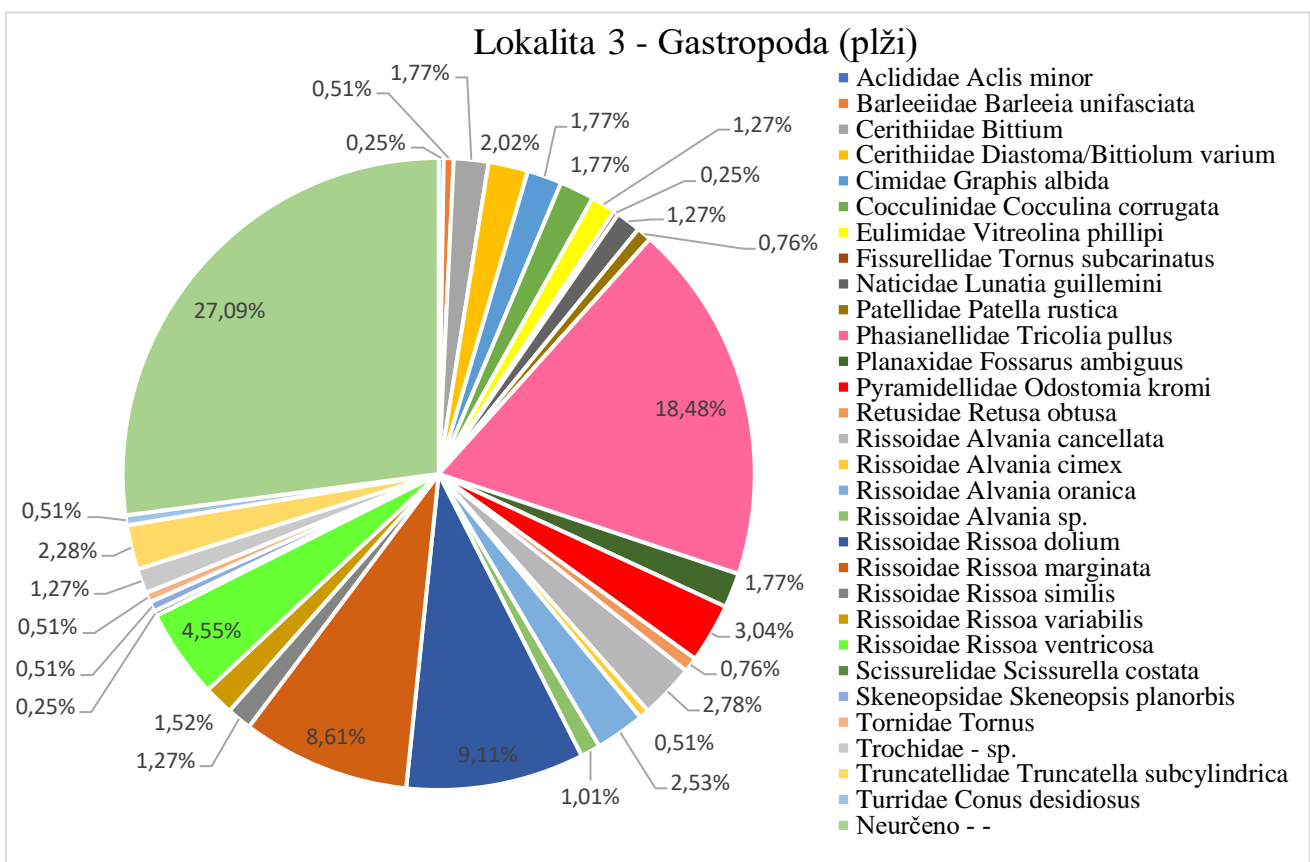
U této lokality bylo též prokázáno největší zastoupení čeledi Cerithiidae, konkrétně rod *Bittium* (21,43%), dále pak Barleeiidae (15,04%) a Rissoidae, konkrétně druh *Rissoa ventricosa* (13,91%). Nemalé zastoupení měli i nedeterminovaní jedinci (13,35%), jejichž schránky nebyly dostatečně zachovány k jejich rozpoznání.



Graf 2 – Procentuální zastoupení plžů v lokalitě 2

Lokalita 3

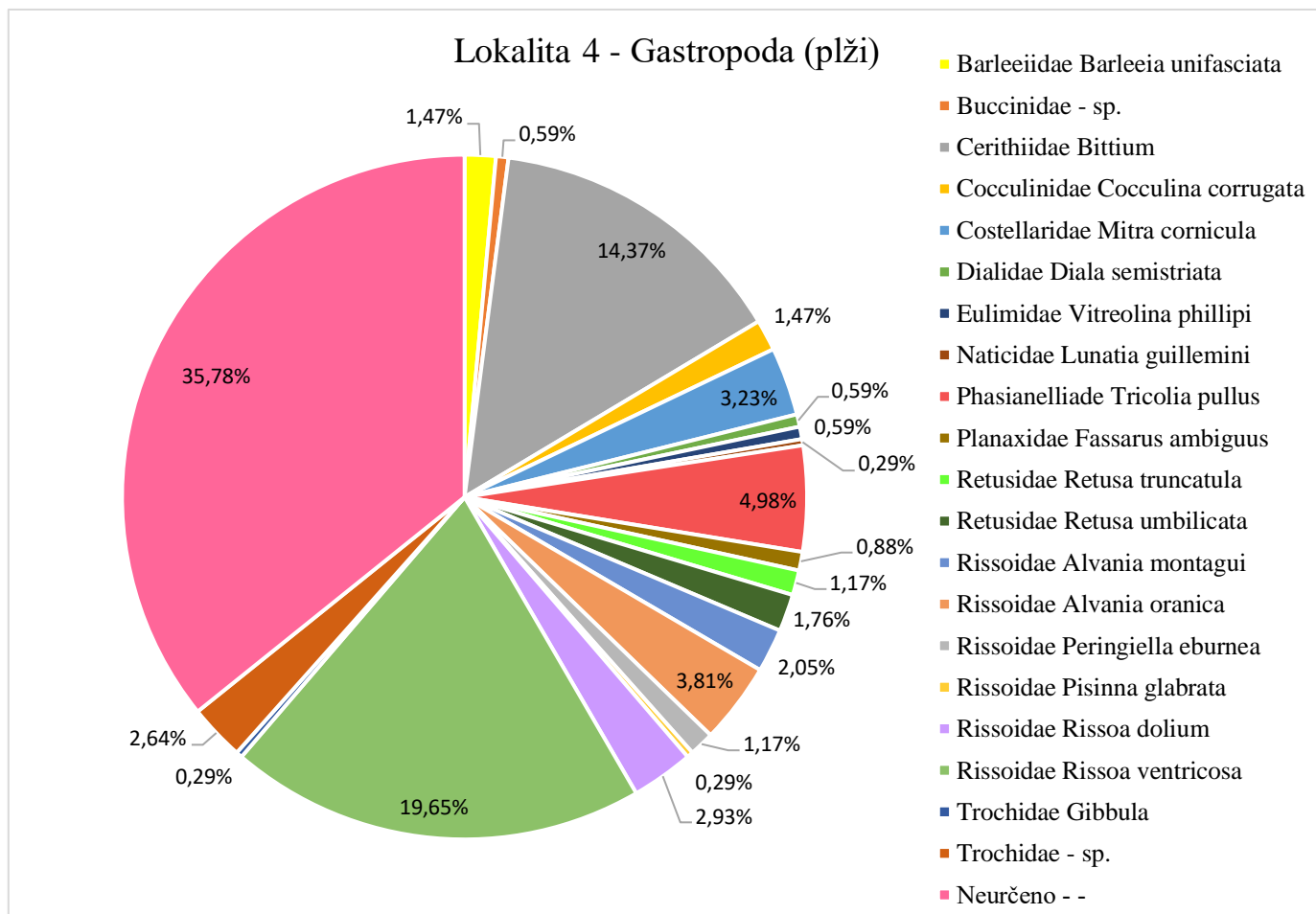
Z tohoto grafu je zřejmé, že kvalita schránek u mnoha plžů nebyla dostačující pro jejich determinaci, a proto nejvyšší procento zastoupení (27,09%) tvoří skupina neurčených jedinců. Nejpočetnější skupinou z determinovaných jedinců je čeleď Phasianellidae (18,48%), dále pak čeleď Rissoidae, konkrétně druhy *Rissoa dolium* (9,11%), *Rissoa marginata* (8,61%) či *Rissoa ventricosa* (4,55%).



Graf 3 – Procentuální zastoupení plžů v lokalitě 3

Lokalita 4

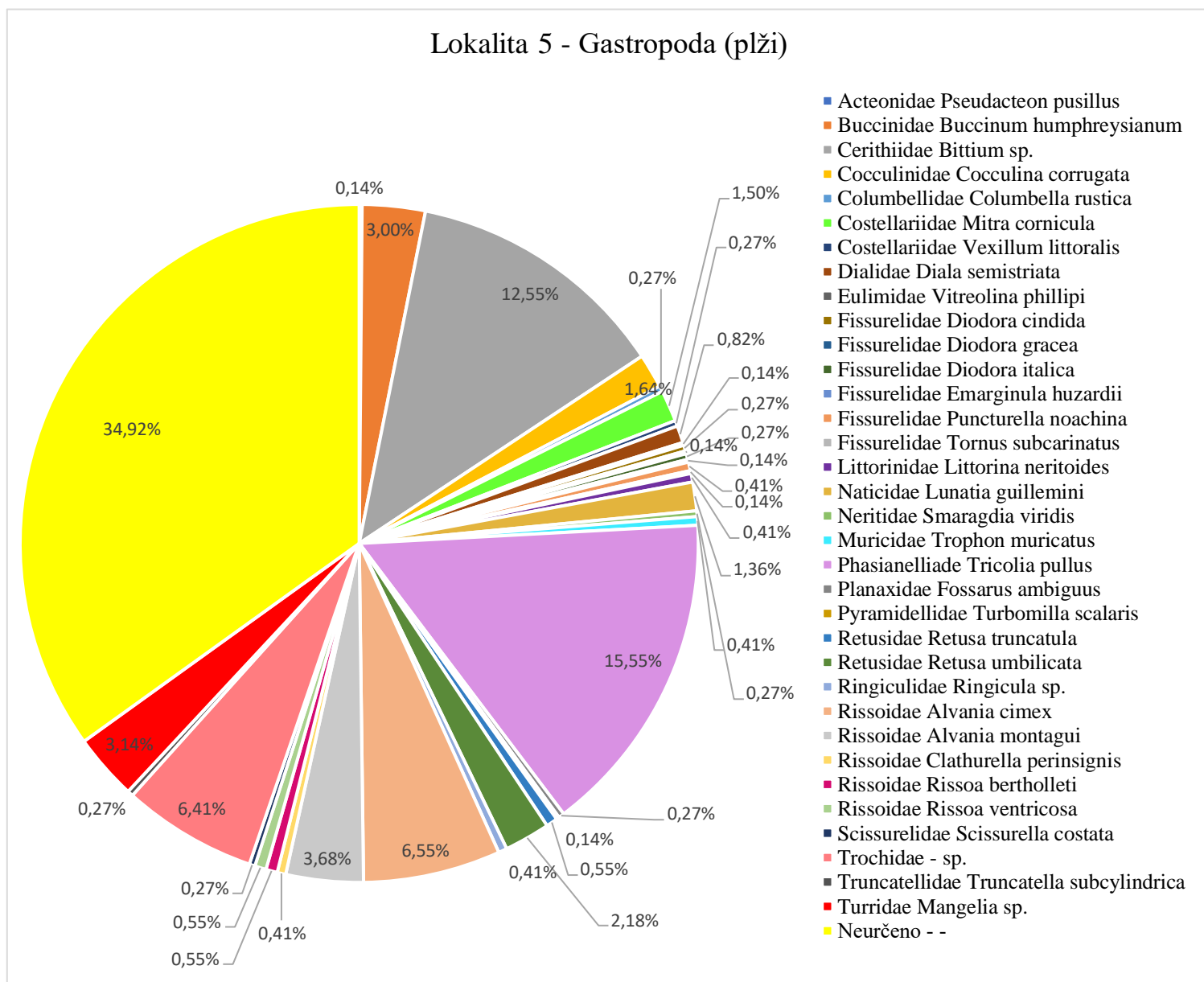
Největší zastoupení opět měla skupina nedeterminovaných jedinců (35,78%). Z ostatních skupin pak tvoří nejvyšší procento čeleď Rissoidae, konkrétně druh *Rissoa ventricosa* (19,65%) a za zmínku také stojí čeleď Cerithiidae (14,37%).



Graf 4 – Procentuální zastoupení plžů v lokalitě 4

Lokalita 5

I v této lokalitě se nacházelo mnoho jedinců (34,92%), které nebylo možné determinovat, nicméně z určených jedinců měla nejvyšší zastoupení často se vyskytující čeleď Phasianellidae (15,55%). Další početnou skupinou je opět čeleď Cerithiidae (12,55%).

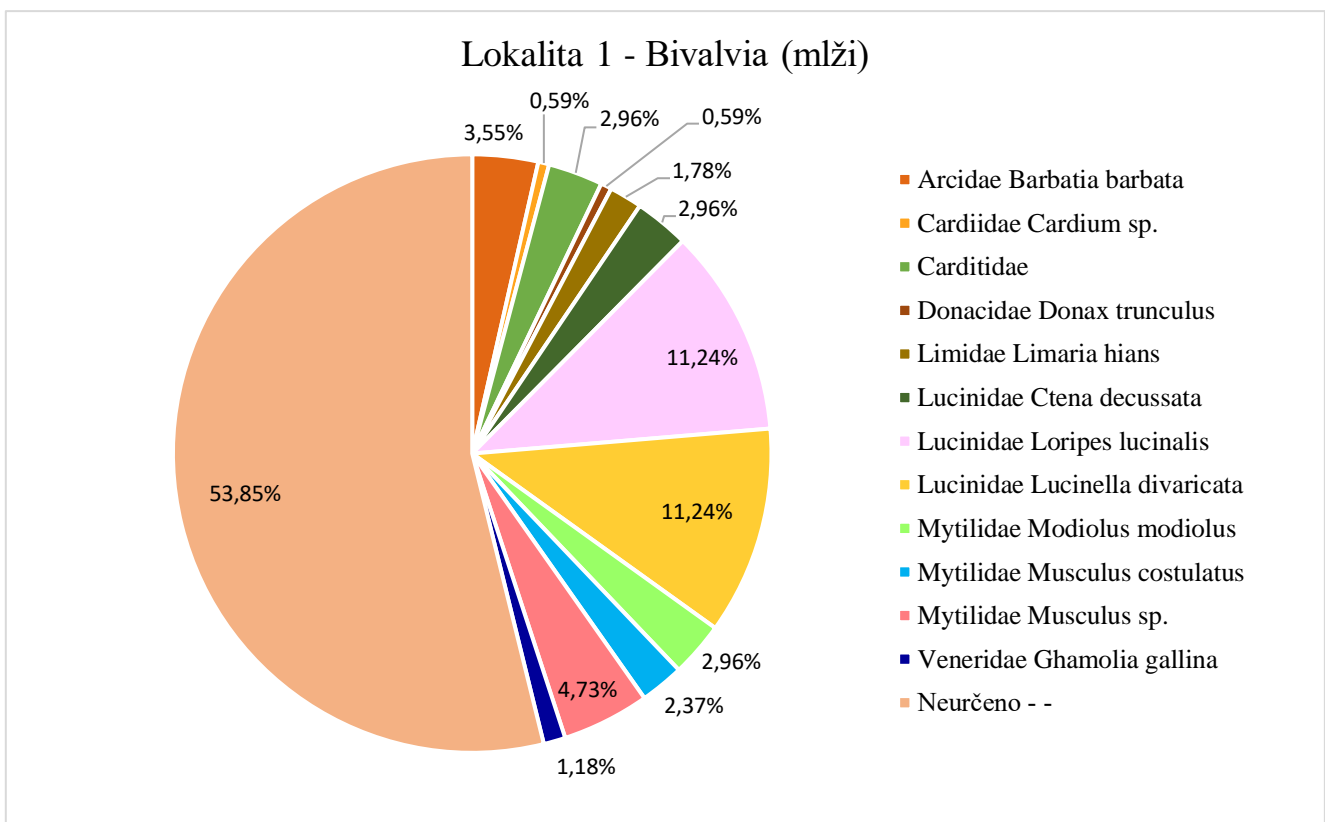


Graf 5 – Procentuální zastoupení plžů v lokalitě 5

3.2 Grafické vyhodnocení zastoupení mlžů z jednotlivých lokalit

Lokalita 1

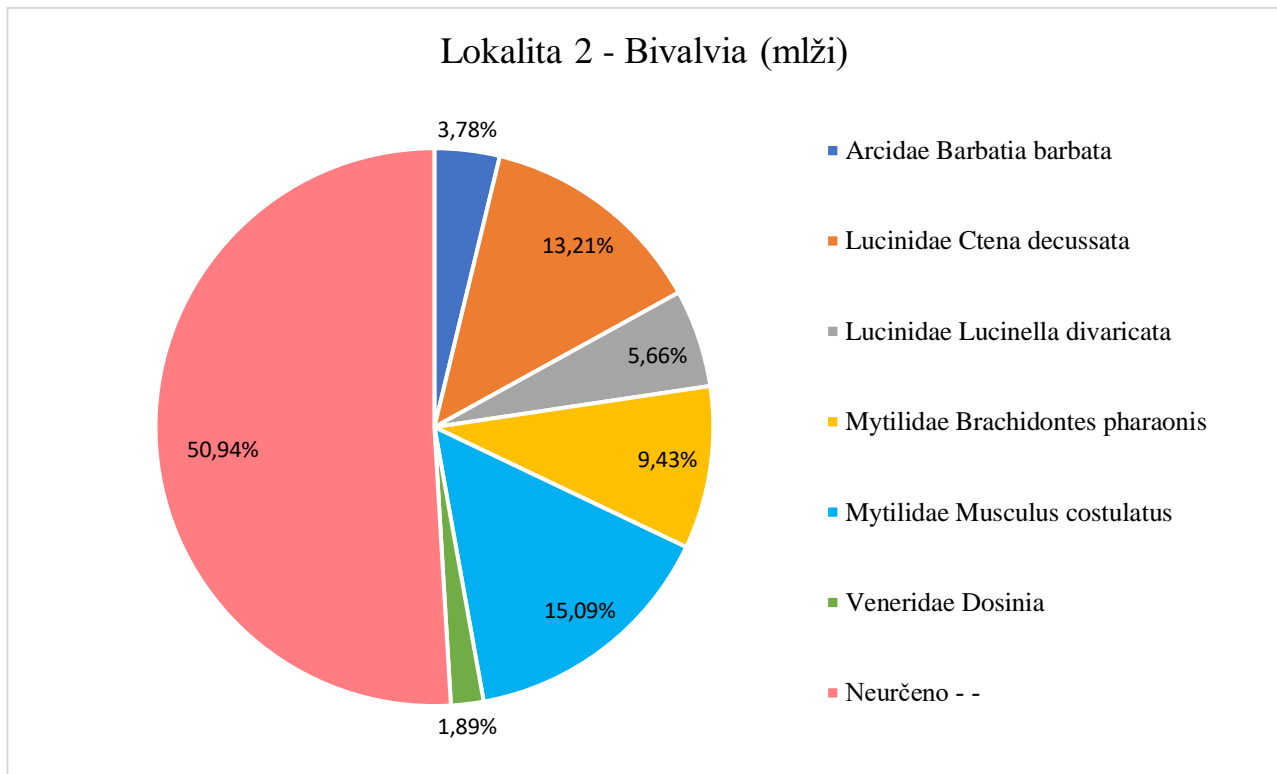
Z tohoto grafu je patrné, že největší zastoupení měli neurčení jedinci (53,85%). Tento fakt je zapříčiněn velkým množstvím nedostatečně zachovalých lastur a úlomků či nemožností determinace z důvodu chybějící odborné literatury. Nejvíce z determinovaných zástupců se řadí do čeledi Lucinidae. Konkrétně se jedná o rody *Loripes* (11,24%) a *Lucinella* (11,24%). Často se vyskytující byli též zástupci rodu *Musculus*.



Graf 6 – Procentuální zastoupení mlžů v lokalitě 1

Lokalita 2

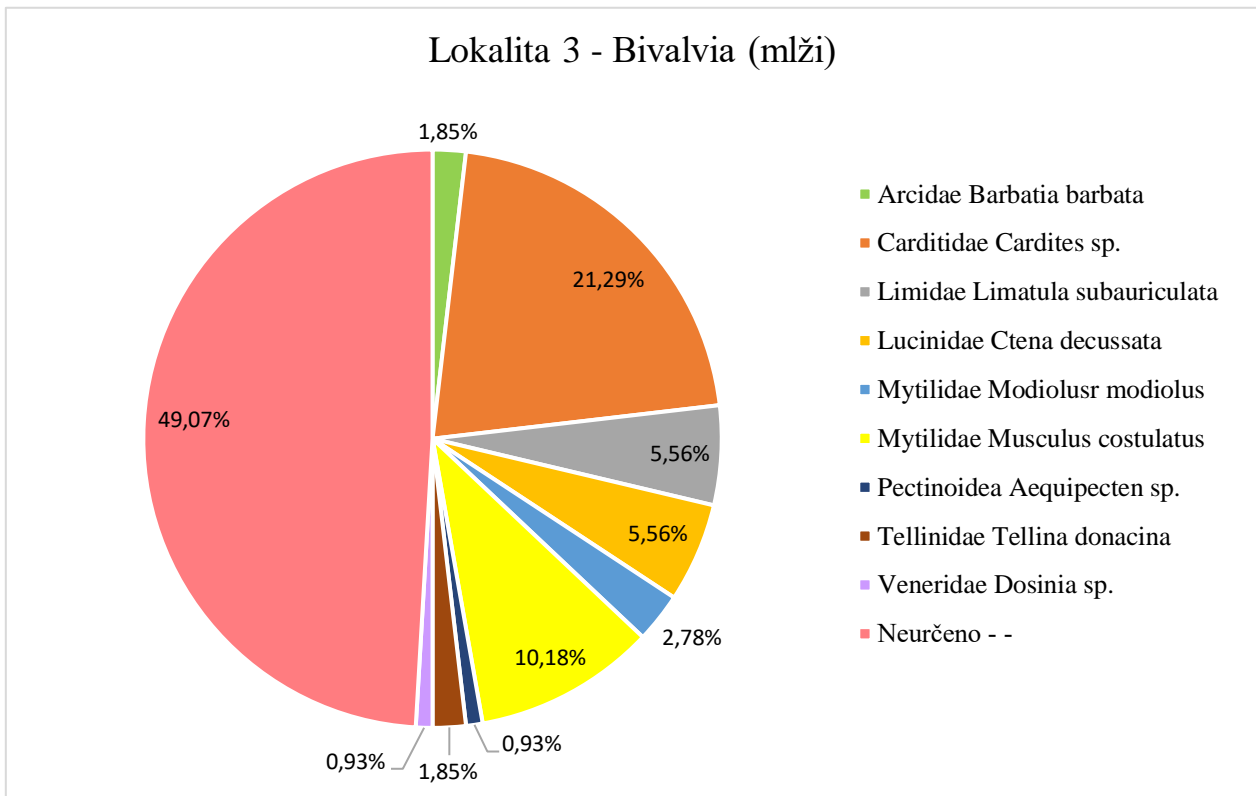
Z determinovaných jedinců tvoří nejvyšší procento čeleď Mytilidae, konkrétně druh *Musculus costulatus* (15,09%), dále pak druh *Ctena decussata* z čeledi Lucinidae (13,21%) či druh *Brachidontes pharaonis* opět z čeledi Mytilidae (9,43%). Celkovou procentuální většinu z nalezených jedinců pak tvoří skupina nedeterminovaných (50,94%).



Graf 7 – Procentuální zastoupení mlžů v lokalitě 2

Lokalita 3

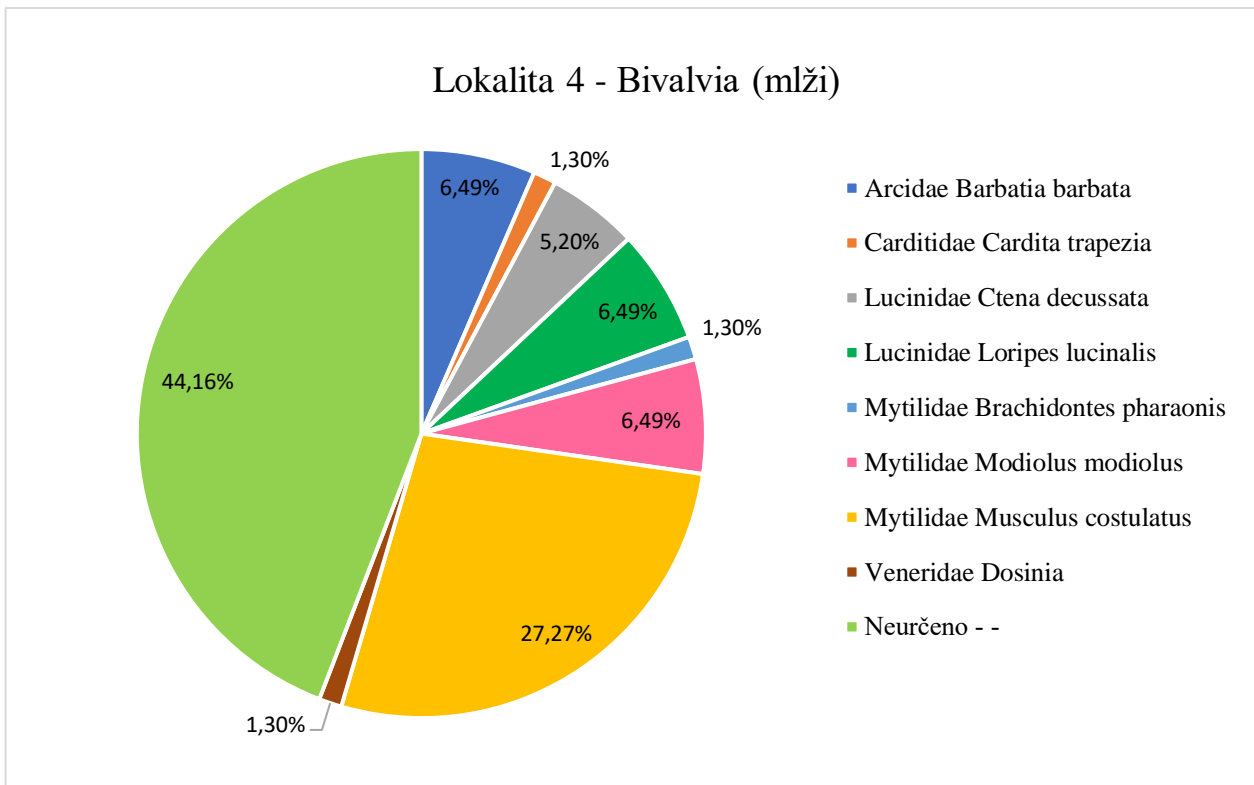
V této lokalitě měla z determinovaných jedinců největší zastoupení čeleď Carditidae (21,29%), dále pak o zhruba polovinu méně čeleď Mytilidae, konkrétně *Musculus costulatus* (10,18%). Celkový počet nedeterminovaných zástupců tvořil 49,07%.



Graf 8 – Procentuální zastoupení mlžů v lokalitě 3

Lokalita 4

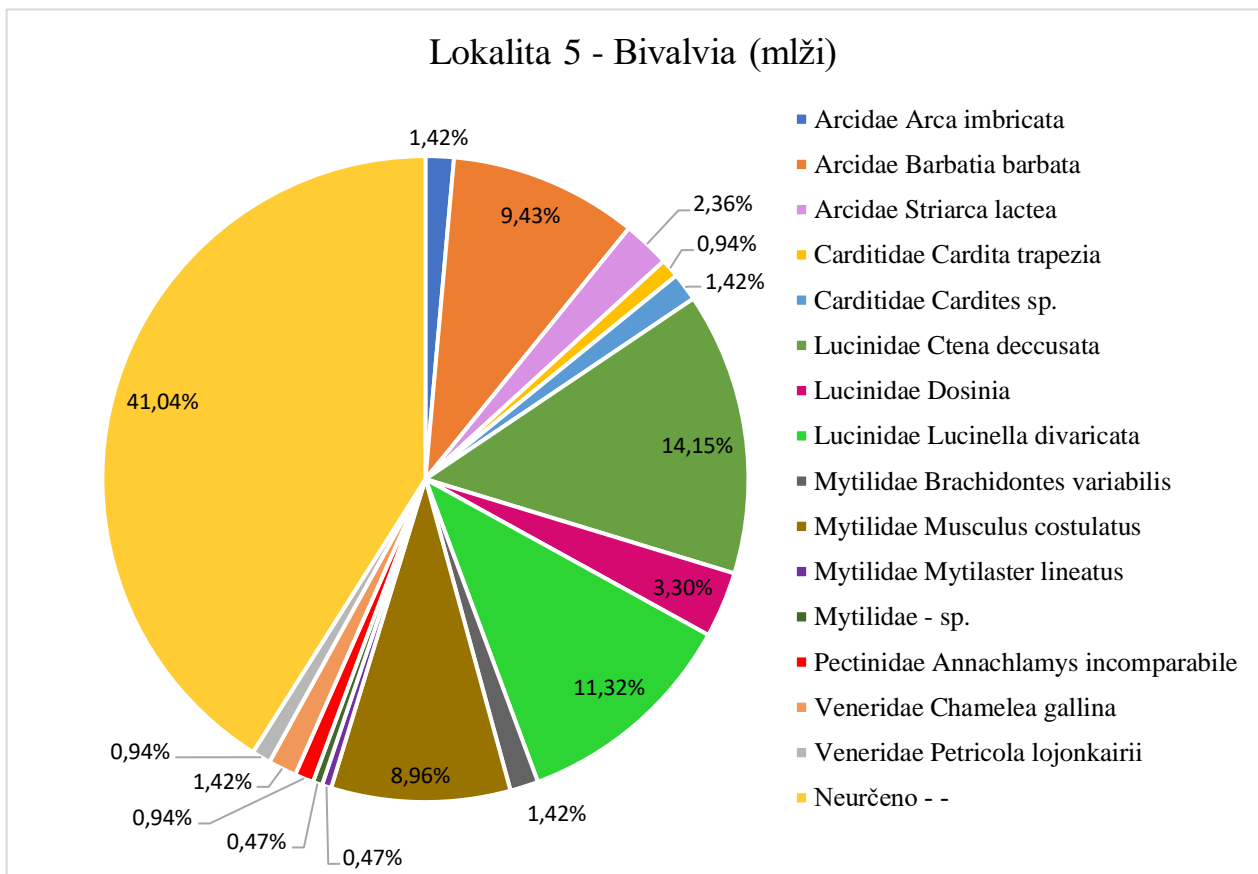
Musculus costulatus z čeledi Mytilidae tvořil nejvyšší procento determinovaných jedinců (27,27%). Procentuálně stejně zastoupené (6,49%) pak byly čeledi Arcidae, Lucinidae, konkrétně druh *Loripes lucinalis* a čeleď Mytilidae, konkrétně druh *Modiolus modiolus*. Počet nedeterminovaných jedinců tvoří 44,16%.



Graf 9 – Procentuální zastoupení mlžů v lokalitě 4

Lokalita 5

Co se determinovaných jedinců týče, nejvyšší procento tvořila čeleď Lucinidae, konkrétně druh *Ctena decussata* (14,15%) a *Lucinella divaricata* (11,32%). Dalšími početnými skupinami byly čeledi Arcidae, konkrétně druh *Barbatia barbata* (9,43%) a Mytilidae, konkrétně *Musculus costulatus* (8,96%). Počet nedeterminovaných jedinců se rovnal 41,04 %.



Graf 10 – Procentuální zastoupení mlžů v lokalitě 5

3.3 Slovní vyhodnocení

Plži jsou nejpočetnější a současně i nejvíce diverzifikovanou skupinou ve všech vzorcích. Z písku bylo vytrženo celkem 2321 ulit plžů, z toho nejpočetnější vzorek pocházel z lokality 5 - Kythira - Agia Pelagia, a sice 733 jedinců. Tato lokalita také měla ze studovaných nejbohatší druhovou diverzitu. Celkově lze však vzorky co do biodiverzity považovat za velmi vyrovnané. U všech zkoumaných lokalit, měly nejsilnější zastoupení plži čeledi Cerithiidae (nejvíce u lok. 1 - 58,13%) z celkového počtu, Phasianelliidae a Rissoidae. Výskyt dalších čeledí plžů se ve všech vybraných vzorcích víceméně shodoval. Jedná se o čeledi Retusidae, Eulimidae, Cocculinidae, Barleeiidae, Trochidae. Z hlediska druhové odlišnosti se pak odlišovala lokalita 2 (Příl. 8B, Tab. 8B-1), ve které, jako v jediné ze všech lokalit, byly zjištěny čeledi Mangeliidae a Nassariidae. Část misek plžů (na některých lokalitách až ¼ vzorků plžů) nebyla detailně určena v důsledku nepříznivého zachování (např. abraze), přítomnosti juvenilních stadií bez diagnostických znaků nebo i nedostatku determinační literatury.

Mlži jsou ve vzorcích druhou nejpočetnější skupinou. Výsledky taxonomického rozboru ukazují, že mezi mlži ve všech zkoumaných vzorcích dominují čeledi Lucinidae (nejvíce u lok. 1 - 43% z celkového počtu) a Mytilidae (nejvíce u lok. 4 - 27%). Slabší výskyt měly čeledi Veneridae a Pectinidae (s max. 2 nalezenými jedinci na vzorek). V lokalitě 1 (Příl. 8A, tab. 8A-2) byly zaznamenány druhy čeledi Cardiidae (rod *Cardium*) a Donacidae (*Donax trunculus* - Příl. 7, obr. 4), které se v ostatních vzorcích nevyskytovaly. Celkový počet vybraných mlžů činil 619 jedinců, z toho nejvyšší počet spadá opět do lokality 5- Kythira - Agia Pelagia. Naopak nejméně nalezených lastur bylo u lok. 2 - Karpathos - Amooopi. Část misek mlžů nebyla určena v důsledku nepříznivého zachování, juvenilních stadií bez diagnostických znaků nebo i nedostatku determinační literatury.

Kelnatky se vyskytovaly na jediné lokalitě (lokalita 1 - Kefalonie - Makris Gialos). Celkem bylo nalezeno 17 jedinců, z čehož celých 71% zastoupení tvořil rod *Dentalium* z čeledi Dentaliidae.

Štítkonošci v taxonomickém rozboru patřily mezi druhově chudší skupiny. Ačkoliv jejich destičky byly nalezeny ve všech pěti lokalitách, v žádném ze vzorků nebylo nalezeno více než pět druhů. Jejich největší zastoupení bylo ve vzorcích písku z lokality 4 (Příl. 8D, tab. 8D-3) a lokality 5 (Příl. 8E, tab. 8E-3). Bezsporně nejpočetnější byla čeleď Chitonidae (chroustnatky), jejichž procentuální hodnota u jednoho ze vzorků dosahovala až 75% z celkového počtu (Příl.

8E, tab. 8E-3). Ze všech vzorků bylo vybráno celkem 123 kusů destiček, přesný počet jedinců však nelze určit.

Mechovci byly zjištěny v počtu 357 jedinců, většinou úlomků větších zoarií, pouze u duhu *Disporella hispida* (Příl. 6, obr. 1) se často vyskytovala celá terčovitá zoaria. Mechovky byly zjištěny ve všech zkoumaných lokalitách. Došlo zde však k výraznějším výkyvům v početnosti nalezených zoarií u jednotlivých vzorků. Největší zastoupení bylo zaznamenáno u vzorku z lokality 5 - Kythira - Agia Pelagia (Příl. 8E, tab. 8E-4) s celkovým počtem 164 jedinců. Naopak nejnižší počet nalezených jedinců byl u vzorku z lokality 2 - Karpathos – Amooopi (Příl. 8B, tab. 8B-4) s celkovým počtem pouhých 8 úlomků zoarií. Co se týče druhového zastoupení, výskyty se víceméně shodují na všech lokalitách. Mezi nejčastěji se vyskytující čeledi nalézané ve vzorcích patří čeledi Crisiidae, Membraniporidae, Tubuliporidae a Plagioeciidae. Procentuální hodnoty zastoupení těchto čeledí jsou však u jednotlivých lokalit odlišné. U lokality 1 (Příl. 8A, tab. 8A-5) a u lokality 3 (Příl. 8C, tab. 8C-4) měla největší zastoupení čeledi Membraniporidae. V obou případech se procentuální hodnota pohybovala v rozmezí od 50 do 60 % z celkového počtu. U lokality 4 (Příl. 8D, tab. 8D-4) měla největší zastoupení čeledi Plumatellidae a Tubuliporidae – tato čeledi měla vysokou procentuální hodnotu i u lok. 5 (Příl. 8E, tab. 8E-4), nikoli však nejvyšší. Nejvíce zástupců mechovek z této lokality spadalo do čeledi Crissidae. Lokalita 2 (Příl. 8B, tab. 8B-4) se opět svým druhovým zastoupením mírně odlišovala. Nejvyšší hodnoty zastoupení dosahovala čeledi Cellariidae, s 37,5% zastoupením rodu *Cellaria*.

Ježovky jsou ve vzorcích zastoupeny třemi druhy, ojediněle byly zjištěny fragmenty dalších druhů iregulárních ježovek. Nejčastěji jsou přítomné ostny a drobné fragmenty ték druhů *Arbacia lixula* (Příl. 5, obr. 7, 8) a *Paracentrotus lividus*. (Příl. 5, obr. 9). Méně časté jsou juvenilní celé téky obou druhů. Téky drobného druhu *Echinocyamus pusillus* (Příl. 5, obr. 10) jsou poněkud vzácnější, ale bývají úplné. Stanovení relativní četnosti druhů je problematické vzhledem k fragmentaci jejich ték, nicméně je patrné, že odhadované frekvence výskytu těchto tří druhů jsou srovnatelná na všech lokalitách.

Ramenonožci jsou obecně vzácnou skupinou. Tomu odpovídá četnost i druhové zastoupení; jen zcela ojediněle byl zjištěn druh *Argyrotheca* (Příl. 2, obr. 9, 10) a to jen v jednom vzorku.

Z kroužkovců byly zjištěny zbytky vápenatých rourek několika druhů. Z nich jsou nejvíce zastoupeny druhy čeledi Spirorbidae a Serpulitidae.

Z ostatních skupin vyskytujících se v detritu je nutno zmínit úlomky vápenatých krunýřů korýšů. Jsou to jednak úlomky karapaxů, ale i fragmenty klepet a článků končetin. Běžné jsou i menší fragmenty krunýřů poustevnických raků. Úlomky krunýřů jsou často abradované a jeví ztrátu původní pigmentace.

Další skupiny, které jsou v detritu běžně přítomny jsou fragmenty inkrustovaných stélek ruduch (Příl. 8A, tab. 11; Příl. 8B – D, tab. 10) a fragmenty řasy rodu *Acetabularia*.

Pozoruhodná je nepřítomnost rybích kůstek a šupin, které by se daly v detritu předpokládat, vzhledem k hojnému výskytu mnoha druhů ryb na lokalitách (ústní sdělení, M. Mergl 2020).

4 Didaktické využití mořských písků ze Středomoří

Pro svoji snadnou dostupnost a nenáročnost zpracování je mořský písek (v tomto případě s původem ve Středomoří) materiálem, na kterém lze demonstrovat řadu zoologických skupin a morfologických rysů, které jsou v našich střeoevropských podmínkách jinak obtížně dostupné. Významné je i estetické působení. Směsice tvarů a barev je lákavá na pozorování. Vyhledáváním určitých barev, tvarů či schránek živočišných skupin podporuje dětskou hravost. Žáci se tak nenásilně naučí rozeznávat základní tvary schránek, hlavní skupiny živočichů (prvoky, měkkýše, ostnokožce) a získají dovednosti při práci s biologickým materiálem. Biogenní písek je tak vhodným objektem pro různé metodické přístupy, např. pro badatelsky zaměřenou výuku. Je jen záležitostí učitele, jakou motivaci zvolí.

Dále jsou vybrané úlohy (celkem 14), kterými se prostřednictvím sledování určitého znaku nebo znaků žáci seznámí s určitou skupinou či skupinami organismů, morfologií nebo určitými životními strategiemi. Na konci každé úlohy jsou návrhy možných kontrolních otázek učitele. Metoda a technické vybavení je pro každou úlohu shodné. Úlohy se navzájem mohou překrývat či doplňovat, ale pro přehlednost jsou cíle (taxonomické přiřazení, morfologický rys aj.) prezentovány samostatně.

Pomůcky: Binokulární lupa (případně filatelistická lupa nebo silně zvětšující čtecí brýle); zdroj osvětlení (např. malá LED lampička); malé Petriho misky, jemná pinzeta (nejlépe měkká entomologická).

Metoda: Základní metodou je pozorování pomocí lupy nebo, pokud to situace umožňuje, pomocí binokulární lupy. S výhodou lze využít i silné dioptrické čtecí brýle. Pro práci je nutno volit místo s dostatkem přirozeného světla, případně si zajistit umělé osvětlené pozorované plochy.

4.1 Úloha 1: Protozoa - Červená barva písku

Motivace: Skupina dírkonošců je v učebnicích pro základní školu (Maleninský & Smrž 1997, Pelikánová *et al.* 2014) definována jako skupina mořských prvoků, kteří mají pevné vápenaté schránky, a které mají horninotvorný význam. U schránek je obvykle předpokládána určitá symetrie a barva. V tomto případě to zcela neplatí.

Cíl: Objasnit barevnou pestrost mořského písku a demonstrovat prvoka ze skupiny dírkonošců s nepravidelnou schránkou.

Teorie: Červené zbarvení písku způsobují schránky dírkonošce *Miniacina miniacea*. *Miniacina miniacea* vytváří vícerozměrné vápenaté schránky stromkovitého tvaru, růžové až červené barvy, které lze na první pohled snadno zaměnit s korálem červeným (Příl. 2, obr. 1, 2). Tento typ skořápky se řadí mezi aglutinované formy. Nejběžnější foraminifery se vyvíjí ze zygoty řadou stále větších vápenatých komůrek, které slouží jako ochrana cytoplazmy, měkké části buňky. Různé druhy pak tvoří skořepinové spirály četných tvarů. Na první pohled se může zdát, že *Miniacina* tyto zmiňované vlastnosti růstu schránky nevykazuje, nicméně opak je pravdou. Budeme-li zkoumat prázdnou schránku pod velkým zvětšením, nalezneme zde primární růstovou spirálu, ze které postupně vyrůstají drobné komůrky. Spirálovité uspořádání komůrek je nejlépe patrné na spodní straně schránky, které přisedala k rovnějšímu hladkému podkladu. Pro druh typický tzv. malinový růst, kdy primární růstová fáze svým vzhledem připomíná malinu. Kolem tohoto útvaru se pak větví řada koncentrických menších buněk, které vytváří další nepravidelné výčnělky (Herron, Earland, 2002). Výsledný vzhled schránky se podobá vzhledu korálů, s rozdílem viditelných drobných komůrek na jejím povrchu.

Dírkonošec *Miniacina* se obvykle vyskytuje na listech a oddencích mořské traviny *Posidonia oceanica*. Pomocí dlouhých výběžků cytoplazmy, tzv. retikulopodií, loví drobné okolní organismy. Po odumření organismů dopadají schránky na dno, kde se stávají součástí biogenních mořských písků a odtud mohou být pomocí proudů přenášeny až na samotný břeh. Pokud se zde vyskytují ve velkém množství, mohou pak zapříčinit růžové zbarvení písku, jako je tomu u některých turisticky atraktivních pláží. Tento jev je známý např. na Růžové pláži ostrova Budelli (souostroví Maddalena) či pláži Elafonissi na ostrově Kréta. [7]

Otázky:

- 1) Do jakých velké skupiny živočichů patří červený korál? [žahavci - korálnatci].
- 2) Z kolika buněk je pozorovaná schránka tvořena? [Z jediné, neboť patří mezi jednobuněčné organismy, tzv. prvoky].
- 3) Pro jsou některé schránky intenzivněji červené, zatímco jiné jsou slabě růžové či zcela bledé? [Po odumření prvoka se pigment rozkládá a schránka postupně ztrácí barvu].

4.2 Úloha 2: Protozoa - Neobvyklé schránky dírkonošců

Motivace: U skupiny dírkonošců je v učebnicích pro základní školu uvedeno, že schránky jsou jemně dírkované, vápenaté a po odumření padají na dno a vytvoří vápencové horniny (Pelikánová et al. 2014). Je to pravda jen z části. Mnoho dírkonošců žije primárně na dně, některé schránky nejsou příliš perforované a ne všichni dírkonošci vytváří vápenaté schránky.

Cíl: Ukázat tvarovou pestrost schránek dírkonošců, zmínit základní terminologii a strategii výběru materiálu na stavbu schránky.

Teorie: Aglutinované schránky vznikají slepováním drobných zrněk písku, případně úlomků schránek pomocí organické hmoty vylučované prvokem. Typickým je rod *Textularia*, který je zastoupen často masově se vyskytujícím se druhem *T. agglutinans* (Příl. 2, obr. 3). Schránky těchto forem jsou tvořeny z drobných cizorodých tělísek (např. zrnka písku, úlomky schránek) spojené tmelem různé povahy, který je vylučován živočichem. Může se jednat o tektinový (nejprimitivnější formy), vápnitý či křemitý tmel, vždy s nízkým obsahem hořčíku. Vápnité formy se vyskytují především v teplých vodách, naopak formy křemité ve vodách chladnějších (Scheiner 2013). Některé tmely mohou obsahovat příměsi jiných prvků, které způsobují různorodé zabarvení schránek, v případě trojmocného železa zabarvení do červena. Cizorodé částičky jsou přilepené k organickým lamelám. V některých případech může k aglutinaci docházet druhotně, konkrétně po vytvoření schránky čistě sekrečního typu. Povrch aglutinovaných foraminifer je drsný až hrubě zrnitý. Co se materiálu schránek týče, nejedná se o výběr náhodný. Foraminifery selektují materiál podle jeho zabarvení či velikosti (Hašková, 2010).

Z hlediska početnosti komůrek se u schránek rodu *Textularia* zpravidla jedná o schránky mnohokomůrkové. V takovém případě nejdříve vzniká komůrka počáteční (prolokulum), následně pak postembryonální komůrky spojené septy, které jsou na povrchu schránek viditelné ve formě švů (satur) [2].

Růst schránek dírkonošců je tedy periodický. Dle počtu řad komůrek rozlišujeme schránky monoseriální (komůrky v jedné řadě), biseriální (komůrky ve dvou řadách) a triseriální (komůrky ve třech řadách). Dle vinutí v prostoru rozlišujeme komůrky planispirální (v rovinné spirále) a trochospirální (v prostorové spirále). Dle stylu vinutí ve spirále pak rozeznáváme schránky evolutní (jsou viditelné všechny komůrky předcházející, závity jsou patrné) nebo involutní (poslední komůrka překrývá komůrku předcházející, závity nejsou patrné). Objem přirůstajících komůrek se zpravidla zvětšuje. Stěny schránek dírkonošců jsou prostoupené

drobnými póry. Velikost pórů se mění během ontogeneze. Dalším významným znakem je druhotné ztloušťování stěn komůrek. Ztloustlé stěny jsou prostoupeny nepravidelnými kanálky, které přechází do formy dutinek. Takové stěny se označují jako labyrintní. V případě, že vylučovaný aglutinovaný materiál zaplní část nebo celou komůrku, hovoříme o komůrkách labyrintních [2] (Scheiner, 2013).

Otázky:

- 1) Jakým způsobem si prvok vybírá zrníčka na stavbu schránky? [Pomocí nitkovitých a síťkovitých panožek vybíhajících z těla].
- 2) Co je potravou dírkonošců? [Jsou to dravci, kteří pomocí nitkovitých panožek nalepují kořist, kterou pak tráví v cytoplazmě v potravní vakuole; potravou mohou být i drobní měkkýši, kroužkovci, larvy jiných bezobratlých a rozsivky].
- 3) Proč mají dírkonošci horninotvorný význam? [Nahromaděné a stmelené schránky vytváří horninu vápenec; schránky se někdy vykytují v ohromném množství a v geologické minulosti dosahovaly až centimetrových rozměrů].

4.3 Úloha 3: Protozoa - Spirální schránky dírkonošců

Motivace: Mnozí dírkonošci mají spirálně vinutou schránku, které pro svoji ozdobnost bývá často zobrazována i v učebnicích (Maleninský & Smrž 1997, s. 11). Jsou však různé způsoby vinutí. To je v závislosti na tvaru a průhlednosti schránek dobře patrné nebo naopak neviditelné. Schránky mohou dosahovat velikost dobře patrnou i pouhým okem, přestože se jedná o jednobuněčné organismy; buňka má tedy velikost patrnou pouhým okem.

Cíl: Demonstrovat spirální vinutí, druhovou pestrost bentických dírkonošců a průhlednost minerálu kalcitu či aragonitu, který tvoří minerální část schránky.

Teorie: Spirální dírkonošci, např. rody *Elphidium*, *Peneroplis*, *Spiriloculina* a mnoho dalších se rodu *Textularia* řadí k druhům s anorganickými vápenitými schránkami (Příl. 2, obr. 4-8). Tyto typy schránek jsou vylučovány samotným dírkonošcem a dle vzhledu je rozdělujeme na hyalinní (sklovité) a porcelanní (porcelánové). Sklovité typy jsou tvořeny především krystaly kalcitu s různým podílem hořčíku či aragonitu, které jsou uloženy kolmo ke stěně schránky. Od porcelanních schránek je můžeme pouhým okem rozeznat na základě jejich průsvitnosti, nicméně jsou i případy, kdy větší tloušťka stěn způsobí vzhled neprůhledný až subporcelanní (Hašková 2010). U porcelanních schránek pak nacházíme dvě vrstvy kalcitových krystalů [1].

V případě uvedených rodů se z morfologického hlediska jedná o schránky spirální. U rodu *Elphidium* se ve spirále nachází sedm až dvacet komůrek, které u dospělých jedinců mohou mít na každé straně tzv. pupeční zátku [8]. U rodu *Peneroplis*, s běžným středomořským druhem *P. planatus*, pak hovoříme o spirální schránce vinuté v jedné rovině, někdy zkřížené, bilaterálně symetrické. U rodů *Massilina* a *Spiroloculina* jsou komůrky vzájemně se objímající, seřazené do jedné roviny, podle jedné osy symetricky na každé straně (Perner, 1892). V písku lze nalézt i řadu dalších forem, většinou však méně nápadných. Mnohé jsou obtížně určitelné, neboť druhová rozmanitost dírkonošců ve Středomoří je obrovská (Cimerman & Langer 1991). K druhotnému ztlušťování stěn dochází i u vápenitých forem dírkonošců. Vzniká tak vnitřní kostra, která má podobu druhotné stěny a na povrchu schránky se projevuje jako vyvýšená granulace. U vyvinutějších forem může být druhotná kostra prostoupena soustavou kanálků (Hašková 2010).

Bentické foraminifery jsou využívány jako bioindikátory kontinentálních šelfů, které jsou často znečištěné z odtoků vlévajících se říčních vod [21]. Ve společenstvech původních dírkonošců Středozemního moře se v posledních desetiletích ve zvýšené míře objevují invazivní druhy, původem většinou z Rudého moře. Tito tzv. lessepsiánští migranti se objevili ve Středomoří v souvislosti s výstavbou Suezského kanálu, kterým proudí voda z Rudého moře do moře Středozemního a také se zvyšující se teplotou a salinitou východního Středomoří, které se tak více podobá podmínkám v Rudém moři. Typickým lessepsiánským migrantem mezi dírkonošci je *Amphistegina lobifera*, který je dnes nejběžnější a často zcela převládající velkou bentickou foraminiferou ve východní části Středomoří (Boxshall *et al.* 2007).

Otázky:

- 1) Proč jsou schránky spirálně vinuté? [Je to nejlepší způsob, jak při zvětšující se velikosti těla, zde jediné buňky, vytvořit co nejkompaktnější tvar těla].
- 2) Z jakého materiálu je tvořena schránka? [Z uhličitanu vápenatého a to jak z kalcitu tak aragonitu].
- 3) Kudy dírkonošci vystrkují nitkovité panožky ze schránky? [Z ústí schránky a z velkého počtu drobných otvůrků, které daly celé skupině název = dírko - nošci].

4.4 Úloha 4: Brachiopoda - Ramenonožci, téměř vyhynulá skupina živočichů

Motivace: Jsou skupiny, o kterých se na základních školách neučí, protože pro svoji nenápadnost či vzácnost se s nimi běžný člověk neseťká. Některé skupiny však měly velký význam v geologické minulosti. Takovou skupinou jsou ramenonožci. Po obrovském rozkvětu v prvohorách a ústupu této skupiny v druhohorách nacházíme ve Středomoří jen několik miniaturních a navíc vzácných druhů.

Cíl: Demonstrovat unikátní skupinu, o které se učí v historické geologii, ale kterou v současných mořích potkáme velmi vzácně.

Teorie: Brachiopoda (ramenonožci) jsou kmenem mořských lophotrochozoí, který lze na základě morfologické podobnosti snadno zaměnit s mlži [15]. Na rozdíl od mlžů je však jejich druhová početnost v recentních mořích o řádově nižší. Patří proto mezi nejvzácnější mořské živočichy vůbec. Výskyt ramenonožců je znám od spodního kambria do recentu. Pro kambriické ramenonožce jsou charakteristické malé rozměry schránky. Vrcholu rozvoje dosáhli v paleozoiku. Na korálových útesech siluru a devonu dosáhli své maximální diverzity. Byli velmi významnou součástí bentosu a v některých obdobích měli i horninotvorný význam. Ve svrchním mezozoiku jsou zastoupeny již jen dvěma významnějšími řády a nichž recentní ramenonožci představují pouze relikty tohoto kmene [3]. Příčinou jejich ústupu od konce jury je pravděpodobně v konkurenci mlžů (Hayward *et al.* 2006). V současné době je známo 350 druhů recentních, avšak popsáno bylo doposud více než 30 tisíc druhů fosilních [15].

Ramenonožci jsou bilaterálně souměrní živočichové, jejichž tělo je stejně jako u mlžů uzavřené ve dvoumiskovité schránce. Ta může být tvořena fosforečnanem vápenatým (třída Lingulata) či uhličitanem vápenatým (třída Calciata), vzácně i aragonitem. V poměru s dorzální miskou je ventrální miska o poznání větší. Obě misky jsou kloubně spojené pomocí páru zubů vybíhajících z okraje ventrální misky a zapadajících do jamek misky dorzální. Povrch schránky je často zdoben žebry, jamkami, lištami, trny či přírůstkovými liniemi [15]. Celkový vzhled schránky je do velké míry ovlivněn prostředím a způsobem života [3]. Jedinec je připevněn k podkladu pomocí silného stvolu, vybíhajícího ze zadní části ventrální misky. Největší část vnitřního prostoru mezi schránkami zaujímá plášťová dutina, ve které je umístěn spirálně stočený párový lofofór. Součástí tohoto vířivého ústrojí jsou brvy a tykadélka, které svým kmitáním přivádějí proud vody a filtrují tak potravu, převážně drobný plankton a organické detrit. Lofofór zároveň slouží jako dýchací orgán. Samotné měkké tělo je velmi malé a nachází se ve vrcholové části schránky [15]. Z ekologického hlediska se jedná o výlučně mořskou

a převážně stenohalinní skupinu živočichů. Původně se vyskytovali převážně v mělkých, dobře prokysličených vodách. V současnosti je to skupina spíše hlubokomořská [3].

Kmen ramenonožců se dělí na tři podkmeny: Linguliformea, Craniiformea a Rhynchonelliformea [15]. Naprostá většina středomořských druhů (celkem 14; Logan *et al.* 2004) žije ve větších hloubkách nebo v prostředí podmořských jeskyní. K mělkovodním druhům patří vzácně se vyskytující velmi drobný rod *Argyrotheca* (Příl. 2, obr. 9, 10). Od příbuzných rodů, zejména blízkého rodu *Megathiris*, se odlišuje přepážkou uprostřed vnitřního prostoru a nevětveným lofofórem. *Argyrotheca* je rovněž je výjimečná výrazným zbarvením schránky, které tvoří oranžové až červené široké pruhy. Takové zbarvení může být formou maskování před predátory, neboť v hloubce je červená barva vnímána jako tmavý stín. Při větším zvětšení jsou ve stěnách schránky vidět drobné póry. Prochází skrz celou stěnu misek, a spolu s bilaterální symetrií dobře odlišují misky tohoto ramenonožce od podobných mlžů, kteří póry v miskách (až na výjimky) nemají. Další zvláštnost se týká oblasti reprodukce. Kromě toho, že zástupci tohoto rodu jsou hermafroditi, uchovávají svá vajíčka ve zvětšené nefridii, která působí jako pouzdro na mláďata. Oba tyto znaky jsou pro dané druh výhodné. Hermafroditismus umožňuje rychlé a efektivní samooplodnění a pouzdro na vajíčka snižuje predaci na larvách. Pro své odlišnosti a vzácnost se tak nálezy misek *Argyrotheca* stává raritou mezi schránkami v mořských pískách Středomoří.

Otázky:

- 1) Čím se liší schránka ramenonožců od mlžů? [Ramenonožci mají misku břišní a hřbetní, mlži pravou a levou; je to dáno polohou schránky na měkkém těle].
- 2) Z jakého materiálu je tvořena schránka argyrothecky? [Z kalcitu].
- 3) V kterém geologickém období byli ramenonožci běžnou a významnou mořskou skupinou [V prvohorách].

4.5 Úloha 5: Neritidae - Zelené ulity smaragdie

Motivace: Zeleně zbarvené stránky jsou mezi měkkýši vzácné, ale jsou o to nápadnější. K čemu je zelená barva schránky vhodná?

Cíl: Ukázat neobvyklost zelené barvy na schránkách měkkýšů.

Teorie: Drobný plž *Smaragdia viridis* je jediným původním mořským plžem evropského pobřeží patřící do čeledi Neritidae [9]. Pro své nápadité smaragdové zbarvení patří mezi

klenoty podmořského světa a je barevnou výjimkou mezi ostatními druhy plžů (Příl. 2, obr. 11). Na lesklé zelené ulitě se často vyskytují malé bílé skvrny nebo pruhy či tenké lomené černé linie. Na rozdíl od ostatních příbuzných druhů má *Smaragdia viridis* radulu s méně jemnými bříty, ale silnějšími a četnějšími křehkými hranami, což je možné přizpůsobení pro zpracování tvrdých buněčných stěn mořských travin, kterými se živí [10]. Konkrétně se jedná Vochu mořskou (*Zostera marina*) a příbuzný druh *Cymodoce nodosa*. Na rozdíl od suchozemských ekosystémů není u mořských plžů přímé krouhání mořských travin běžný způsob spásání. *Smaragdia viridis* je však unikátem. Tento druh se však jako jeden z mála mořských měkkýšů živí přímo rostlinnými pletivy. Existuje zajímavá studie o trofické závislosti právě na zmiňovaných rostlinách. Porosty mořských travin jako potravního zdroje jsou pro tento druh zároveň i jeho biotopem [9]. S místem výskytu do velké míry souvisí i jeho zelené zbarvení. Má kryptickou funkci. Zelené zbarvení ulity i těla shodující se zbarvením zelených mořských travin jej maskuje před predátory. Dostupné údaje uvádějí (Rueda & Salas 2007), že porosty další mořské traviny, posidonie *Posidonia oceanica*, nejsou tak hustě osídleny. Posidonie má vyšší obsah celulózy a ligninu v pletivech, což činí tuto mořskou travinu pro plže hůře stravitelnou.

Kromě Středozemního moře lze plže *Smaragdiu viridis* nalézt také na Floridě, v Karibiku, na Kanárských ostrovech a v tropické západní Africe. U příbuzných druhů žijících v přílivových oblastech jinde ve světě je známo, že tolerují široký rozsah teplot. Toto tvrzení však pro druh *Smaragdia viridis* neplatí. Tento druh obývá jen mělké vody do hloubky asi 20 metrů. Příbuzné druhy se nachází ve sladkých vodách. Jedním z nich je zubovec *Theodoxus*. K oddělení obou rodů došlo vlivem izolace Středozemního moře od mořského systému Paratethydy mezi 5 - 11 miliony let v průběhu miocénu. Na rozdíl od rodu *Smaragdia* je *Theodoxus* omezen na skalnatý podklad s určitou mírou drsnosti. Další odlišnost je v jeho potravní specializaci. *Theodoxus* nemá celulázy, takže není schopen trávit zelené mořské traviny. Namísto toho spásá tenké biofilmy z bakterií, řas a rozsivek z povrchu kamenů.

Druhy *Theodoxus* jsou jedinými plži čeledi Neritidae, kteří žijí v mírném klimatu. Většina plžů čeledi Neritidae se vyskytuje na jižní polokouli [11]. Další příbuzné rody sladkovodních a brakických vod zahrnují rody *Septaria*, *Clithon*, *Neripteron* a mnoho dalších, vázaných na tropické až subtropické oblasti [12].

Otázky:

1) Znáte některého měkkýše v našich sladkých vodách, který by měl zeleně zbarvenou schránku? [Zelenou schránku mají škeble a některé velevruby, zejména škeble rybničná i škeble říční].

2) K čemu je vhodná takto zelená schránka smaragdů? [Zelená schránka splývá se zelenou barvou mořských travin a jedinec na povrchu listu je pro lovce méně nápadnou kořistí. Je to příklad kryptického zbarvení, také označovaný jako mimikry].

3) Znáte nějaké jiné plže, kteří by se živili listy a krouhali je pomocí raduly, tedy takové škrabací pásky v ústní dutině? [Mnoho našich větších plžů, např. hlemýžď zahradní, páskovky i mnozí další jsou typičtí „krouhači“ zelených listů].

4.6 Úloha 6: Cerithidae - Pravotočivost kontra levotočivost ulit plžů

Motivace: U ulit plžů můžeme určit polohu ústí: buď je na straně pravé, nebo straně levé. Je zde zřetelná asymetrie, neboť naprostá většina plžů je pravotočivá. Ale i zde můžeme najít, jak se říká, „výjimky potvrzující pravidlo“.

Cíl: Ukázat kontrast mezi pravotočivostí a levotočivostí ulit mezi na první pohled stejně vypadajícími drobnými a velmi podobnými ulitami.

Teorie: Pravotočivost versus levotočivost ulit plžů je definována polohou ústí, pokud ulitu postavíme vrcholem vzhůru a ústím natočíme k pozorovateli. Je-li ústí vpravo, jedná se o pravotočivost, je-li vlevo, jedná se o levotočivost. Naprostá většina ulit v přírodě je pravotočivých.

Otázka pozice ústí v základní poloze se stává zajímavou především pro jedny z nejpočetnějších skupin drobných plžů vyskytujících se v biogenních mořských písčích, tj. čeledi Cerithiidae, Cerithiopsidae a Triphoridae. Druhy všech čeledí jsou si svými morfologickými znaky velmi podobné a bývají obtížně určitelné. Navíc jsou tyto čeledi druhově velmi bohaté a rozlišovací znaky jsou velmi subtilní. Druhy mají štíhlou turrikonní ulitu, tmavě hnědou až oranžově hnědou barvu a povrch závitů je posázen lesklými drobnými uzlíky v několika spirálních řadách (Příl. 3, obr. 1-4). Základním rozdílem těchto čeledí a zároveň také výborným určovacím znakem je umístění jejich ústí. U zástupců čeledi Cerithiidae a Cerithiopsidae převažují pravotočiví jedinci, u čeledi Triphoridae pak jedinci levotočiví. Směr stáčení ulity lze poznat i tak, že si prohlédneme schránku z horní, tj. vrcholové strany. Jestliže se spirála závitů stáčí

směrem od vrcholu ulity doprava (po směru hodinových ručiček), jedná se o plže pravotočivého, pokud doleva (proti směru hodinových ručiček), jedná se o plže levotočivého. Zkoumáme-li ulitu z čelního pohledu, tedy vrcholem nahoru a ústím k sobě, u pravotočivých druhů směřuje ústí doprava, u levotočivých pak doleva. Samotný směr stáčení ulity je řízen pouze jedním genem. U naprosté většiny plžů se jedná o velmi konzervativní specifický znak a jen výjimečně (s frekvencí obvykle menší než 1 : 10 000) se v populacích setkáváme s opačně vinutými jedinci, než jak je pro daný druh typické. Směr stáčení ulity v rámci druhu má jasný evoluční význam. Stavba a umístění reprodukčních orgánů neumožňuje výměnu gamet mezi jedinci s opačně vinutými ulitami. V populacích, kde převažuje pravotočivost je tedy šance na rozmnožování u levotočivého jedince mizivá. Existují však teorie, že změna směru točivosti v dané populaci může vést ke speciaci i bez nutnosti prostorového oddělení populací. Tyto teorie však doposud nebyly vědecky podloženy (Lapčík *et al.* 2017).

Z hlediska morfologie jsou pro tyto tři čeledi typické věžovité ulity se zřetelnou radiální skulpturou a spirálními liniemi. Jsou však velmi variabilní v rozměrech a zbarvení (De Bruyne 2004). Čeleď Cerithiidae (jehlankovití) se od roku 2005 dělí na tři podčeledi: Alabininae, Bittiinae se 71 evidovanými druhy a Cerithiinae se 114 evidovanými druhy. Zástupci těchto podčeledí se vyskytují po celém světě, lze je tedy označit za kosmopolitní druhy. Některé druhy ve Středomoří patří mezi nedávné lessepsiánské migranty (Mergl 2016). Jejich biotopem jsou písčité dna, útesové plochy či korálové útesy v litorálním a sublitorálním prostředí. V minimálním zastoupení se mohou vyskytovat i v hlubokých vodách. Většina druhů v mořích tropických oblastí, mnoho druhů také nacházíme podél evropského pobřeží a cca 30 druhů se vyskytuje podél amerického pobřeží. Z ekologického hlediska se jedná o býložravé a detritivorní plže [13], mnohé jsou potravními specialisty na houbovcích. Zástupce čeledi Triphoridae (jehličkovití) lze nalézt v mořích mezi přílivovou zónou a pobřežím v hloubce od půl metru do 200 m [14].

Otázky:

- 1) Znáte některé větší mořské druhy s podobně štíhlými ulitami? [Např. věžule - *Turritella* jehlanka - *Cerithium*, obručanka - *Epitonium*].
- 2) Využívá některý mořský živočich prázdné ulity plžů? [Opuštěné ulity plžů bývají využívány drobnými ráčky poustevníčky].
- 3) Máme některé levotočivé druhy mezi našimi měkkýši? [Všichni zástupci naší čeledi Clausilidae (závornatkovití) jsou důsledně levotočiví. Jsou to převážně drobné lesní druhy, ale

vřetenatku obecnou (*Alinda biplicata*) lze nalézt i pod dřevem a na prknech a zahradách. U našich vrkočů (rod *Vertigo*), drobnoukých druhů vlhkých luk, máme druhy pravo- i levotočivé].

4.7 Úloha 7: Arcidae - Chlupaté periostrakum

Motivace: Misky měkkýšů jsou obecně vnímány jako schránky z pevného materiálu (kalcitu a aragonitu). Významnou roli však hraje i organická hmota, které tvoří mimo jiné i vnější povrch schránky, tzv. periostrakum. To někdy vytváří až chlupatý povrch lastur, který nám přijde u lastur poněkud nepatřičný.

Cíl: Ukázat druhy, u kterých je patrný chlupatý povrch lastur.

Teorie: Chlupaté periostrakum vytváří neobvyklý povrch lastur mlžů. Typicky ho mají druhy čeledi Arcidae (Příl. 3, obr. 5-11). Rod *Barbatia* s bezesporu nejznámějším druhem návka vousatá *Barbatia barbata* je typickým příkladem. Rodový i druhový název nese tento mlž podle specifického vzhledu schránky. *Barbatia* totiž v překladu znamená „vousatý“ [16]. Nápadným znakem pro tohoto mlže je chlupaté periostrakum, které pokrývá celý povrch lastury kromě apikální části, a slouží jako způsob kamufláže před predátory [17]. Tento ochranný prvek je jedním ze způsobů kryptického vzhledu u živočichů. V tomto případě se jedná o kombinaci tzv. fyto-mimézy, kdy živočich svým vzhledem napodobuje rostlinu nebo její části a tzv. allomimézy, tedy napodobování neživých předmětů (Libnarová 2011) [18]. Takto uzpůsobená lastura pak může pro oko predátora působit pouze jako valounek obrostlý hnědými řasami. Jedním z dalších ochranných prvků těchto mlžů jsou tzv. byssová vlákna, která slouží k uchycení živočicha na pevný povrch. Vlákna jsou vylučována tzv. byssovou žlázou. Na jednom konci jsou tuhá, na druhém naopak měkká a pružná. Odolnost vláken spočívá v konstrukčně dokonalém spojení poddajné a tuhé části (Nagananda *et al.* 2016). Nejčastějším habitatem návky *Barbatia barbata* jsou skalnatá a koraligenní mořská dna [17].

Příbuzným středomořským druhem s chlupatým periostrakem je asi 3 cm velká návka Noemova (*Arca noae*). Její mladé jedince v písku poznáme podle zebrovitého zbarvení lastur a výkroje při zadním okraji misek. Malé, jen několik mm velké misky má další druh stejné čeledi, návka mléčná (*Striarca lactaea*). Jeho misky jsou bělavé, ale na povrchu misek zejména podél spodního misek bývají patrné ploché chloupky periostraka. Oba tyto druhy mají stejný způsob života, kdy jedinec je k pevnému podkladu přichycen pomocí byssových vláken.

Chloupky na povrchu misek mlžů mají i drobní mlži z čeledi slávkovitých (Mytilidae). Jejich drobné misky nesou krátké chloupky na zadní polovině lastur. Typickým drobným druhem v biogenních písku bývá *Musculus costulatus*, ale přítomné jsou i další podobné druhy.

Otázky:

1) Z jakého materiálu jsou schránky mlžů? [Z kalcitu, aragonitu a organické látky tzv. konchiolinu].

2) Uveďte příklad jiné fytozooce. [U hmyzu např. pakobylky, motýli napodobující listy apod].

3) Z čeho je tvořen zámek mlžů? [Je tvořen řadou drobných stejně velkých zoubků v přímé linii].

4.8 Úloha 8: Retusidae a další - Jak ztratit ulitu

Motivace: U mnoha skupin plžů je ulita schovaná uvnitř měkkého těla. Ulita pak ztrácí ochrannou funkci a proto někteří plži v průběhu vývoje ztratili ulitu vůbec. Tento proces probíhal nezávisle u různých skupin, z jsou proto označováni jako mořští „slimáci“. Tzv. „nahé“ plže máme i mezi plži suchozemskými, kde ulitu nemají plzáci, slimáci a slimáčci nebo z ulity zbývá jen nepatrný zbytek (naše rody *Daudebardia*, *Eucobresia*). Někteří mořští plži jsou v půli cesty. Ulitu mají malinkou, tenkou a bezbarvou, zcela překrytou měkkým pláštěm.

Cíl: Ukázat jak vypadají ulity některých mořských „slimáků“.

Teorie: Bílé nebo sklovitě prosvítavé ulity zadožábřých plžů patří díky svým tvarům k nejzajímavějším schránkám v mořském písku. Takové ulity nalezneme mezi druhy čeledí Retusidae, Philinidae a Cylichnidae. Jsou to většinou malé až velmi malé plži, s velikostí ulit jen v milimetrech.

Zástupci čeledi Retusidae se vyskytují ve všech mořích a to až do hloubky 5000 m. Často jsou hojnější na přílivových, mělkých pobřežních bahnitých a písčítých dnech [19]. Z hlediska taxonomického zařazení se jedná o podtřídu zadožábřých (Opisthobranchia). Název této skupiny plžů je odvozen od žaber, která se nacházejí za srdcem, v zadní části útrobního vaku [20]. Obecně se jedná o skupinu plžů, jejichž ulita byla původně pevná, nicméně postupně docházelo k její redukci. Z vnější ulity se tak stávala drobná vnitřní schránka nebo došlo k jejímu úplnému vymizení. Ulita ztratila ochrannou a krycí funkci, což vedlo ke ztrátě její pigmentace. Drobné ulity těchto plžů jsou proto většinou bezbarvé a sklovitě průhledné.

Během vývoje u těchto plžů dochází k přetáčení útrobního vaku po torzi zpět, takže původní nervové překřížení (chiasma) se ztrácí. Důkazem, že se tato skupina vyvinula z pokročilých předožábrých je fakt, že ledvina a pohlavní žláza jsou nepárové. Všichni zástupci jsou hermafroditi s vnitřním oplozením. Vajíčka kladou v pouzdrech obalených rosolem. Dospělí jedinci mají na hlavě obvykle jeden nebo dva páry výběžků, tzv. hmatová tykadla, dále pak chemoreceptivní rhinofory a v některých případech tzv. orální velum, což je jakási plachetka překrývající ústa, sloužící například k rytí. Plochá noha slouží k pohybu a u některých skupin bývá rozšířena do postranních výběžků tzv. parapodií, pomocí nichž mohou plži plavat. Útrobní vak je krytý ulitou či pláštěm (Juříčková 2005). Z ekologického hlediska se jedná o bentozní dravé živočichy, avšak některé druhy mohou být i specializovanými býložravci. Způsob ochrany před predátory tkví právě v absenci ulity. Ztráta její ochranné funkce vedla k vývoji chemických obranných systémů. Některé druhy zadožábrých plžů jsou pravděpodobně pro své predátory toxické, o čemž svědčí i jejich mimořádně pestré zbarvení (Koie *et al.* 2000, Wirtz & Debelius 2003, Hayward *et al.* 2006). Nejprimitivnější druhy dýchají pomocí keříčkovitých žaber, které vyrůstají mezi útrobním vakem a hlavou. U většiny řádů však dochází k jejich redukci a v takovém případě pak dýchají buď celým povrchem těla, často zvětšeným výběžky, tzv. ceraty, či druhotnými žábrami (Juříčková 2005).

Zástupci čeledi Retusidae se od ostatních liší tím, že nemají radulu a potravu zpracovávají pomocí destiček ve svalnatém jícnu [19]. Mezi nejčastěji se vyskytující druhy ve Středozezemním moři patří drobné druhy *Retusa obtusa*, *Retusa truncatula* a *Retusa umbilicata* (Příl. 4, obr. 2-4). Jejich ulity jsou válcovité, neboť poslední tělesný závit vždy přerůstá starší závity ulity. Žijí v bahnitých a jemných písčitých usazeninách, kterými mohou díky drobné velikosti těla prolézat a hledat kořist. Jsou jí především prvoci ze skupiny dírkonošců, drobní mlži a plži, jejichž schránky drtí pomocí jícnových destiček. Mezi mnohem větší příbuzné druhy těchto plžů patří například zej *Aplysia depilans*, valovka *Clione limacina*, *Akera* a další [20]. V naplaveném organonogenním písku bývají běžní i sklovitě průhledné a velmi tenkostěnné ulity čeledi Philinidae. Poslední tělesný závit se široce rozevívá a ve stěně ulity bývají patrné spirální linie tvořené jemnými jamkami. Filíny, z nichž běžná je filina *Philine punctata* (Příl. 4, obr. 5). jsou draví plži, kteří se živí mnohoštětinatci, mlži a drobnými ježovkami rodu *Echinocyamus*.

V biogenním písku lze nalézt i mnohé další malé, hladké a bezbarvé ulity oválného tvaru. Běžné jsou silnostěnné druhy *Granulina clandestina* ulity čeledi Marginellidae (Příl. 4, obr. 6). V ústí má patrné drobné zoubky.

Otázky:

- 1) Proč někteří plži ztratili pevnou schránku? [Aktivní způsob ochrany a jiné obranné mechanismy, např. jedovatost, vedly ke ztrátě původní ochranné funkce ulity].
- 2) Které „nahé“ plže žijící na našem území znáte z učebnic? [Plzák lesní, plzák španělský, slimák největší].
- 3) Co z pozorovaného písku je hlavní kořistí těchto drobných plžů? [Prvoci a jiní drobní plži, *Retusa* je dravý plž].

4.9 Úloha 9: Polyplacophora - Barevné zalomené destičky

Motivace: Na skaliscích a pod kameny na dně lze nalézt neobvykle vypadající živočichy, kteří mají oválné tělo kryté vždy osmi destičkami. Česky se označují jako štítkonošci, chroustnatky nebo chitoni. V písku po nich zůstávají zalomené pestře zbarvené destičky.

Cíl: Připomenout existenci i jiných skupin měkkýšů nežli plžů, mlžů a hlavonožců.

Teorie: Chroustnatky (třída Polyplacophora) je malá skupina primitivních měkkýšů. Čítá asi 800 popsanych druhů, z nichž jen 31 druhů žije ve Středozezemním moři (Koukouras & Karachle 2005). Jedná se o starobylou skupinu živočichů, z nichž nejstarší fosilní záznamy pocházejí z devonu [21]. Pro svůj specifický vzhled jsou štítkonošci často nazýváni mořskými šváby. Charakteristickým znakem štítkonošců je jejich odolná schránka tvořena osmi klenutými a navzájem pohyblivými destičkami z uhličitanu vápenatého. Tyto destičky na sobě nesou příčné a podélné strie a hrbolky. Z předního okraje vybíhají hladké artikulační plošky, tzv. artikulamentum. Schránka pokrývá pouze svrchní část živočicha a dosahuje délky 3 až 4 cm, ale často bývá i menší. Její zbarvení je velmi variabilní. Zahrnuje jedince olivově šedé, černé, žluté, okrové červené nebo oranžové barvy. Druhá až sedmá destička obvykle nese kontrastní zbarvení. Všechny destičky jsou si vzájemně podobné, kromě destiček koncových, tedy cefalické (hlavové) destičky a anální (řitní) destičky, které mají polokruhovitý nebo poloeliptický tvar. Zadní hrany destiček se navzájem překrývají, vybíhají z ní krátké kloubní výběžky a jejich okraje jsou pokryty záhybem pláštěvé tkáně [22]. Měkké tělo přečnívající okraj destiček, tzv. perinotum, je kryto drobnými destičkami.

Pod schránkou se nachází měkké tělo s malou hlavou, která nevykazuje příliš morfologických prvků, nenese tykadla a je obtížně rozlišitelná od zbytku těla. Na ventrální straně těla pak stejně jako u plžů nalezneme svalnatou nohu, která umožňuje pohyb po substrátu [21]. Pokud se

chroustnatka cítí ohrožená, je schopna se pro obranu stočit do klubíčka a celé její tělo se tak ocitne pod ochranou destiček silné vápenaté schránky. Z anatomického hlediska je významným znakem štítkonošců jejich extrémně tvrdá radula, která je pokryta vrstvou magnetitu. Tento prvek je ze zoubků přirozeně produkován. V radule jsou totiž proteinová vlákna, která slouží jako magnet a samovolně k sobě přitahují kladně nabitě ionty hořčíku a sodíku. Tyto ionty k sobě pak přitahují negativně nabitě proteiny, které zde hromadí železo a vytvářejí velmi odolnou vrstvu raduly. [22]. Štítkonošci jsou typickými spásači biogenních povlaků, ale existuje i několik druhů, které se živí jinými bezobratlými. Hlavním zdrojem potravy těchto měkkýšů jsou řasy. Nejčastěji se vyskytují na skalnatých mořských dnech v blízkosti pobřeží. Známé jsou však i druhy hlubokovodní, obývající až hloubky okolo 6000 m hloubkách [21]. Ve středomořských pískách jsou nejčastější hnědě a zeleně skvrnitě destičky chroustnatky středomořském (*Chiton olivaceus*). Podobně strakaté destičky má rod *Acanthochitona*. Živí jedinci tohoto rodu mají po stranách destiček svazečky štětin.

Izolované destičky se obtížně určují. Vodítkem může být i barva (Příl. 4, obr. 7-12). Červeně nebo sytě oranžově zbarvené destičky má druh *Chiton corralinus* a rod *Ischnochiton*. Bílé destičky s hrubším vzorem mívá rod *Lepidopleurus*. Při pozorování destiček lze přiřadit krátké, ale i široké destičky ze střední části těla k polokruhovitým koncovým destičkám (hlavové a řitní) pomocí barvy a shodné povrchové struktury. Destičky chroustnatek si lze představit jako takové puzzle, vyskytující se v hrubším mořském písku.

Otázky:

- 1) Odkud se asi vzal název chroustnatky? [Linie osmi destiček připomíná článkované tělo velkého hmyzu].
- 2) Proč převládají u štítkonošců zelenohnědé nebo naopak červené barvy destiček? [Zelená, hnědá a strakatost destiček je kryje mezi porosty hnědých a zelených řas, červená barva je kryje na povrchu červených řas, tj. ruduch. Mají tedy maskování v porostech, kterými se živí].
- 3) Znáte nějakého dalšího živočicha, který se také pro ochranu stáčí do klubíčka? [Např. suchozemský koryš svinka (*Armadilidium*) nebo mnohonožka svinule (*Glomeris*) mají stejný způsob ochrany. Jsou to klasické příklady evoluční konvergence].

4.10 Úloha 10: Lucinidae - Jak se zahrabat do písku.

Motivace: Mlži jsou uváděni v učebnicích jako měkkýši s lasturami, kteří se pomocí ploché svalnaté nohy pomalu pohybují po dně (Maleninský & Smrž 1997). K prolézání bahnem a pískem si někteří mlži vytvářejí speciální ozdoby na povrchu lastur.

Cíl: Ukázat struktury na povrchu lastur některých hrabavých mlžů a demonstrovat morfologii „klasických“ hrabavých mlžů.

Teorie: Mnoho mořských mlžů žije uvnitř bahna nebo písku. Typickými mlži s tímto způsobem života jsou druhy čeledi Lucinidae (Příl. 5, obr. 1, 3,4). Jedná se o druhově bohatou skupinu mlžů, která zaujímá velké množství stanovišť v širokém zeměpisném rozsahu. Povrch schránek těchto mlžů může být hladký, nebo tvořený kombinací přírůstkových linií a žeber koncentrického či zřídka se vyskytujícího radiálního směru. Zvláštností jsou pak šikmo probíhající, asymetrické linie, které se někdy mohou křížit ve dvou směrech. Takové linie se často označují jako tzv. divarikátní linie a usnadňují zahrabávání volně žijících mlžů do písku [23]. Tyto linie zabraňují zpětnému skluzu a napomáhají vyhrnování jemného písku nad lastury při zahrabávání mlže do dna. Lastury těchto mlžů jsou symetrické a zámek každé z nich nese dva kardinální nebo dva deskovité laterální zuby, které jsou přítomny pouze u některých taxonů. Charakteristickým rysem většiny zástupců čeledi Lucinidae je výrazně protažený vtisk předního adduktoru, který je odchýlený dovnitř od plášťové (paliátní) linie. Adduktory u těchto mlžů obvykle mají nesouměrnou velikost (Taylor & Glover 2005). Druhy těchto mlžů nemají sifony, a k příjmu a vypuzování vody slouží jejich dlouhá noha, která je obalená slizem.

Schránky mají nejčastěji bílou nebo krémovou barvu [24]. Souvisí to s tím, že mlži jsou zahrabáni do dna a barevnost schránek není nutná z hlediska maskování před predátory, tak jak to provádějí mlži žijící na povrchu dna. Ochranu před predací zajišťuje samotný skrytý způsob života uvnitř usazeniny.

Způsob života těchto měkkýšů je velmi zajímavý, a sice pro endosymbiózu s bakteriemi oxidující sulfidy. Bakterie se vyskytují ve specializovaných žaberních buňkách zvané bakteriocyty, kde oxidují síru. Získávání těchto bakterií probíhá pomocí fagocytózy bakteriocytů. Lucinidní mlži žijí ve vodě se sedimenty bohatými na sulfidy. Pomocí žaberní filtrace vody poskytují svým symbiontům síru a kyslík. Endosymbiotické bakterie tyto prvky využívají k fixaci uhlíku na organické sloučeniny, které se následně předávají hostiteli (= mlži) jako živiny. Během nedostatku potravy tak mohou mlži využívat své symbionty pro svou obživu. Tento symbiotický proces hraje velice důležitou roli v problematice nedostatku kyslíku

v pobřežních mořských sedimentech. Právě nedostatek kyslíku je totiž důvodem nadprodukce sulfidů mořskými řasami. Pomocí rozkladu symbiotickými bakteriemi dochází ke snížení síranů a odstranění toxického sulfidu ze sedimentů. Kořeny mořských řas následně dodávají mlžům kyslík. Takový proces lze označit jako holobiontický [24].

Z lucinidních mlžů se v biogenním písku často vyskytují mladí jedinci druhu *Ctena decussata* (Příl. 5, obr. 1). Druh má silnostěnné lastury s výraznou síťovitou povrchovou strukturou. Druh *Loripes lucinalis* (Příl. 5, obr. 4) má naopak tenkostěnné, ale pevné lastury s jemnými přírůstkovými liniemi. Podobný druh *Lucinella divaricata* (Příl. 5, obr. 3) pak má podobné silně klenuté bílé lastury, které mají na povrchu šikmé divarikární linie.

Tvarově podobné schránky má velmi taxonomicky bohatá čeleď Veneridae s více než 500 známými druhy. Nejpodobnější jsou druhy rodu *Dosinia* (zejména *D. lupinus*) (Příl. 5, obr. 2), kteří mohou být s lucinidními druhy snadno zaměnitelní a stejně jako oni inklinují k hlubokému zaboření do sedimentu [25]. Hlavní rozdíl je v tloušťce schránek, které jsou u druhů čeledi Veneridae zřetelně silnější a pevnější. Vzhled lastur těchto dvou čeledí je příkladem evoluční konvergence, kdy stejné podmínky vedou ke vzniku podobného vzhledu. Z čeledi Veneridae bývají v biogenním písku běžní juvenilní jedinci zaděnky *Chamelea gallina* (Příl. 7, obr. 3), méně častý bývá výskyt juvenilních jedinců druhů *Dosinia lupinus*, *Callista chione*, vzácně i dalších druhů např. *Goldia minima*.

Otázky:

- 1) Existují u mlžů i jiné životní strategie nežli zahrabávání do dna? [Ano, někteří jsou pevně přichyceni ke skaliskům byssovými vlákny (viz Arcidae), jiní jsou přicementováni miskou k podkladu (např. ústřice) a někteří i vrtají do dřeva či do skal (šášeň, datlovky, skulař].
- 2) Co je nejběžnější potravou mlžů? [Organický detrit a drobný plankton vznášející se ve vodě].
- 3) Z jakého materiálu jsou schránky mlžů? [Z uhličitanu vápenatého, laicky z vápence].

4.11 Úloha 11: Ježovky - Barevná vnitřní kostra

Motivace: Živočichové mohou mít vnitřní nebo vnější opornou kostru. Ostnokožci mají vnitřní kostru z uhličitanu vápenatého, který z povrchu těla vybíhá ve formě dlouhých křehkých ostnů. Odtud se vzalo i jméno skupiny. Zbytky této kostry v mořském písku jsou zajímavé tvarově, ale mohou být i pozoruhodně zbarvené.

Cíl: Ukázat složitou stavbu koster ostnokožců.

Teorie: Jehlice a zbytky koster ježovek jsou pro svou barevnou pestrost a nápadné tvary nápadnou složkou mořských biogenních písků. Mezi nejčastěji nalézané ve Středozezemním moři patří až 10 cm velký druh *Paracentrotus lividus* (Příl. 5, obr. 9) s typicky nazelenalými zbytky koster, menší druh *Arbaxia lixula* (Příl. 5, obr. 7, 8) s narůžovělými zbarvením destiček a téměř černými ostny, a drobný druh *Echinocyamus pusillus* (Příl. 5, obr. 10) s čistě bílým zbarvením téky a velmi jemnými trny. Škála zbarvení ostnů je široká, vyskytují se jehlice tmavě zelené, fialové, růžové, až po hnědou, černou nebo bílou barvu. Kostru ostnokožců neboli téku tvoří vápenaté destičky (sklerity), které vzájemně srůstají a vytváří tak pevný skelet, který nese ostny (ježovky), nebo jsou propojené v ohebnou tělní stěnu (hvězdice). Sklerity jsou v 95% tvořeny uhličitanem vápenatým a nepatrně míře i uhličitanem hořečnatým, což je hlavní rozdíl v chemickém složení oproti schránkám měkkýšům a jiným kalcitovým schránkám. Téka je na povrchu krytá tenkou pokožkou. Funkce skeletu je především oporná, může však být i ochranná; tu zajišťují např. ostny u ježovek. Po odumření ježovek nejprve odpadávají ostny a zprvu se zachovává celá téka. Avšak i ta se posléze rozpadá na izolované destičky [5] (Hayward *et al.* 2006). Proto jsou izolované destičky častou složkou biogenních usazenin. Typickým znakem ježovek jsou ostny, které pokrývají celý jejich pevnou téku a mají nejen ochrannou, ale i hrabavou a pohybovou funkci (Riegl 2016). Ostny jsou kloubně pohyblivé (tuberkuly) neboť jsou svou bází posazené na nízkém hrboleku tekální desky. K samotnému pohybu dochází pomocí jemných svalů, které jsou upnuty na bázi ostnu a přirůstají k povrchu téky. Někdy na konci ostnů nacházíme tzv. zpětné háčky. Kolem ostnů vyrůstají klíšťkovité pedicelárie, obsahující jedové žlázy [44, 45].

Nejen ježovky, ale i celý kmen ostnokožců je charakteristický pětičetně symetrickým endoskeletem složeným ze systému kalcitových destiček, které nesou porézní mikrostrukturu a cévním hydraulickým systémem zvaným ambulakrální soustava (Riegl 2016). Ta má pět základních radiálních směrů a vybíhá aborálně ze spodní (orální) strany. Z desky, zvané ocelární, pak vybíhají dvě řady pětiúhelníkovitých desek s otvůrkou po stranách, v nichž se nachází panožky ambulakrální soustavy. Důležitou součástí ambulakrální soustavy je madreporová deska, která pomocí kamenného kanálku, doprovázeného axiálním orgánem, ústí do okružního kanálku kolem úst [26]. Pomocí kamenného kanálku je pak do ambulakrálního systému přiváděna voda. Celá ambulakrální soustava u ostnokožců slouží jako vnitřní hydraulický systém vodních cév. Tento systém je klíčový pro vnitřní koloběh látek a pro uvedení panožek do pohybu [6].

Struktura destiček je složitá a vynikne až při větším zvětšení. Některé destičky v biogenním písku nesou kloubní plošky pro ostny. Jiné mají kanálky, kterými na povrch těla vycházejí nitkovité ambulakrální nožky. Izolované trny mají na bázi mělkou prohlubeň, která nasedala na kloubní plošku. Stavba trnu je složitá, patrná je radiální vnitřní struktura a rozdílné zbarvení jednotlivých částí trnu.

Otázky:

- 1) Které skupiny ostnokožců žijí v dnešních mořích? [Lilijice, hadice, hvězdice, ježovky a sumýši].
- 2) Žijí ostnokožci i ve sladkých vodách? [Nikoliv, jsou výlučně mořskými živočichy].
- 3) Které horniny vznikaly z nahromaděných destiček ostnokožců a ve kterém geologickém období nejvíce? [Vápence, často zvané krinoidové podle lilijic; známe je i ze středních Čech; typicky vznikaly v prvohorách].

4.12 Úloha 12: Eulimidae - Parazitismus mezi ostny

Motivace: Parazitismus je v učebnicích pro základní školy uveden jako jeden z základních vztahů mezi organismy. Má různé podoby. I v mořském písku nalezneme příklad parazitů ze skupiny měkkýšů a to na pozoruhodných hostitelích (Pelikánová *et al.* 2014).

Cíl: Ukázat tvarově pozoruhodné parazitární plže.

Teorie: Druhy čeledi Eulimidae reprezentují vzácné a velmi malé mořské plže, kteří parazitují na tělech ostnokožců, zejména ježovek, sumýšů a hadic. Charakteristickým znakem pro tyto ektoparazitické plže je ztráta raduly, namísto které jim slouží tzv. proboscis (podlouhlý přívěsek na hlavě, pomocí kterého sají), zasahující do těla hostitele. Neparazitují po celý život. Jen krátce se zdržují na hostiteli a poté se zahrabávají do dna. O jejich způsobu života víme velmi málo.

Mezi nejznámější zástupce této čeledi patří například *Vitreolina antiflexa*, *Vitreolina philippi*, *Aclis minor* a další. V biogenním písku snadno poznáme druh *Vitreolina philippi* (Příl. 5, obr. 5), který má šikmo zahnutý vrchol ulity a jehož nekorodovaná ulita je sklovitě průhledná. Parazituje na nepravidelných ježovkách, které se prohrabávají písčitém dnem.

Otázky:

- 1) V čem spočívá parazitismus? [Parazitární organismus čerpá živiny z těla jiných organismů].
- 2) Co jsou hadice a sumýši? [Třídy ostnokožců].
- 3) Jakým způsobem jsou tyto paraziti přizpůsobeni životu na hostiteli? [Mají drobnou velikost, aby se dokázali na hostiteli udržet, např. mezi ostny ježovky].

4.13 Úloha 13: Vrtby - Predace dravých plžů

Motivace: I na prázdných schránkách můžeme pozorovat doklady vztahů mezi organismy. Některé lastury a ulity nesou malé kruhové otvory, které zůstaly na schránce kořisti po napadení dravým plžem. Lze tak dokumentovat jeden z nejrozšířenějších vztahů mezi organismy, vztahu lovec - kořist (Pelikánová *et al.* 2014).

Cíl: Ukázat stopy po lovecké činnosti predátora.

Teorie: Na schránkách mlžů a plžů v mořském písku lze občas nalézt dokonale kruhové otvory, které mají vnitřní průměr o něco menší nežli je průměr stejného otvoru při vnějším povrchu schránky (Příl. 6, obr. 9-11). Otvory jsou většinou umístěny ve vrcholové části misek či ulit. Je patrné, že lovec napadal místa, kde se skrývala většina těla kořisti.

Původcem takových otvorů jsou draví plži, zejména z čeledi Naticidae. Pomocí raduly na konci chobotu a pomocí kyselin dokáží rozškrabat a rozpustit stěnu misky kořisti; často jdou oba procesy současně. Po proniknutí do vnitřního prostoru misek dravý plž tělo kořisti doslova rozstrouhá. Tyto kruhové stopy známe již z prvohor. Dokládají predaci jako dávný způsob obživy mezi měkkýši.

Otázky:

- 1) Kdo je původcem kruhovitých otvorů ve schránkách? [Draví plži čeledi Naticidae].
- 2) Jaké další predátory mlžů a plžů ještě známe? [Hvězdice, ryby, paryby].
- 3) Kde na lasturách většinou nalézáme otvory od predátorů? [Ve vrcholové části misek].

4.14 Úloha 14: Mechovky a žahavci - Koloniální organismy.

Motivace: Pevné skelety si vytváří i mnohé koloniální organismy. Stavba jejich těla je modulovitá, tj. mnohokrát se opakuje stejný stavební prvek (např. komůrka). Je to jeden ze

způsobů, jak zvětšit velikost těla i když jedinec zůstává velký jen několik desetin milimetrů či je ještě menší. Příkladem koloniálních organismů v učebnicích jsou polypovci a korálnatci, ale stejnou strategii mají i další skupiny, např. mechovci (kmen Bryozoa).

Cíl: Zviditelnit a vysvětlit pojem koloniální organismus.

Mezi nejčastější koloniální organismy ve Středomoří patří mechovci (kmen Bryozoa). Ty však mohou být pro svou morfologickou podobnost snadno zaměnitelné s některými polypovci z kmene žahavců (kmen Cnidaria). Pro obě tyto skupiny organismů jsou charakteristické keříčkovité kolonie, které většina druhů vytváří. Bývají označovány jako zoaria. Typičtí zástupci keříčkovitých kolonií mechovců jsou například *Margaretta cereoides*, *Crisia denticulata*, *Myriapora truncata*, druhy rodu *Cellaria* apod. (Příl. 6, obr. 1-8). Někteří mechovci tvoří vějířovité, mřížovité (rody *Reteporella* a *Sertella*) nebo povlékavé kolonie (*Schizoporella*), které se rozrůstají přímo na pevném podkladu. Opora mechovek může být organického původu, chitinózního či želatinózního typu (např. třída Gymnolaemata), u mořských forem zoarium často vyztužuje uhlíčitán vápenatý [4]. Oporný skelet malých kolonií polypovců je téměř bez výjimky organický.

Pro obě skupiny živočichů (Bryozoa i Cnidaria) je společné označení jedince v kolonii - tzv. zooid. Tělo zooida se u mechovek rozděluje na tzv. polypid (přední část) a tzv. cystid (zadní část). U polypovců se jedinec v kolonii označuje též jako hydrant. Propojení jedinců v kolonii je u jednotlivých skupin těchto živočichů odlišné. Mechovky jsou propojené pomocí mezenchymatického provazce, tzv. funiculu. U žahavců dochází k propojení pomocí trubicovité gastrovaskulární dutiny zvané coenosark, dále pak stonolem neboli hydrohrizou. Kolonie žahavců vytvářejí na povrchu ochrannou vrstvu, tzv. perisark, složenou z polysacharidů a proteinů. Mechovky ochranné vrstvy nevytváří, nicméně některé druhy mohou vytvářet víčko (operculum). Odlišnosti u jednotlivých kmenů nalzáme i v oblasti obstarávání potravy. Mechovky potravu získávají filtrací vody, kterou uvedou do pohybu pomocí řasinkového epitelu na povrchu vířivého aparátu (lofoforu). Polypovci, konkrétně gastrozoidi, svou potravu obstarávají pomocí chapadélek, obsahující žahavé buňky (knidocyty), jejichž toxiny kořist usmrtí. Nejčastější potravou obou skupin živočichů je drobný zooplankton, plankton, fytoplankton a organický detrit. Typickým habitatem mořských mechovek i polypovců jsou mělké litorální vody s dostatkem kyslíku a potravy. Vyskytovat se však mohou i ve větších hloubkách. Obě tyto skupiny živočichů měly v geologické historii útesotvorný i horninotvorný význam [4][27].

V mořském písku nacházíme zejména úlomky zoarií mechovců z uhličitanu vápenatého. Kolonie polypovců jsou jemnější a po vyschnutí se scvrkávají a zkroutí. Drobná zoaria mechovců často rostou na listech mořských travin, ze kterých odpadávají po jejich rozkladu. Kolonie mechovců proto mívají rovný spodní povrch, kterým byly přichyceny k tomuto podkladu. Časté jsou diskovité kolonie druhu *Discoporella hispida* (Příl. 6, obr. 1). Úlomky jemných krajkovitých kolonií mechovců *Reteporella* a *Sertella* (Příl. 5, obr. 6). pochází z porostů mechovců pod převisy a ve štěrbinách skal, neboť tyto mechovky vyhledávají pevný podklad, klidnější vody a hloubku v desítkách metrů. Velmi běžné jsou válcovitá zoaria druhu *Margaretta cereoides*, někdy pospojována do větvených keříčků. Tento druh vytváří na dně mělčin husté koberce mezi porosty mořských travin.

Otázky:

- 1) Žijí mechovky i v našich vodách? [Ano, několik druhů je běžných, ale vytváří nenápadná povlékavá zoaria na povrchu kamenů a větvích v klidnějších vodách].
- 2) K čemu je dobrý koloniální charakter těchto živočichů, jakou to přináší konkurenční výhodu? [Jedinci tvořící kolonii jsou schopni při výživě pomáhat jeden druhému. Rovněž to umožňuje tvorbu většího „jedince“ (=kolonie) z jedinců mikroskopické velikosti].
- 3) Co je typickým habitatem mechovek? [Mělké litorální vody s dostatkem kyslíku a potravy].

5 Závěr

Mořské biogenní písky se pro svou druhovou pestrost jeví jako výborný výukový materiál. Jejich využitím lze obohatit žáky novými poznatky o životě na mořských dnech, a zároveň tak činit výuku přírodopisu či biologie zajímavější.

Vlastní výzkumná část práce se zaměřuje na taxonomický rozbor mořské fauny, ze vzorků mořských písků, celkem z pěti řeckých lokalit. Samotný sběr byl prováděn v letech 2007-2018. Jednotlivé vzorky byly nejprve převáženy, následně přebrány (pomocí pinzety a binokulární lupy) a taxonomicky rozebrány. Výsledky taxonomického rozboru – druhové a kvantitativní zastoupení jednotlivých kmenů, tříd/oddělení a čeledí, byly zpracovány do tabulek a grafů a následně slovně vyhodnoceny. Z výsledků bylo zřejmé, že nejpočetnější byl kmen Mollusca s celkovým počtem 3080 jedinců, z toho největší zastoupení měla třída Gastropoda (plži) - 2321 kusů ulit. Naopak nejméně početný byl kmen Brachiopoda (ramenonožci) s celkovým počtem 3 schránek. Rapidní rozdíly v biodiverzitě některých kmenů tak názorně ukazují výsledky postupu evoluce. Ramenonožci, kteří se vyskytují již od spodního kambria a vrcholu rozvoje dosáhli v paleozoiku (konkrétně v devonu), byli velmi významnou a početnou skupinou bentosní fauny. V současné době jsou již na ústupu a na jejich místo se dostávají především moderní druhy mořských plžů a mlžů, které se vyvíjejí od počátku terciéru.

Majoritní náplní této práce byl výběr reprezentativních druhů mořských živočichů, doplněný o jejich základní charakteristické rysy a začlenění těchto druhů do výuky, v podobě dílčích didaktických příprav. Jednotlivé přípravy obsahují motivaci pro žáky (úvod do dané tematiky), cíl hodiny, teoretickou část (objasnění dané tematiky) a kontrolní otázky. Didaktická část práce tak demonstruje návrhy na aktivní využití mořských biogenních písků ve výuce biologie, a zároveň může posloužit pedagogům jako vhodný výukový materiál. Nejzajímavější vybrané druhy, jsou rovněž vyobrazeny a popsány na přiložených fototabulích.

6 Literatura a internetové zdroje

6.1 Literatura

- BERGBAUER M. A HUMBERG, B. 2005. *Co žije ve Středozezemním moři?*. - Svojtka & Co. Praha. 307 s.
- BOXSHALL, G., BOERO, F., OLENIN, S., ZOKES, M.B., MERIC, E.M. A AVSAR, N. 2007. On the Presence of Alien Foraminifera *Amphistegina lobifera* Larsen on the coasts of the Maltese Islands. *Aquatic Invasions* 2, 4, 439-441.
- BRUYNE, R. H. DE. 2004. *Encyklopedie ulit a lastur*. – Rebo Productions CZ. Dobřejuvice. 336 s.
- CIMERMAN, F. A LANGER, M.R. 1991. *Mediterranean Foraminifera*. Slovenska akademie znalosti in umetnosti, Ljubljana, 117 s.
- HAŠKOVÁ, B. 2010. *Foraminifery české třídy*. MS Bakalářská práce depon. in Přírodovědecká fakulta, Ústav geologie a paleontologie, Praha. 43 s.
- HAYWARD, P., NELSON-SMITH, T. A SHIELDS, C. 2006. *Živočichové a rostliny evropského pobřeží*. - Svojtka & Co., Praha, 352 s.
- HERRON, E. A EARLAND, A. 2002. *Miniacina miniacea*, a curious yet common Foraminiferan of the Mediterranean Sea. *Micscape* 81.
- JUŘIČKOVÁ, L. 2005. Zoologické krásy Jadrana: Zadožábří plži — ozdoba moří. *Živa* 52, 1, 25-27.
- KOIE, M. A KRISTIANSEN, A. 2000. *Havets dyr og planter*. – Gads Forlag, Kobenhavn. 351 s.
- LAPČÍK O., HORSÁK, M., A HORSÁKOVÁ, V. 2017. Kam se točí ulity. *Vesmír* 96, 6, 343.
- LIBNAROVÁ, H. 2011. *Mimetické jevy v přírodě*. MS Bakalářská práce depon. in Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií, Praha. 64 s.
- MERGL, M. 2016. Invazní měkkýši ve Středozezemním moři. *Arnica* 6, 1-2, 8-19.
- NAGANANDA, G.S., SURYAN, S. A REDDY, N. 2016. Extraordinary structure and properties of mussel byssus protein fiber. *Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials* 5, 2, 38-50.
- PERNER, J. 1892. *Foraminifery českého cenomanu*. Tiskem J. Otty v Praze, 65 s.
- POPPE G. T. A GOTO, T. 1991. *European Seashells, Volume I. (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogaster, Gastropoda)*. Verlag Christa Hemmens. 352 s.

- POPPE G. T. A GOTO, T. 2000. *European Seashells, Volume II. (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. ConchBooks. 221 s.
- RIEGL, J. 2016. *Eleutherozoidní ostnokožci nejvyššího řádu (devon) z Lesního lomu v Brně-Lišní*. MS Bakalářská práce depon. in Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav geologických věd, Brno. 34 s.
- RUEDA, J.L. A SALAS, C. 2007. Trophic dependence of the emerald neritid *Smaragdia viridis* (Linnaeus, 1758) on two seagrasses from European coasts. *Journal of Molluscan Studies* 73, 211-214.
- SCHEINER, F. 2013. *Foraminifery a jejich potenciál pro paleoekologickou a biostratigrafickou interpretaci*. MS Bakalářská práce depon. in Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav geologie a paleontologie, Praha. 50 s.
- STERRY, P. 2006. *Fauna a flóra Středomoří*. – Svojtka & Co., Praha. 379 s.
- TAYLOR, J. D. A GLOVER, E.A. 2005. Lucinidae (Bivalvia) - the most diverse group of chemosymbiotic molluscs. *Zoological Journal of the Linnean Society* 148, 421–438 s.
- WIRTZ, P. A DEBELIUS, H. 2003. *Niedere Tiere Mittelmeer und Atlantik*. Jahr Top Special Verlag. 305 s.

6.2 Internetové zdroje

- [1] Dírkonošci – Wikipedie. [online]. Dostupné z:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%ADrkono%C5%A1ci>
- [2] Třída Foraminifera - dírkonošci. [online]. Dostupné z:
<http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/foraminifera.htm>
- [3] Kmen Brachiopoda - ramenonožci. [online]. Dostupné z:
<http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/Ramenono%C5%BEci%20a%20mechovky/Brachiopoda.htm>
- [4] Kmen Bryozoa - mechovky. [online]. Dostupné z:
<http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/Ramenono%C5%BEci%20a%20mechovky/Bryozoa.htm>
- [5] Kmen Echinodermata – ostnokožci. [online]. Dostupné z:
<https://www.cbg.zcu.cz/OB/veda/paleontologie/zoopaleontologie/ostnokozci/index.php>
- [6] Ostnokožci – Wikipedie. [online]. Dostupné z:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Ostnoko%C5%BEci>

- [7] *Miniacina miniacea*. [online]. Dostupné z: https://it.m.wikipedia.org/wiki/Miniacina_miniacea
- [8] *Elphidium*. [online]. Dostupné z: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Elphidium>
- [9] Trophic dependence of the emerald neritid *Smaragdia viridis* (Linnaeus, 1758) on two seagrasses from European coasts. [online]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/mollus/article/73/2/211/977964>
- [10] *Smaragdia viridis*. [online]. Dostupné z: https://naturalhistory2.si.edu/smsfp/irlspec/Smarag_viridi.htm
- [11] *Theodoxus*. [online]. Dostupné z: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Theodoxus>
- [12] Neritidae. [online]. Dostupné z: <https://cs.qwe.wiki/wiki/Neritidae>
- [13] Cerithiidae. [online]. Dostupné z: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Cerithiidae>
- [14] Triphoridae. [online]. Dostupné z: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Triphoridae>
- [15] Ramenonožci. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ramenonožci>
- [16] *Barbatia barbata*. [online]. Dostupné z: <https://www.europeana.eu/cs/item/2048128/90323>
- [17] *Barbatia barbata*. [online]. Dostupné z: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Barbatia_barbata
- [18] Mergl, M. Podvody v přírodě - kamufláže živočichů. [online]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/29395/1/Kamuflaz.pdf>
- [19] Family Retusidae. [online]. Dostupné z: https://seashellsofsw.org.au/Retusidae/Pages/Retusidae_intro.htm
- [20] Zadožábří. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Zado%C5%BE%C3%A1b%C5%99%C3%AD>
- [21] Chitón: características, taxonomía, reproducción, nutrición. [online]. Dostupné z: <https://www.lifeder.com/chiton/>
- [22] Chiton. [online]. Dostupné z: <https://es.wikipedia.org/wiki/Chiton>
- [23] Charakteristika měkkýšů jako kmene. Charakteristiky tříd, systematické členění. [online]. Dostupné z: https://www.cbg.zcu.cz/OB/studium/invert/skri/mol_tx1.htm
- [24] Lucinidae. [online]. Dostupné z: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Lucinidae>
- [25] Veneridae. [online]. Dostupné z: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Veneridae>
- [26] Zoologická cvičení – cvičení 12. [online]. Dostupné z: <https://www.cbg.zcu.cz/OB/studium/invert/cvic/zopr12.htm>

[27] Kmen Cnidaria – žahavci. [online]. Dostupné z:

<https://www.cbg.zcu.cz/OB/veda/paleontologie/zoopaleontologie/zahavci/index.php>

7 Seznam příloh

Příloha 1 - fototabule písků

Příloha 2 - fototabule – Foraminifera, Brachiopoda, Gastropoda

Příloha 3 – fototabule – Gastropoda, Bivalvia

Příloha 4 – fototabule – Gastropoda, Polyplacophora

Příloha 5 – fototabule – Bivalvia, Gastropoda, Echinodermata

Příloha 6 – fototabule – Bryozoa, Bivalvia

Příloha 7 – fototabule schránek – Bivalvia, Gastropoda

Příloha 8A – tabulky: druhové zastoupení lokality 1

Příloha 8B – tabulky: druhové zastoupení lokality 2

Příloha 8C – tabulky: druhové zastoupení lokality 3

Příloha 8D – tabulky: druhové zastoupení lokality 4

Příloha 8E – tabulky: druhové zastoupení lokality 5



Písek z lokality 1: Kythra, Agia Pelagia



Písek z lokality 3: Karpathos, Finiki



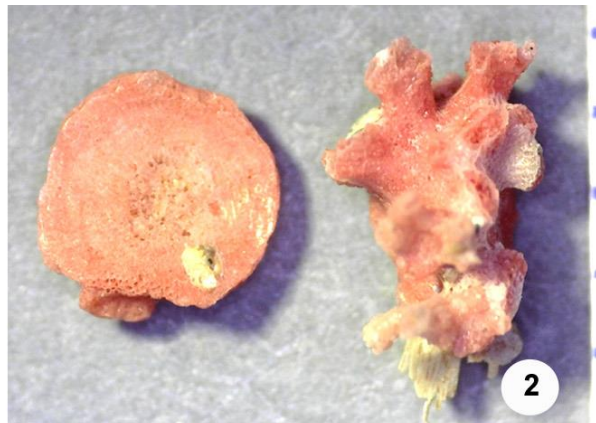
Písek z lokality 4: Kríta, Matala



Písek z lokality 5: Kythra, Agia Pelagia



Foraminifera *Miniacina miniacea* na mechovce



Miniacina miniacea ze spodu a celá schránka



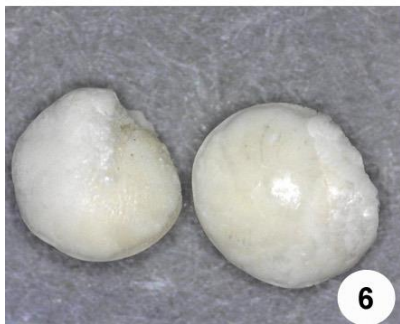
Foraminifery: *Textularia* sp.



Massilina gualtieriana



Spiroloculina sp.



Foraminifery: *Amphistegina* sp.



Peneroplis planatus



Ammonia sp.



Ramenonožec *Argyrotheca cuneata* a póry ve stěně misky



10



11

Plž *Smaragdia viridis*



Plži: Levotočivé ulity *Monophorus* sp. a *Similiphora* sp.

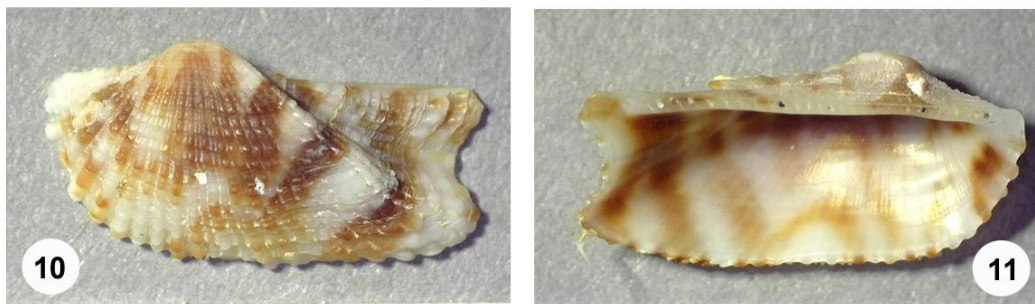
Pravotočivé ulity *Bittium* sp.



Miži: Povrch, vnitřek a vrcholový pohled návky *Striaca lactea*



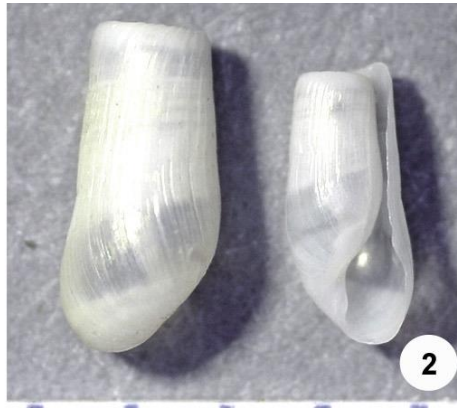
Miži: Povrch, vnitřek a periostrakum návky *Barbatia barbata*



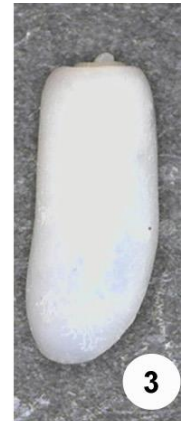
Miži: Misky návky *Arca noae*



Plži: *Haminoea hydatis*



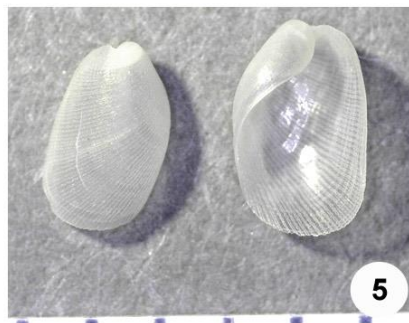
Retusa truncatula



Mammiloretusa mamilata



Plži: *Retusa umbilicata*



Philine punctata



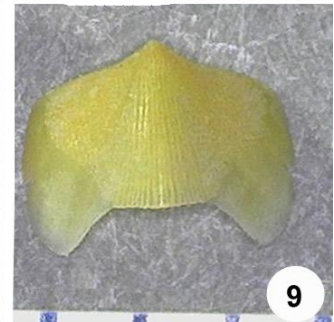
Granulina clandestina



Štitkonošci: *Chiton olivaceus*



Acanthochitona sp.



Ischnochiton sp.



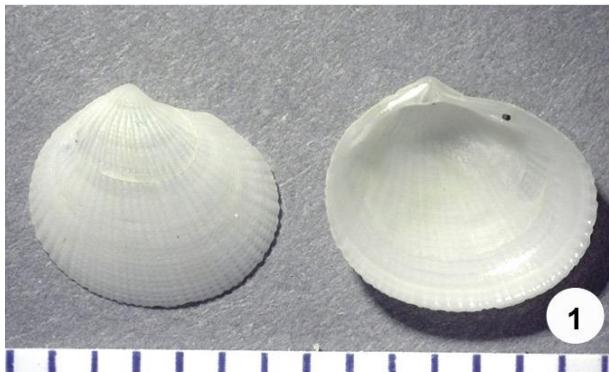
Štitkonošci: *Ischnochiton* sp.



Chiton corralinus



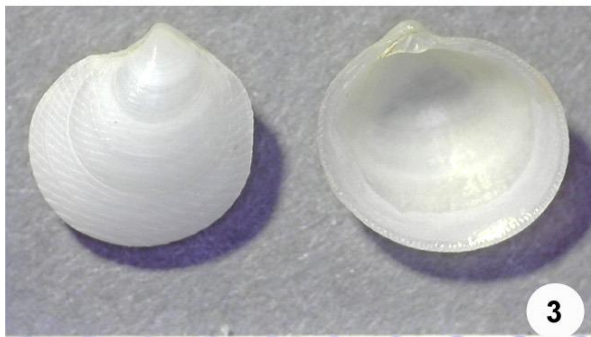
Lepidopleurus cajetanus



Miži: *Ctena decussata*



Dosinia lupinus



Miži: *Lucinella divaricata*



Loripes lucinalis



Plži: *Vitreolina philipi*



Caecum sp.



Ježovky: *Arbacia lixula*



Ježovky: *Arbacia lixula*



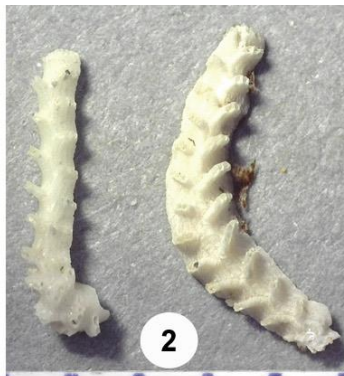
Paracentrotus lividus



Echinocyamus pusillus



Mechovci: *Disporella hispida*



neurčeno



neurčeno



Mechovci: *Margaretta cereoides*



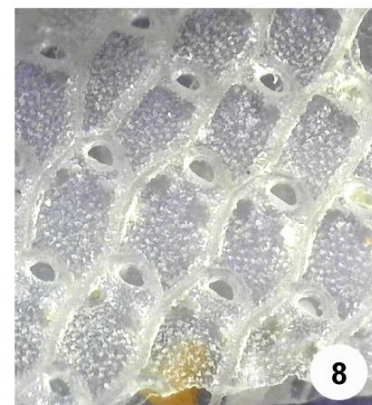
detail povrchu zoaria



Sertella septentrionalis



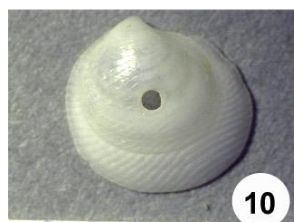
Mechovci: *Schizoporella*



detail povrchu zoaria



9



10

Stopy po predaci (vrtyby)



11



Mlži *Brachydontes pharaonis*



Musculus costulatus



Mlži: *Chamelea gallina*



Donax trunculus



Plži: *Tricolia pullus*



Mitra cornicula



Vexillum littoralis



Plži: *Alvania beani*



Alvania montagui



Rissoa variabilis

Příloha 8A

Přehled druhů zjištěných ve vzorku z lokality 1 – Kefalonie (Makris Gialos)

Tab. 8A-1: Přehled plžů z lokality 1

Lokalita 1 – Gastropoda (plži)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Barleeiidae	<i>Barleeia</i>	<i>unifasciata</i>	4	1,25
Cerithiidae	<i>Bittium</i>	<i>sp.</i>	186	58,13
Cocculinidae	<i>Cocculina</i>	<i>corrugata</i>	3	0,94
Dialidae	<i>Diala</i>	<i>semistriata</i>	2	0,62
Eulimidae	<i>Vitreolina</i>	<i>phillipi</i>	3	0,94
Phasianelliade	<i>Tricolia</i>	<i>pullus</i>	14	4,38
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>obtusa</i>	4	1,25
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>truncatula</i>	2	0,62
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>umbilicata</i>	5	1,56
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>cancellata</i>	3	0,94
Rissoidae	<i>Manzonina</i>	<i>pelorum</i>	2	0,62
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>marginata</i>	3	0,94
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>ventricosa</i>	4	1,25
Truncatelidae	<i>Truncatella</i>	<i>subcylindrica</i>	2	0,62
Neurčeno	-	-	83	25,94
Celkový počet jedinců			320	100,00

Tab. 8A-2: Přehled mlžů z lokality 1

Lokalita 1 – Bivalvia (mlži)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arcidae	<i>Barbatia</i>	<i>barbata</i>	6	3,55
Cardiidae	<i>Cardium</i>	<i>sp.</i>	1	0,59
Carditidae	<i>Cardites</i>	<i>sp.</i>	5	2,96
Donacidae	<i>Donax</i>	<i>trunculus</i>	1	0,59
Limidae	<i>Limaria</i>	<i>hians</i>	3	1,78
Lucinidae	<i>Ctena</i>	<i>decussata</i>	5	2,96
Lucinidae	<i>Loripes</i>	<i>lucinalis</i>	19	11,24
Lucinidae	<i>Lucinella</i>	<i>divaricata</i>	19	11,24
Mytilidae	<i>Modiolus</i>	<i>modiolus</i>	5	2,96
Mytilidae	<i>Musculus</i>	<i>costulatus</i>	4	2,37
Mytilidae	<i>Musculus</i>	<i>sp.</i>	8	4,73

Veneridae	<i>Ghamolia</i>	<i>gallina</i>	2	1,18
Neurčeno	-	-	91	53,85
Celkový počet jedinců			169	100,00

Tab. 8A-3: Přehled kelnatek z lokality 1

Lokalita 1 – Scaphopoda (kelnatky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Dentaliidae	<i>Dentalium</i>	<i>sp.</i>	12	70,59
Neurčeno	-	-	5	29,41
Celkový počet jedinců			17	100,00

Tab. 8A-4: Přehled štítkonošců z lokality 1

Lokalita 1 – Polyplacophora (štítkonošci)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Chitonidae	<i>Chiton</i>	<i>corallinus</i>	1	6,25
Chitonidae	<i>Chiton</i>	<i>olivaceus</i>	10	62,50
Lepidochitonidae	<i>Lepidochitona</i>	<i>corrugata</i>	5	31,25
Celkový počet jedinců			16	100,00

Tab. 8A-5: Přehled mechovek z lokality 1

Lokalita 1 – Bryozoa (mechovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Crisiidae	<i>Crisia</i>	<i>denticulata</i>	7	23,33
Membraniporidae	<i>Membranipora</i>	<i>membranacea</i>	15	50,00
Phidoloporidae	<i>Reteporella</i>	<i>beaniana</i>	3	10,00
Plagioeciidae	<i>Plagioecia</i>	<i>patina</i>	4	13,34
Tubuliporidae	<i>Tubulipora</i>	<i>liliacea</i>	1	3,33
Celkový počet jedinců			30	100,00

Tab. 8A-6: Přehled aglutinovaných dírkonošců z lokality 1

Lokalita 1 – Foraminifera (dírkonošci – aglutinované)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Homotrematidae	<i>Miniacina</i>	<i>miniacea</i>	20	71,43
Spiroplectamminidae	<i>Spiroplectinella</i>	<i>sagittula</i>	8	28,57
Celkový počet jedinců			28	100,00

Tab. 8A-7: Přehled karbonátových dírkonošců z lokality 1

Lokalita 1 – Foraminifera (dírkonošci – karbonátové)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ellipsolagenidae	<i>Fissurina</i>	<i>lucida</i>	32	29,09
Elphidiidae	<i>Elphidium</i>	<i>crispum</i>	11	10,00
Hauerinidae	<i>Massilina</i>	<i>secans</i>	19	17,27
Hauerinidae	<i>Miliolinella</i>	<i>labiosa</i>	2	1,82
Hauerinidae	<i>Quinqueloculina</i>	<i>seminula</i>	3	2,73
Peneroplidae	<i>Peneroplis</i>	<i>planatus</i>	16	14,54
Rotalidae	<i>Ammonia</i>	<i>tepida</i>	25	22,73
Spiroloculinidae	<i>Spiroloculina</i>	<i>rostrata</i>	2	1,82
Celkový počet jedinců			110	100,00

Tab. 8A-8: Přehled ježovek z lokality 1

Lokalita 1 – Echinoidea (ježovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arbaciidae	<i>Arbacia</i>	<i>lixula</i>	8	22,86
Fibulariidae	<i>Echinocyamus</i>	<i>pusillus</i>	14	40,00
Parechinidae	<i>Paracentrotus</i>	<i>lividus</i>	13	37,14
Celkový počet jedinců			35	100,00

Tab. 8A-9: Přehled kroužkovců z lokality 1

Lokalita 1 – Annelida (kroužkovci - rourky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Serpulidae	<i>Hydroides</i>	<i>norvegica</i>	7	87,50
Serpulidae	<i>Pomatostegus</i>	<i>polytrema</i>	1	12,50
Celkový počet jedinců			8	100,00

Tab. 8A-10: Přehled ostatních schránek z lokality 1

Lokalita 1 – Ostatní detrit			Počet	(%)
Krunýře krabů			1	25,00
Zuby ježovek			2	50,00
Neurčeno			1	25,00
Celkový počet			4	100,00

Tab. 8A-11: Přehled řas z lokality 1

Lokalita 1 – Rhodophyta (řasy)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ceramiaceae	<i>Ceramium</i>	<i>rubrum</i>	17	89,47
Neurčeno	-	-	2	10,53
Celkový počet jedinců			19	100,00

Příloha 8B

Přehled druhů zjištěných ve vzorku z lokality 2 – Karpathos (Amoopi)

Tab. 8B-1: Přehled plžů z lokality 2

Lokalita 2 – Gastropoda (plži)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Barleeiidae	<i>Barleeia</i>	<i>unifasciata</i>	80	15,04
Buccinidae	<i>Buccinum</i>	<i>sp.</i>	23	4,32
Cerithiidae	<i>Bittium</i>	<i>sp.</i>	114	21,43
Cerithiidae	<i>Cerithium</i>	<i>scabrium</i>	14	2,63
Cerithiidae	<i>Cerithium</i>	<i>sp.</i>	2	0,38
Cerithiidae	<i>Cerithium</i>	<i>vulgatum</i>	18	3,38
Cocculinidae	<i>Cocculina</i>	<i>corrugata</i>	4	0,75
Costellaridae	<i>Mitra</i>	<i>cornicula</i>	5	0,94
Costellaridae	<i>Vexillum</i>	<i>tricolor</i>	5	0,94
Dialidae	<i>Diala</i>	<i>semistriata</i>	9	1,69
Littorinidae	<i>Littorina</i>	<i>sp.</i>	2	0,38
Mangeliidae	<i>Mangelia</i>	<i>sp.</i>	1	0,19
Nassariidae	<i>Nassarius</i>	<i>mutabilis</i>	3	0,56
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>truncatula</i>	11	2,07
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>umbilicata</i>	2	0,38
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>cancellata</i>	4	0,75
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>cimex</i>	8	1,50
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>mantagui</i>	12	2,25
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>testae</i>	5	0,94
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>sp.</i>	2	0,38
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>ventricosa</i>	74	13,91
Trochidae	<i>Gibbula</i>	<i>sp.</i>	1	0,19
Trochidae	-	<i>sp.</i>	48	9,02
Turridae	<i>Conus</i>	<i>desidiosus</i>	9	1,69
Turridae	-	<i>sp.</i>	5	0,94
Neurčeno	-	-	71	13,35
Celkový počet jedinců			532	100,00

Tab. 8B-2: Přehled mlžů z lokality 2

Lokalita 2 – Bivalvia (mlži)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arcidae	<i>Barbatia</i>	<i>barbata</i>	2	3,78
Lucinidae	<i>Ctena</i>	<i>decussata</i>	7	13,21
Lucinidae	<i>Lucinella</i>	<i>divaricata</i>	3	5,66
Mytilidae	<i>Brachidontes</i>	<i>pharaonis</i>	5	9,43
Mytilidae	<i>Musculus</i>	<i>costulatus</i>	8	15,09
Veneridae	<i>Dosinia</i>	<i>sp.</i>	1	1,89
Neurčeno	-	-	27	50,94
Celkový počet jedinců			53	100,00

Tab. 8B-3: Přehled šítíkonošců z lokality 2

Lokalita 2 – Polyplacophora (šítíkonošci)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Acanthochitonidae	<i>Acanthochitona</i>	<i>fascicularis</i>	1	4,00
Chitonidae	<i>Chiton</i>	<i>olivaceus</i>	13	52,00
Lepidochitonidae	<i>Lepidopleurus</i>	<i>cajetana</i>	6	24,00
Leptochitonidae	<i>Leptochiton</i>	<i>geronensis</i>	5	20,00
Celkový počet jedinců			25	100,00

Tab. 8B-4: Přehled mechovek z lokality 2

Lokalita 2 – Bryozoa (mechovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Cellariidae	<i>Cellaria</i>	<i>sp.</i>	3	37,50
Crisiidae	<i>Crisia</i>	<i>denticulata</i>	2	25,00
Membraniporidae	<i>Membranipora</i>	<i>membranacea</i>	2	25,00
Plagioeciidae	<i>Plagioecia</i>	<i>patina</i>	1	12,50
Celkový počet jedinců			8	100,00

Tab. 8B-5: Přehled aglutinovaných dírkonošců z lokality 2

Lokalita 2 – Foraminifera (dírkonošci – aglutinované)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Homotrematidae	<i>Miniacina</i>	<i>miniacea</i>	3	27,27

Spiroplectamminidae	<i>Spiroplectinella</i>	<i>sagittula</i>	8	72,73
Celkový počet jedinců			11	100,00

Tab. 8B-6: Přehled karbonátových dírkonošců z lokality 2

Lokalita 2 – Foraminifera (dírkonošci – karbonátové)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ellipsolagenidae	<i>Fissurina</i>	<i>lucida</i>	8	22,22
Hauerinidae	<i>Massilina</i>	<i>secans</i>	1	2,78
Peneroplidae	<i>Peneroplis</i>	<i>planatus</i>	12	33,33
Rotalidae	<i>Ammonia</i>	<i>tepida</i>	5	13,89
Vaginulinidae	<i>Lenticulina</i>	<i>vortex</i>	10	27,78
Celkový počet jedinců			36	100,00

Tab. 8B-7: Přehled ježovek z lokality 2

Lokalita 2 – Echinoidea (ježovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arbaciidae	<i>Arbacia</i>	<i>lixula</i>	12	41,38
Fibulariidae	<i>Echinocyamus</i>	<i>pusillus</i>	3	10,34
Parechinidae	<i>Paracentrotus</i>	<i>lividus</i>	14	48,28
Celkový počet jedinců			29	100,00

Tab. 8B-8: Přehled kroužkovců z lokality 2

Lokalita 2 – Annelida (kroužkovci – rourky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Serpulidae	<i>Hydroides</i>	<i>norvegica</i>	1	25,00
Serpulidae	<i>Pomatostegus</i>	<i>polytrema</i>	1	25,00
Serpulidae	<i>Spirorbis</i>	<i>spirorbis</i>	2	50,00
Celkový počet jedinců			4	100,00

Tab. 8B-9: Přehled ostatních schránek z lokality 2

Lokalita 2 – Ostatní detrit		Počet	(%)
Krunýře krabů		3	75,00
Zuby ježovek		1	25,00
Neurčeno		0	0,00
Celkový počet		4	100,00

Tab. 8B-10: Přehled řas z lokality 2

Lokalita 2 – Rhodophyta (řasy)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ceramiaceae	<i>Ceramium</i>	<i>rubrum</i>	7	77,78
Neurčeno	-	-	2	22,22
Celkový počet jedinců			9	100,00

Příloha 8C

Přehled druhů zjištěných ze vzorku z lokality 3 – Karpathos (Finiki)

Tab. 8C-1: Přehled plžů z lokality 3

Lokalita 3 – Gastropoda (plži)				
Čeleď'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Aclididae	<i>Aclis</i>	<i>minor</i>	1	0,25
Barleeiidae	<i>Barleeia</i>	<i>unifasciata</i>	2	0,51
Cerithiidae	<i>Bittium</i>	<i>sp.</i>	7	1,77
Cerithiidae	<i>Diastoma</i>	<i>varium</i>	8	2,02
Cimidae	<i>Graphis</i>	<i>albida</i>	7	1,77
Cocculinidae	<i>Cocculina</i>	<i>corrugata</i>	7	1,77
Eulimidae	<i>Vitreolina</i>	<i>phillipi</i>	5	1,27
Fissurellidae	<i>Tornus</i>	<i>subcarinatus</i>	1	0,25
Naticidae	<i>Lunatia</i>	<i>guillemini</i>	5	1,27
Patellidae	<i>Patella</i>	<i>rustica</i>	3	0,76
Phasianellidae	<i>Tricolia</i>	<i>pullus</i>	73	18,48
Planaxidae	<i>Fossarus</i>	<i>ambiguus</i>	7	1,77
Pyramidellidae	<i>Odostomia</i>	<i>kromi</i>	12	3,04
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>obtusa</i>	3	0,76
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>cancellata</i>	11	2,78
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>cimex</i>	2	0,51
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>oranica</i>	10	2,53
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>sp.</i>	4	1,01
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>dolium</i>	36	9,11
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>marginata</i>	34	8,61
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>similis</i>	5	1,27
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>variabilis</i>	6	1,52
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>ventricosa</i>	18	4,55
Scissurellidae	<i>Scissurella</i>	<i>costata</i>	1	0,25
Skeneopsidae	<i>Skeneopsis</i>	<i>planorbis</i>	2	0,51
Tornidae	<i>Tornus</i>	<i>sp.</i>	2	0,51
Trochidae	-	<i>sp.</i>	5	1,27
Truncatellidae	<i>Truncatella</i>	<i>subcylindrica</i>	9	2,28
Turridae	<i>Conus</i>	<i>desidiosus</i>	2	0,51
Neurčeno	-	-	107	27,09
Celkový počet jedinců			395	100,00

Tab. 8C-2: Přehled mlžů z lokality 3

Lokalita 3 – Bivalvia (mlži)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arcidae	<i>Barbatia</i>	<i>barbata</i>	2	1,85
Carditidae	<i>Cardites</i>	sp.	23	21,29
Limidae	<i>Limatula</i>	<i>subauriculata</i>	6	5,56
Lucinidae	<i>Ctena</i>	<i>decussata</i>	6	5,56
Mytilidae	<i>Modiolus</i>	<i>modiolus</i>	3	2,78
Mytilidae	<i>Musculus</i>	<i>costulatus</i>	11	10,18
Pectinidae	<i>Aequipecten</i>	sp.	1	0,93
Tellinidae	<i>Tellina</i>	<i>donacina</i>	2	1,85
Veneridae	<i>Dosinia</i>	sp.	1	0,93
Neurčeno	-	-	53	49,07
Celkový počet jedinců			108	100,00

Tab. 8C-3: Přehled šítinkonošců z lokality 3

Lokalita 3 – Polyplacophora (šítinkonošci)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Chitonidae	<i>Chiton</i>	<i>olivaceus</i>	6	60,00
Lepidochitonidae	<i>Lepidochitona</i>	<i>cinerea</i>	2	20,00
Leptochitonidae	<i>Leptochiton</i>	<i>geronensis</i>	2	20,00
Celkový počet jedinců			10	100,00

Tab. 8C-4: Přehled mechovek z lokality 3

Lokalita 3 – Bryozoa (mechovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Crisiidae	<i>Crisia</i>	<i>denticulata</i>	10	14,93
Jaculinidae	<i>Cheilostomata</i>	sp.	2	2,98
Lichenoporidae	<i>Disporella</i>	<i>hispida</i>	6	8,95
Membraniporidae	<i>Membranipora</i>	<i>membranacea</i>	38	56,72
Phidoloporidae	<i>Reteporella</i>	<i>beaniana</i>	1	1,49
Tubuliporidae	<i>Tubulipora</i>	<i>liliacea</i>	10	14,93
Celkový počet jedinců			67	100,00

Tab. 8C-5: Přehled aglutinovaných dírkonošců z lokality 3

Lokalita 3 – Foraminifera (dírkonošci – aglutinované)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Homotrematidae	<i>Miniacina</i>	<i>miniacea</i>	18	54,55
Spiroplectamminidae	<i>Spiroplectinella</i>	<i>sagittula</i>	15	45,45
Celkový počet jedinců			33	100,00

Tab. 8C-6: Přehled karbonátových dírkonošců z lokality 3

Lokalita 3 – Foraminifera (dírkonošci – karbonátové)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ellipsolagenidae	<i>Fissurina</i>	<i>lucida</i>	12	23,53
Elphidiidae	<i>Criboelphidium</i>	<i>vadescens</i>	1	1,96
Haverinidae	<i>Massilina</i>	<i>secans</i>	11	21,57
Haverinidae	<i>Miliolinella</i>	<i>labiosa</i>	1	1,96
Miliolidae	<i>Miliolida</i>	<i>sp.</i>	2	3,92
Peneroplidae	<i>Peneroplis</i>	<i>planatus</i>	21	41,18
Rotaliidae	<i>Ammonia</i>	<i>tepida</i>	3	5,88
Celkový počet jedinců			51	100,00

Tab. 8C-7: Přehled ježovek z lokality 3

Lokalita 3 – Echinoidea (ježovky)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arbaciidae	<i>Arbacia</i>	<i>lixula</i>	10	28,57
Fibulariidae	<i>Echinocyamus</i>	<i>pusillus</i>	19	54,29
Parechinidae	<i>Paracentrotus</i>	<i>lividus</i>	6	17,14
Celkový počet jedinců			35	100,00

Tab. 8C-8: Přehled kroužkovců z lokality 3

Lokalita 3 – Annelida (kroužkovci – rourky)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Serpulidae	<i>Hydroides</i>	<i>norvegica</i>	4	16,67
Serpulidae	<i>Pomatostegus</i>	<i>polytrema</i>	5	20,83
Spirorbidae	<i>Circes</i>	<i>armoricana</i>	5	20,83
Spirorbidae	<i>Spirorbis</i>	<i>rupestris</i>	4	16,67
Spirorbidae	<i>Spirorbis</i>	<i>spirorbis</i>	6	25,00
Celkový počet jedinců			24	100,00

Tab. 8C-9: Přehled ostatních schránek z lokality 3

Lokalita 3 – Ostatní detrit	Počet	(%)
Krunýře krabů	3	42,86
Zuby ježovek	3	42,86
Neurčeno	1	14,28
Celkový počet	7	100,00

Tab. 8C-10: Přehled řas z lokality 3

Lokalita 3 – Rhodophyta (řasy)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ceramiaceae	<i>Ceramium</i>	<i>rubrum</i>	16	88,89
Neurčeno	-	-	2	11,11
Celkový počet jedinců			18	100,00

Příloha 8D

Přehled druhů zjištěných ze vzorku z lokality 4 – Kréta (Matala)

Tab. 8D-1: Přehled plžů z lokality 4

Lokalita 4 – Gastropoda (plži)				
Čeleď'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Barleeiidae	<i>Barleeia</i>	<i>unifasciata</i>	5	1,47
Buccinidae	<i>Buccinum</i>	<i>sp.</i>	2	0,59
Cerithiidae	<i>Bittium</i>	<i>sp.</i>	49	14,37
Cocculinidae	<i>Cocculina</i>	<i>corrugata</i>	5	1,47
Costellariidae	<i>Mitra</i>	<i>cornicula</i>	11	3,23
Dialidae	<i>Diala</i>	<i>semistriata</i>	2	0,59
Eulimidae	<i>Vitreolina</i>	<i>phillipi</i>	2	0,59
Naticidae	<i>Lunatia</i>	<i>guillemini</i>	1	0,29
Phasianelliade	<i>Tricolia</i>	<i>pullus</i>	17	4,98
Planaxidae	<i>Fassarus</i>	<i>ambiguus</i>	3	0,88
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>truncatula</i>	4	1,17
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>umbilicata</i>	6	1,76
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>montagui</i>	7	2,05
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>oranica</i>	13	3,81
Rissoidae	<i>Peringiella</i>	<i>eburnea</i>	4	1,17
Rissoidae	<i>Pisinna</i>	<i>glabrata</i>	1	0,29
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>dolium</i>	10	2,93
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>ventricosa</i>	67	19,65
Trochidae	<i>Gibbula</i>	<i>sp.</i>	1	0,29
Trochidae	-	<i>sp.</i>	9	2,64
Neurčeno	-	-	122	35,78
Celkový počet jedinců			341	100,00

Tab. 8D-2: Přehled mlžů z lokality 4

Lokalita 4 – Bivalvia (mlži)				
Čeleď'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arcidae	<i>Barbatia</i>	<i>barbata</i>	5	6,49
Carditidae	<i>Cardita</i>	<i>trapezia</i>	1	1,30
Lucinidae	<i>Ctena</i>	<i>decussata</i>	4	5,20
Lucinidae	<i>Loripes</i>	<i>lucinalis</i>	5	6,49

Mytilidae	<i>Brachidontes</i>	<i>pharaonis</i>	1	1,30
Mytilidae	<i>Modiolus</i>	<i>modiolus</i>	5	6,49
Mytilidae	<i>Musculus</i>	<i>costulatus</i>	21	27,27
Veneridae	<i>Dosinia</i>	<i>sp.</i>	1	1,30
Neurčeno	-	-	34	44,16
Celkový počet jedinců			77	100,00

Tab. 8D-3: Přehled štitkonošců z lokality 4

Lokalita 4 – Polyplacophora (štitkonošci)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Entalinidae	<i>Entalina</i>	<i>tetragona</i>	3	8,33
Chitonidae	<i>Chiton</i>	<i>corallinus</i>	3	8,33
Chitonidae	<i>Chiton</i>	<i>olivaceus</i>	20	55,56
Lepidochitonidae	<i>Lepidochitona</i>	<i>corrugata</i>	8	22,22
Tonicellidae	<i>Tonicella</i>	<i>marmorea</i>	2	5,56
Celkový počet jedinců			36	100,00

Tab. 8D-4: Přehled mechovek z lokality 4

Lokalita 4 – Bryozoa (mechovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Cellariidae	<i>Cellaria</i>	<i>sp.</i>	5	5,68
Crisiidae	<i>Crisia</i>	<i>denticulata</i>	4	4,55
Lichenoporidae	<i>Disporella</i>	<i>hispida</i>	7	7,95
Membraniporidae	<i>Membranipora</i>	<i>membranacea</i>	5	5,68
Plagioeciidae	<i>Plagioecia</i>	<i>patina</i>	6	6,82
Plumatellidae	<i>Plumatella</i>	<i>repens</i>	10	11,36
Tubuliporidae	<i>Tubulipora</i>	<i>liliacea</i>	12	13,64
Neurčeno	-	-	39	44,32
Celkový počet jedinců			88	100,00

Tab. 8D-5: Přehled aglutinovaných dírkonošců z lokality 4

Lokalita 4 – Foraminifera (dírkonošci – aglutinované)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Homotrematidae	<i>Miniacina</i>	<i>miniacea</i>	5	20,83
Spiroplectamminidae	<i>Spiroplectinella</i>	<i>sagittula</i>	19	79,17
Celkový počet jedinců			24	100,00

Tab. 8D-6: Přehled karbonátových dírkonošců z lokality 4

Lokalita 4 – Foraminifera (dírkonošci – karbonátové)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ellipsolagenidae	<i>Fissurina</i>	<i>lucida</i>	41	44,09
Elphidiidae	<i>Elphidium</i>	<i>crispum</i>	18	19,35
Hauerinidae	<i>Massilina</i>	<i>secans</i>	4	4,30
Peneroplidae	<i>Peneroplis</i>	<i>planatus</i>	21	22,58
Rotalidae	<i>Ammonia</i>	<i>tepida</i>	9	9,68
Celkový počet jedinců			93	100,00

Tab. 8D-7: Přehled ježovek z lokality 4

Lokalita 4 – Echinoidea (ježovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arbaciidae	<i>Arbacia</i>	<i>lixula</i>	22	48,89
Fibulariidae	<i>Echinocyamus</i>	<i>pusillus</i>	7	15,55
Parechinidae	<i>Paracentrotus</i>	<i>lividus</i>	16	35,56
Celkový počet jedinců			45	100,00

Tab. 8D-8: Přehled kroužkovic z lokality 4

Lokalita 4 – Annelida (kroužkovci – rourky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Serpulidae	<i>Hydroides</i>	<i>norvegica</i>	5	25,00
Serpulidae	<i>Pomatostegus</i>	<i>polytrema</i>	7	35,00
Spirorbidae	<i>Spirorbis</i>	<i>rupestris</i>	7	35,00
Spirorbidae	<i>Spirorbis</i>	<i>spirorbis</i>	1	5,00
Celkový počet jedinců			20	100,00

Tab. 8D-9: Přehled ostatních schránek z lokality 4

Lokalita 4 – Ostatní detrit	Počet	(%)
Krunýře krabů	2	66,67
Zuby ježovek	1	33,33
Neurčeno	0	0,00
Celkový počet	3	100,00

Tab. 8D-10: Přehled řas z lokality 4

Lokalita 4 – Rhodophyta (řasy)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ceramiaceae	<i>Ceramium</i>	<i>rubrum</i>	39	92,86
Neurčeno	-	-	3	7,14
Celkový počet jedinců			42	100,00

Příloha 8E

Přehled druhů zjištěných ze vzorku z lokality 5 – Kythira (Agia Pelagia)

Tab. 8E-1: Přehled plžů z lokality 5

Lokalita 5 – Gastropoda (plži)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Acteonidae	<i>Pseudacteon</i>	<i>pusillus</i>	1	0,14
Buccinidae	<i>Buccinum</i>	<i>humphreysianum</i>	22	3,00
Cerithiidae	<i>Bittium</i>	<i>sp.</i>	92	12,55
Cocculinidae	<i>Cocculina</i>	<i>corrugata</i>	12	1,64
Columbellidae	<i>Columbella</i>	<i>rustica</i>	2	0,27
Costellariidae	<i>Mitra</i>	<i>cornicula</i>	11	1,50
Costellariidae	<i>Vexillum</i>	<i>littoralis</i>	2	0,27
Dialidae	<i>Diala</i>	<i>semistriata</i>	6	0,82
Eulimidae	<i>Vitreolina</i>	<i>phillipi</i>	1	0,14
Fissurelidae	<i>Diodora</i>	<i>cindida</i>	2	0,27
Fissurelidae	<i>Diodora</i>	<i>gracea</i>	1	0,14
Fissurelidae	<i>Diodora</i>	<i>italica</i>	2	0,27
Fissurelidae	<i>Emarginula</i>	<i>huzardii</i>	1	0,14
Fissurelidae	<i>Puncturella</i>	<i>noachina</i>	3	0,41
Fissurelidae	<i>Tornus</i>	<i>subcarinatus</i>	1	0,14
Littorinidae	<i>Littorina</i>	<i>neritoides</i>	3	0,41
Naticidae	<i>Lunatia</i>	<i>guillemini</i>	10	1,36
Neritidae	<i>Smaragdia</i>	<i>viridis</i>	2	0,27
Muricidae	<i>Trophon</i>	<i>muricatus</i>	3	0,41
Phasianellidae	<i>Tricolia</i>	<i>pullus</i>	114	15,55
Planaxidae	<i>Fossarus</i>	<i>ambiguus</i>	2	0,27
Pyramidellidae	<i>Turbomilla</i>	<i>scalaris</i>	1	0,14
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>truncatula</i>	4	0,55
Retusidae	<i>Retusa</i>	<i>umbilicata</i>	16	2,18
Ringiculidae	<i>Ringicula</i>	<i>sp.</i>	3	0,41
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>cimex</i>	48	6,55
Rissoidae	<i>Alvania</i>	<i>montagui</i>	27	3,68
Rissoidae	<i>Clathurella</i>	<i>perinsignis</i>	3	0,41
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>bertholleti</i>	4	0,55
Rissoidae	<i>Rissoa</i>	<i>ventricosa</i>	4	0,55
Scissurelidae	<i>Scissurella</i>	<i>costata</i>	2	0,27
Trochidae	-	<i>sp.</i>	47	6,41
Truncatellidae	<i>Truncatella</i>	<i>subcylindrica</i>	2	0,27

Turridae	-	<i>sp.</i>	23	3,14
Neurčeno	-	-	256	34,92
Celkový počet jedinců			733	100,00

Tab. 8E-2: Přehled mlžů z lokality 5

Lokalita 5 – Bivalvia (mlži)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arcidae	<i>Arca</i>	<i>imbricata</i>	3	1,42
Arcidae	<i>Barbatia</i>	<i>barbata</i>	20	9,43
Arcidae	<i>Striarca</i>	<i>lactea</i>	5	2,36
Carditidae	<i>Cardita</i>	<i>trapezia</i>	2	0,94
Carditidae	<i>Cardites</i>	<i>sp.</i>	3	1,42
Lucinidae	<i>Ctena</i>	<i>deccusata</i>	30	14,15
Lucinidae	<i>Dosinia</i>		7	3,30
Lucinidae	<i>Lucinella</i>	<i>divaricata</i>	24	11,32
Mytilidae	<i>Brachidontes</i>	<i>variabilis</i>	3	1,42
Mytilidae	<i>Musculus</i>	<i>costulatus</i>	19	8,96
Mytilidae	<i>Mytilaster</i>	<i>lineatus</i>	1	0,47
Mytilidae	-	<i>sp.</i>	1	0,47
Pectinidae	<i>Annachlamys</i>	<i>incomparabile</i>	2	0,94
Veneridae	<i>Chamelea</i>	<i>gallina</i>	3	1,42
Veneridae	<i>Petricola</i>	<i>lojonkairii</i>	2	0,94
Neurčeno	-	-	87	41,04
Celkový počet jedinců			212	100,00

Tab. 8E-3: Přehled šítčkonošců z lokality 5

Lokalita 5 – Polyplacophora (šítčkonošci)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Chitonidae	<i>Chiton</i>	<i>olivaceus</i>	27	75,00
Lepidochitonidae	<i>Lepidochitona</i>	<i>cinerea</i>	2	5,56
Lepidochitonidae	<i>Lepidopleurus</i>	<i>cajetanus</i>	3	8,33
Leptochitonidae	<i>Leptochiton</i>	<i>asellus</i>	3	8,33
Leptochitonidae	<i>Leptochiton</i>	<i>scabridus</i>	1	2,78
Celkový počet jedinců			36	100,00

Tab. 8E-4: Přehled mechovek z lokality 5

Lokalita 5 – Bryozoa (mechovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Crisiidae	<i>Crisia</i>	<i>denticulata</i>	38	23,17
Lichenoporidae	<i>Disporella</i>	<i>hispida</i>	3	1,83
Phidoloporidae	<i>Reteporella</i>	<i>beaniana</i>	4	2,44
Plagioeciidae	<i>Plagioecia</i>	<i>patina</i>	7	4,27
Plumatellidae	<i>Plumatella</i>	<i>repens</i>	22	13,41
Tubuliporidae	<i>Tubulipora</i>	<i>liliacea</i>	6	3,66
Neurčeno	-	-	84	51,22
Celkový počet jedinců			164	100,00

Tab. 8E-5: Přehled aglutinovaných dírkonošců z lokality 5

Lokalita 5 – Foraminifera (dírkonošci – aglutinované)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Homotrematidae	<i>Miniacina</i>	<i>miniacea</i>	27	51,92
Spiroplectamminidae	<i>Spiroplectinella</i>	<i>sagittula</i>	25	48,08
Celkový počet jedinců			52	100,00

Tab. 8E-6: Přehled karbonátových dírkonošců z lokality 5

Lokalita 5 – Foraminifera (dírkonošci – karbonátové)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Ellipsolagenidae	<i>Fissurina</i>	<i>lucida</i>	38	40,42
Hauerinidae	<i>Massilina</i>	<i>secans</i>	23	24,47
Peneroplidae	<i>Peneroplis</i>	<i>planatus</i>	33	35,11
Celkový počet jedinců			94	100,00

Tab. 8E-7: Přehled ježovek z lokality 5

Lokalita 5 – Echinoidea (ježovky)				
Čeleď	Rodový název	Druhový název	Počet	(%)
Arbaciidae	<i>Arbacia</i>	<i>lixula</i>	27	36,99
Fibulariidae	<i>Echinocyamus</i>	<i>pusillus</i>	21	28,77
Parechinidae	<i>Paracentrotus</i>	<i>lividus</i>	25	34,24
Celkový počet jedinců			73	100,00

Tab. 8E-8: Přehled ramenonožců z lokality 5

Lokalita 5 – Brachiopoda (ramenonožci)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Poččet	(%)
Megathyrididae	<i>Argyrotheca</i>	<i>cuneata</i>	2	66,67
Neurčeno	-	-	1	33,33
Celkový počet jedinců			3	100,00

Tab. 8E-9: Přehled kroužkovců z lokality 5

Lokalita 5 – Annelida (kroužkovci – rourky)				
Čeľad'	Rodový název	Druhový název	Poččet	(%)
Serpulidae	<i>Hydroides</i>	<i>norvegica</i>	18	36,00
Serpulidae	<i>Fricopomatus</i>	<i>enignaticus</i>	3	6,00
Serpulidae	<i>Pomatostegus</i>	<i>polytrema</i>	13	26,00
Spirorbidae	<i>Spirorbis</i>	<i>rupestris</i>	9	18,00
Spirorbidae	<i>Spirorbis</i>	<i>spirorbis</i>	7	14,00
Celkový počet jedinců			50	100,00

Tab. 8E-10: Přehled ostatních schránek z lokality 5

Lokalita 5 – Ostatní detrit	Poččet	(%)
Krunýře krabů	4	40,00
Zuby ježovek	3	30,00
Neurčeno	3	30,00
Celkový počet	10	100,00