

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**NÁVRHY PRAKTICKÝCH CVIČENÍ Z PŘÍRODOPISU S VYUŽITÍM
BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ
DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Bc. Nikola Šmídtová

Učitelství výchovy ke zdraví a biologie pro základní školy

Vedoucí práce: Mgr. Petra Vágnerová

Plzeň 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Petry Vágnerové a uvedla všechny použité zdroje.

V Plzni dne 30. 6. 2023

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce Mgr. Petře Vágnerové za poskytnutí cenných rad a informací, a za vstřícnost a vřelou pomoc, které se mi dostávalo při vzniku této diplomové práce. Dále děkuji své rodině za trpělivost a podporu po celou dobu studia.

OBSAH

ÚVOD	6
1 PRAKTICKY ZAMĚŘENÉ METODY VE VÝUCE PŘÍRODOPISU A BIOLOGIE	8
1.1 LABORATORNÍ PRÁCE.....	10
1.2 PRAKTICKÁ CVIČENÍ.....	12
2 CHARAKTERISTIKA BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ Z HLEDISKA DRUHOVÉHO ZASTOUPENÍ ŽIVOČICHŮ A ROSTLIN.....	14
2.1 MĚKKÝŠI.....	14
2.1.1 MORFOLOGICKY ATRAKTIVNÍ ZÁSTUPCI PLŽŮ	14
2.1.1.1 PRAVOTOČIVOST VS. LEVOTOČIVOST ULIT.....	14
2.1.1.1.1 VĚŽOVITÉ ULITY JEHLANEK	15
2.1.1.1.2 PESTRÉ ZBARVENÍ A NEOBVYKLÉ TVARY ULIT.....	15
2.1.1.1.2.1 RŮŽOVÉ ULITY S PROMĚNLIVOU KRESBOU	16
2.1.1.1.2.2 NÁPADNÉ SMARAGDOVÉ ULITY	16
2.1.1.1.2.3 ULITY VE TVARU KOTOUČE	17
2.1.1.1.2.4 ČEPIČKOVITÉ ULITY PŘÍLIPEK.....	18
2.1.1.1.2.5 NEVIDITELNÉ ULITY ZADOŽÁBRÝCH PLŽŮ.....	18
2.1.1.3 NEJČASTĚJI NALÉZANÉ ULITY V PÍSCÍCH.....	19
2.1.2 EKOLOGICKY ATRAKTIVNÍ ZÁSTUPCI PLŽŮ	21
2.1.2.1 DROBNÍ, ALE ZÁKEŘNÍ PARAZITÉ JEŽOVEK	21
2.1.2.2 OSTRANKY A NATIKY - NEMILOSRDNÍ VRTAČI LASTUR MLŽŮ.....	21
2.1.2.3 HOMOLICE - KANIBALOVÉ MEZI MOŘSKÝMI PLŽI	22
2.1.3 MORFOLOGICKY A EKOLOGICKY ATRAKTIVNÍ ZÁSTUPCI MLŽŮ.....	23
2.1.3.1 NÁVKY – „CHLUPATÍ“ MLŽI	23
2.1.3.2 NENÁPADNÉ CHLOUPKY A BYSSOVÁ VLÁKNA SLÁVEK	25
2.1.3.3 KARDITY - ZAVĚŠENÍ POMOCÍ VLÁKEN NEBO UKRYTÍ V PÍSKU	25
2.1.3.4 LUCINIDNÍ MLŽI - ZAHRAVÁNÍ DO PÍSKU	26
2.1.4 ŠTÍTKONOŠCI – BAREVNÉ KLENUTÉ DESTIČKY	27
2.1.5 „SLONÍ KEL“ ANEB SPECIFICKÁ SCHRÁNKA KELNATEK	28
2.2 KROUŽKOVCI – ZAKROUCENÉ ROURKY	29
2.3 KORÝŠI – KOSTRY „RAKŮ POUSTEVNÍČKŮ“	30
2.4 OSTNOKOŽCI – BAREVNÉ VNITŘNÍ KOSTRY	31
2.5 DÍRKONOŠCI – SKLOVITÉ, PORCELÁNOVITÉ A ZRNÍČKOVITÉ SCHRÁNKY	32
2.5.1 KARBONÁTOVÉ SCHRÁNKY.....	33
2.5.2 AGLUTINOVANÉ SCHRÁNKY.....	34

2.6 MECHOVKY – POZORUHODNÉ „BÍLÉ KOBERCE“	35
2.7 RAMENONOŽCI – TĚMĚŘ VYHYNULÍ ŽIVOČICHOVÉ	36
2.8 RUDUCHY – DROBNÉ PURPUROVĚ ČERVENÉ STĚLKY	37
3 METODIKA	39
3.1 ANALÝZA UČEBNIC PRO ZŠ Z HLEDISKA OBSAHU VYBRANÝCH SKUPIN ŽIVOČICHŮ A ROSTLIN	39
3.2 TVORBA NÁVRHŮ PRAKTICKÝCH CVIČENÍ A LABORATORNÍCH PRACÍ S VYUŽITÍM BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ	41
4 ZÁSTUPCI BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ V UČEBNICÍCH PRO ZŠ	44
4.1 VÝSLEDKY ANALÝZY PŘÍTOMNOSTI A OBSAHU SKUPIN MOŘSKÝCH ŽIVOČICHŮ A ROSTLIN VE VYBRANÝCH UČEBNICÍCH	44
4.2 VÝSLEDKY ANALÝZY PŘÍTOMNOSTI ZÁSTUPCŮ BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ V ANALYZOVANÝCH UČEBNICÍCH PRO ZŠ	47
4.3 VÝSLEDKY ANALÝZY PŘÍTOMNOSTI A OBSAHU NÁVRHŮ LABORATORNÍCH PRACÍ A PRAKTICKÝCH CVIČENÍ VE VYBRANÝCH UČEBNICÍCH.....	50
5 NÁVRHY PRAKTICKÝCH CVIČENÍ A LABORATORNÍCH PRACÍ S VYUŽITÍM BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ	52
5.1 PRAKTICKÁ CVIČENÍ.....	52
5.1.1 PRAKTICKÁ CVIČENÍ S POZOROVÁNÍM	52
5.1.2 CHEMICKÉ POKUSY	61
5.1.3 DIDAKTICKÉ HRY	65
5.1.4 PRACOVNÍ ČINNOSTI	74
5.2 LABORATORNÍ PRÁCE	82
6 DISKUZE	86
ZÁVĚR	90
RESUMÉ.....	92
LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE	93
SEZNAM PŘÍLOH	108

ÚVOD

Současná didaktika jde neustále kupředu, přesto však vyžaduje vyšší míru prakticky orientované výuky cílené na kompetence, které žáci využijí v osobním a profesním životě. V oblasti přírodopisu je realizace prakticky orientované výuky poměrně snadná, vzhledem k možnosti využití nejrůznějších biologických materiálů a přírodnin ve výuce. I přes širokou škálu výběru z nejrůznějších bohatství, které příroda nabízí, jsou často využívány již zaběhlé materiály a přírodniny, které po čase zevšední. Z tohoto důvodu je potřeba výuku přírodopisu obohatit o inovativní prvky a zajímavé materiály, které žáky zaujmou. Jako jeden z takových materiálů se nabízí mořské biogenní písky. Písky jsou snadno dostupné v mělkých mořích, která jsou běžnými turistickými destinacemi, například oblasti Středomoří.

Mořské biogenní písky se na první pohled jeví jako homogenní směs drobného štěrku, kamínků a úlomků schránek. Podíváme-li se však blíže pod binokulární lupou, naskytne se nám nezapomenutelná podívaná do světa podmořského dna. V písku totiž nacházíme nespočet drobných ulit plžů, lastur mlžů, rourek mnohoštětinatců, destiček štítkonošců, vnitřních koster a jehlic ježovek, krunýřů rakovců, karbonátových a aglutinovaných schránek dírkonošců, kolonií mechovců, miskovitých schránek ramenonožců nebo stélek drobných řas, nejčastěji ruduch. Schránky jsou rozmanité svými tvary a pestrým zbarvením, což oku velice lahodí. Složení mořských písků je velmi dobrým ukazatelem druhové diverzity konkrétního mořského ekosystému, což jej činí atraktivním pro demonstraci vybraných skupin bezobratlých živočichů a rostlin, se kterými se žáci mohou v přírodě běžně setkat. Kromě živočichů a rostlin lze na mořském písku rovněž demonstrovat vznik usazených hornin nebo stěžejní ekologické procesy, které se schránkami mořských živočichů úzce souvisí a v současné době jsou velice aktuální.

Cílem této diplomové práce je sestavení didaktického materiálu v podobě konkrétních návrhů praktických cvičení a laboratorních prací s využitím biogenních mořských písků do výuky přírodopisu na základních školách a nižších víceletých gymnáziích. Hlavním cílem těchto praktických cvičení a laboratorních prací je demonstrace charakteristických znaků vybraných skupin bezobratlých živočichů a rostlin v oblasti morfologie a ekologie, přiblížení mořských ekosystémů, vzniku hornin a aktuálních environmentálních problematik s využitím přímého kontaktu s přírodninami, v podobě schránek a stélek mořských písků. Návrhy praktických cvičení a laboratorních prací jsou určeny pro žáky 6. a 9. ročníku (resp. primy a kvarty) a jsou v souladu s učivem

a vzdělávacími oblastmi, dle platných kurikulárních dokumentů. Dalším cílem navržených cvičení je rovněž podpora spolupráce, ale i samostatnosti žáků a jejich kreativity. Součástí práce je také charakteristika druhového zastoupení biogenních mořských písků, která slouží jako teoretické východisko pro praktická cvičení. Pro komplexnost nechybí ani charakteristika laboratorních prací a praktických cvičení, včetně seznámení s možnostmi praktické výuky v oblasti přírodopisu a biologie a analýza přítomnosti skupin bezobratlých živočichů, rostlin a konkrétních zástupců mořských písků, ve vybraných učebnicích přírodopisu pro základní školy.

V přílohách jsou zahrnuty speciálně sestavené pracovní listy, laboratorní protokoly a další didaktické materiály, vztahující se k navrženým praktickým cvičením a laboratorním pracím. Diplomová práce může posloužit jako metodický materiál pro pedagogy, kteří by chtěli biogenní mořské písky využít v běžné výuce nebo zájmových přírodovědných kroužcích.

1 PRAKTICKY ZAMĚŘENÉ METODY VE VÝUCE PŘÍRODOPISU A BIOLOGIE

Pojem „praxe“ z obecného hlediska představuje zdroj a kritérium pravdivosti poznání. Aplikace teoretických znalostí z přírodopisu do praktické činnosti, se tak stává nezbytnou podmínkou pro poznání reality živé a neživé přírody. A právě díky střetu s realitou můžeme ve výuce čelit nechtěnému verbalismu, při osvojování nových konceptů, bez představy o jejich skutečné povaze (Altmann, 1986, s. 21).

Formy propojení teorie s praxí v přírodopisu dle Altmanna (1986):

- 1) praxe jako zdroj poznání (získání nových poznatků z praxe na základě jejich vyvození),
- 2) praxe jako kritérium poznání (identifikace pravdivosti teoretických poznatků v praxi),
- 3) praxe jako cíl poznání (aplikace znalostí a dovedností v praxi) (Altmann, 1986, s. 22).

Prakticky zaměřenou výuku přírodopisu lze realizovat hned několika způsoby. Konkrétně v podobě laboratorních prací ve specializované učebně (laboratoři), praktických cvičení, terénní výuky (exkurze, učebna v přírodě, školní zahrada apod.) nebo zájmových kroužků.

Ačkoliv se propojení teorie s praxí může jevit pro žáky jako atraktivnější forma výuky, ne vždy tomu tak skutečně je. Chocholoušková a Hajerová Müllerová (2019, s. 67) ve své publikaci uvádí, že v rámci přírodních věd mají žáci často výhrady právě k laboratorním cvičením, která považují za nezáživná a vnímají je jako pouhý monitoring činností postrádající jakýkoliv objevný charakter. Problém je zde zejména v nedostatečné motivaci žáků a jejich potřebné aktivizaci. Svě o tom vypovídá i výsledek výzkumného šetření PISA 2015, který dokazuje nejen zhoršení prospěchu žáků v biologii, ale i značné snížení oblíbenosti předmětu, jenž je označován za příliš popisný, teoreticky obsáhlý a náročný (Chocholoušková, Hajerová Müllerová, 2019, s. 67).

Tento problém je možné řešit pomocí zasazení konstruktivistického způsobu vyučování s využitím inovativních výukových metod. Tyto metody označují autoři Maňák a Švec (2003, s. 105; 131) jako tzv. metody aktivizující a komplexní. Klíčem k úspěchu, tj. zapojení žáků do výuky, jejich proniknutí do dané problematiky, podněcování k přemýšlení, pozitivní motivaci, a tudíž i zvýšení efektivity výuky přírodopisu je využití diskuze, didaktických her, brainstormingu, práce ve skupinách či tzv. metody heuristické,

řešení problémů neboli problémové výuky (Zormanová, 2012, s. 56; 64; 77; 90; 119). Cílem těchto vybraných metod je zejména aktivizace žáka a stimul k odvozování nových konceptů na základě již známých prekonceptů, neboli znalostí a předpokladů, se kterými již žáci do hodiny přicházejí.

Problémově orientovanou výuku lze v rámci přírodopisu využít v mnoha ohledech. Kromě běžných hodin v učebnách v podobě problémových otázek a úkolů, které mohou být spjaty s kooperativním vyučováním, lze tuto metodu aplikovat při školním experimentování, laborování, praktickém cvičení nebo během exkurze či terénního vyučování (Zormanová, 2012, s. 78).

Někteří odborníci se domnívají, že škola zabíjí tvořivost. Díky těmto metodám si však žáci rozvíjejí a získávají nové schopnosti a dovednosti, a to včetně tvořivosti, která je pro ně velice důležitá (Zormanová, 2012, s. 79).

V posledních letech se však stále častěji hovoří o tzv. badatelsky orientované výuce („inquiry-based education“), která jde ruku v ruce s vyučovacím předměty, spadajícími do oblasti přírodních věd. Tato výuková metoda se totiž pro takové předměty stává věcí naprosto přirozenou, vzhledem k pravé podstatě bádání, kterou nalezneme právě v oblasti přírodních věd. Základním principem badatelsky orientovaného vyučování je tzv. „přijít věci na kloub“ a právě zde se stává klíčovým prvkem samotný vyučující (Stuchlíková In: Papáček, 2010, s. 130). Jeho úkolem je správně vybrat či sestavit problémově orientované zadání, dostatečně žáka motivovat a stimulovat k řešení daného úkolu formou tvůrčí činnosti, dohlížet na jeho práci a v případě odchýlení jej navést správným směrem, kontrolovat výsledky práce a konstruovat jejich hodnocení. Jen v takovém případě lze očekávat, že se výuka stane skutečně efektivní. Za možnou nevýhodu lze považovat časovou náročnost přípravy vyučujícího, ale i činnosti žáků.

Pro realizaci a náplň badatelské výuky je typické zejména plánování aktivit a postupů řešení daného úkolu, získávání důležitých informací, zpřesňování činností, provádění experimentů a ověřování správnosti výsledků, což je zároveň i klíčovým prvkem k osvojování nových konceptů u žáků. Žáci si mimo jiné osvojí základní výzkumné metody, práci s odbornou literaturou nebo laboratorní technikou a mají tak možnost pochopit pravou povahu vědy (Stuchlíková In: Papáček, 2010, s. 130 - 131).

Badatelsky orientovaná výuka by se tak mohla stát řešením nejen pro zvýšení atraktivity přírodopisu u žáků, ale i pro zařazení většího množství praktických aktivit do

vyučování. Možnost jejího využití na půdě školy se nabízí zejména v rámci laboratorních prací nebo praktických cvičení.

1.1 LABORATORNÍ PRÁCE

Pedagogický slovník definuje pojem laboratorní práce jako „*učení žáků probíhající v odborných učebnách, které jsou v souladu s příslušnými předpisy uspořádány a vybaveny jako laboratoře (fyzikální, chemické, biologické, aj.)*“ (Průcha et al., 2003, s. 113).

Z hlediska výukových metod jsou laboratorní práce řazeny mezi metody dovednostně-praktické (Maňák, Švec, 2003, s. 100). V průběhu laboratorních prací mají žáci zejména možnost praktického využití teoretických poznatků z oblasti přírodních věd, nabytí nových znalostí a dovedností, osvojení práce s laboratorní technikou a pomůckami, kontaktu s živou i neživou složkou přírody a jejího zkoumání. Pavelková (2007, s. 70) uvádí, že cílem laboratorních prací je zejména tvorba, ukotvení, prohloubení či ověřování vědomostí žáků a získávání nezbytných manuálních návyků.

Zaměříme-li se na organizační formy výuky, vhodné je využití skupinového nebo kooperativního vyučování, práce ve dvojicích, ale i samostatné práce, přičemž volíme zejména monotematické úkoly. Naopak úkoly polytematické lze zvolit v případě determinace objektů dle určovacích klíčů, atlasů či tabulek (Pavelková, 2007, s. 70 – 71). Frontální výuka by se měla vyskytovat pouze okrajově, vzhledem k její nižší efektivitě, v souladu s laboratorními pracemi.

Před samotným zahájením laboratorních prací je nezbytné žáky poučit o pravidlech bezpečnosti a seznámit je s jejich cílem a náplní (tématem). Účelné je též zapojení žáků do přípravy. V úvodu vlastní práce vyučující provede instruktáž a následuje skupinová nebo samostatná práce žáků v podobě plnění dílčích úkolů. Důležitá je správnost formulace jednotlivých úkolů, které by žáky měly vést k samostatnému získávání nových poznatků a vyvozování závěrů, nikoli sloužit jako návod k pozorování (Pavelková, 2007, s. 70). Průběh a výsledky své práce žáci zaznamenávají do protokolu. Protokol by měl dle standartních náležitostí obsahovat téma laboratorních prací, znění úkolu, použitou laboratorní techniku, pomůcky a materiál, míru zvětšení pozorovaného objektu, nákres pozorovaného objektu (obyčejnou tužkou) a jeho popis, teoretickou část v podobě rozboru tématu, výsledky práce, diskuzi a závěr (Chocholoušková, Hajerová Müllerová, 2019, s. 147). Dle Pavelkové (2007, s. 70) je vhodné zpočátku závěr konstruovat jakožto doplňovací text a samostatnou formulaci žáků uplatňovat až později. Důraz je kladen

zejména na dostatek času při pozorování, tudíž protokol by neměl být příliš obsáhlý. Pro hodnocení práce žáků je vhodné zvolit slovní (formativní) hodnocení či pomocnou klasifikaci, možná je i klasifikace běžná (Pavelková, 2007, s. 70).

V souladu s laboratorními pracemi se mimo jiné uplatňují tzv. mezipředmětové vazby. Žáci zde využívají své dovednosti z matematiky, chemie, fyziky, pracovních činností nebo výtvarné výchovy, v podobě měření, vážení, náčrtů nebo například práce s tabulkami (Skalková, 2007, s. 198).

Typy laboratorních metod podle Skalkové (2007):

- **ilustrační** – ilustrace již probraného učiva;
- **aplikační** – aplikace teoretických znalostí a praktických dovedností, jejich opakování a procvičování;
- **heuristický (objevitelský)** – řešení problémových úloh, objevování nových skutečností a vztahů mezi nimi, získávání nových vědomostí a dovedností (Skalková, 2007, s. 197).

Jak již bylo řečeno, v rámci laboratorních prací lze efektivně využít tzv. badatelsky orientovanou výuku. Pádným důkazem je právě **heuristický typ laboratorních prací**, který lze považovat za velice významný prvek inovačních výukových metod současnosti. V rámci této výukové metody si žáci osvojí nejen dovednost problémového myšlení, ale i možnost experimentu (Skalková, 2007, s. 198).

Z výzkumu dle Zormanové (2012, s. 32 - 33) vyplývá, že laboratorní experiment patří u žáků mezi nejoblíbenější výukové metody. Nejčastěji se tato metoda aplikuje na vyšších stupních škol, kdy již žáci mají v této oblasti více zkušeností. A ačkoliv je vázána a z určité části i omezena školními podmínkami, modelem je zde experiment vědecký (Maňák, Švec, 2003, s. 100). Žáci tak mají možnost uskutečnit „vědecký pokus“ na půdě školy (Zormanová, 2012, s. 79).

Náplň laboratorních prací tedy může být velice pestrá, a to od pouhého pozorování až po bádání a experimentování. Odlišná je pak i úroveň a výsledky práce žáků, které se od náplně bezprostředně odvíjejí. Na tomto místě je tedy podstatné si uvědomit, že rozdíl mezi pouhým pozorováním a experimentem je zásadní. Zatímco „[...] pozorování přírodě naslouchá, experiment ji vyslýchá, ...“ (Maňák, Švec, 2003, s. 100).

1.2 PRAKTICKÁ CVIČENÍ

Praktická cvičení představují takovou činnost žáků, díky které samostatně, nebo za pomoci vyučujícího, získávají nové schopnosti, rozvíjejí dovednosti v podobě manipulování s různými nástroji a přístroji, zhotovování náčrtků, provádění zákresů do map, čerpání informací z odborné literatury, apod. (Pavelková, 2007, s. 71).

Cílem praktických cvičení je zejména ověření a rozvoj vědomostí žáků z oblasti teorie a jejich stimulace k hlubšímu porozumění učiva. Pro vyučujícího se tak mohou stát určitým ukazatelem úrovně znalostí žáků, včetně jejich praktického využití. Za stěžejní prvek se zde považuje spojení teorie s praxí. Lze tedy konstatovat, že při výuce přírodních věd mají nepostradatelný význam (Pavelková, 2007, s. 71).

Praktická cvičení jako taková, se dle odborných klasifikací nepovažují za samostatnou výukovou metodu, nicméně jejich realizace je s mnoha výukovými metodami úzce spjata. Pavelková (2007, s. 72) ve své publikaci odkazuje na klasifikaci výukových metod dle Maňáka (2003) a s praktickými cvičeními pojí metody názorně demonstrační (zejména pozorování a předvádění); metody dovednostně-praktické (pokus, experiment); metody aktivizující - s důrazem na badatelskou činnost žáků nebo například metody deduktivní, analyticko-syntetické; aplikační a fixační, apod. Je důležité si uvědomit, že mezi všemi zmíněnými metodami existují vzájemné vazby a v rámci praktických cvičení často dochází k jejich kombinaci.

Z hlediska organizačních forem se při praktických cvičeních pojí frontální výuka s výukou skupinovou. Frontální výuka se uplatňuje především v úvodu hodiny, kdy vyučující zadává žákům znění úkolů nebo názorně předvádí ovládání přístrojů a nástrojů (např. mikroskop, tonometr, apod.) a v závěru hodiny, při hodnocení výsledků práce žáků. Skupinová výuka je pak využívána především v průběhu zpracovávání úkolů, kdy žáci pracují nejčastěji ve dvojici a vyučující se jim může individuálně věnovat. Z pohledu organizace, skupinová práce může být homogenní (každá skupina plní stejné úkoly, na stejném objektu), diferencovaná (každá skupina plní stejné úkoly, ale na rozdílném objektu) nebo heterogenní (každá skupina plní jiné úkoly, na stejném objektu). Z časového hlediska jsou praktická cvičení dotována dvěma vyučovacími hodinami, které by měly být uskutečněny alespoň pětkrát v průběhu školního roku. A stejně jako laboratorní práce, se nejčastěji uskutečňují v odborné učebně přírodopisu nebo v laboratoři (Pavelková, 2007, s. 72 – 73).

Praktická cvičení jsou bezesporu spojována s využitím učebních pomůcek ve výuce. Žáci se tak dostávají do kontaktu s materiálními předměty, které napomáhají k hlubšímu proniknutí do jádra učiva, získání nových dovedností v podobě jejich manipulace a možnost poznání skutečnosti. Mezi základní učební pomůcky, které lze využít ve výuce přírodopisu patří přírodniny, preparáty a další skutečné předměty, modely (statické či dynamické), obrazy a projekce, zvukové nahrávky (např. hlasy živočichů), odborná literatura (učebnice, knihy, atlasy, určovací klíče, apod.) nebo speciální počítačové programy (Maňák, 2003, s. 50 – 51). Dalším důležitým prvkem pro praktická cvičení je stejně jako u laboratorních prací využití laboratorní techniky a dalšího vybavení (mikroskop, binokulární lupa, apod.), které se společně s učebními pomůckami řadí mezi tzv. didaktické prostředky. Jedná se o materiální předměty, podmiňující a zefektivňující průběh vyučovacího procesu (Märzová, 2020, podle Maňák, 2003, s. 50). S využitím učebních pomůcek ve výuce se úzce pojí tzv. princip názornosti, který ve své tvorbě vyzdvihoval již Jan Amos Komenský v podobě tzv. „Zlatého pravidla pro učitele“ (Maňák, Švec, 2003, s. 76). Prostřednictvím názornosti vyučující u žáka cílí na více smyslů najednou, čímž podporuje míru jeho vnímání a proces učení, a zároveň žákovi přibližuje objekty vzdálené či abstraktní (Zormanová, 2012, s. 49).

Obsah praktických cvičení se často vztahuje k takovým tématům, která nebylo možné zařadit do povinných laboratorních prací či přírodovědných seminářů, například z důvodu jejich nemožné realizace s celou třídou (Pavelková, 2007, s. 71).

Obecně můžeme říci, že praktická cvičení v oblasti přírodních věd, jsou de facto generalizovanou formou laboratorních prací. Na rozdíl od laboratorních prací, je lze však aplikovat v širokém spektru vědeckých oborů, včetně humanitárních (Avktarget.com, nedatováno).

2 CHARAKTERISTIKA BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ Z HLEDISKA DRUHOVÉHO ZASTOUPENÍ ŽIVOČICHŮ A ROSTLIN

2.1 MĚKKÝŠI

Díky své životní strategii v průběhu evoluce, si kmen měkkýšů (Mollusca) vysloužil vrcholové místo mezi bezobratlými živočichy, co do druhové diverzity, početnosti a široké škály osídlených biotopů. Své největší zastoupení bezesporu mají ve vodách moří a oceánů. Nejpočetnější třídou jsou plži (Gastropoda), jejichž prázdné ulity nejrůznějších tvarů a barev nalézáme v mořských biogenních píscích nejčastěji. V píscích rovněž nacházíme lastury mlžů (Bivalvia), barevné destičky štítkonošců (Polyplacophora) či trubičkovité schránky kelnatek (Scaphopoda). Schránky jsou úchvatné nejen díky širokému spektru zbarvení a tvarů, lze z nich také vyčíst mnoho zajímavých znaků, odrážejících se na způsobu života jejich původních obyvatelů. V organickém materiálu proto můžeme demonstrovat jak morfologicky, tak ekologicky atraktivní druhy.

2.1.1 MORFOLOGICKY ATRAKTIVNÍ ZÁSTUPCI PLŽŮ

2.1.1.1 PRAVOTOČIVOST VS. LEVOTOČIVOST ULIT

Velice důležitým determinačním znakem ulit plžů je směr vinutí závitů. Stáčí-li se spirála závitů směrem od apexu ulity doprava (po směru hodinových ručiček), jedná se o ulitu pravotočivou (dextrální), pokud doleva (proti směru hodinových ručiček), jedná se o ulitu levotočivou (sinistrální) (Šmídtová, 2020, s. 27 – 28). Směr stáčení závitů schránky však s jistotou určíme na základě strany směřování jejího ústí. Pro správnost určení je nutné, aby ulita byla v základní poloze. To znamená, že osa ulity je rovnoběžná s podložkou, vrchol směřuje nahoru a ústí dolů směrem k pozorovateli, tudíž celá přední strana ulity je viditelná. Ve většině případů se ústí nachází na pravé straně a v tomto případě je ulita pravotočivá (dextrální). Levotočivé (sinistrální) ulity jsou spíše výjimkou a v přírodě se vyskytují poměrně vzácně. V našich podmínkách tuto vzácnost nalezneme u čeledi závornatkovití (Clausiliidae) (Pfleger, 1988, s. 8 – 10).

Levotočivé ulity v některých případech dokonce mohou vzniknout přeměnou ulit pravotočivých. Díky tomu pak můžeme narazit na běžně pravotočivého zástupce s levotočivou ulitou. Tato přeměna je však velice vzácná. De Bruyne (2004, s. 18) doslova označuje tyto schránky za „čtyřlístky“ mezi ulitami a vyzdvihuje tak jejich žádanost mezi sběrateli.

2.1.1.1.1 VĚŽOVITÉ ULITY JEHLANEK

Budeme-li trpěliví, i v mořských biogenních písčích lze vzácné levotočivé ulity nalézt, například u zástupců *Monophorus* sp. (Příl. 1, obr. 1) a *Similiphora* sp. (Příl. 1, obr. 2), čeledi jehličkovitých (Triphoriade). Jejich věžovité jehličkovité ulity se však velmi podobají pravotočivým ulitám zástupců jehlankovitých (Cerithiidae), kteří svou početností v písčích zauímají přední pozici. Hledání levotočivých ulit je tak doslova jako hledání jehly nebo spíše „jehličky“ v kupce dalších mnoha ulit.

Jehlankovité (Cerithiidae) je jednou z nejpočetnějších čeledí drobných plžů, jejíž ulity lze hojně nalézt v oblasti Černého a Středozevního moře (Hayward, et al., 2006, s. 194). Biotopem těchto plžů jsou zejména bahnité písčiny a nánosy či skalnatá pobřeží litorálu a sublitorálu, bohatá na mořskou travu a řasy (De Bruyne, 2004, s. 73). Tato druhově velmi bohatá čeleď se vyznačuje svými typickými věžovitými ulitami, na povrchu zdobenými zřetelnou radiální skulpturou a spirálními liniemi, které lze na pohled vnímat jako drobné lesklé uzlíky ve spirálních řadách. Typická je variabilita v rozměrech a barvě schránek (Šmídtová, 2020, s. 27 – 28, podle De Bruyne, 2004). Velikost ulit se pohybuje v rozmezí od několika mm do 120 mm a nejčastěji nesou hnědá až oranžová zbarvení (De Bruyne, 2004, s. 72). V mořském biogenním písku jsou hojné drobné ulity jehlanek rodu *Bittium* sp. (Příl. 1, obr. 3, 4).

2.1.1.2 PESTRÉ ZBARVENÍ A NEOBVYKLÉ TVARY ULIT

Pro svou rozmanitou barevnost, bohaté kresby a množství různorodých tvarů ulit, vynikají zejména mořští plži. Ulity suchozemských a sladkovodních plžů (v porovnání s plži mořskými) zdaleka nenabízí tak širokou škálu barev a tvarů, a schránky jsou o poznání tenčí (De Bruyne, 2004, s. 18).

Při pozorování složení mořských biogenních písků pod binokulární lupou zjistíme, že pestrost zbarvení a neobvyklé tvary ulit oku velmi lahodí a z estetického hlediska je tak činí velice atraktivními. Písčiny z některých lokalit tak doslova nabízejí barevnou podívanou.

Zbarvení ulity je způsobeno organickými pigmenty, které plži získávají z potravy. Barvy mohou být různorodé a vždy vznikají kombinací čtyř základních pigmentů – žluté karotenoidy, červené melaniny, zelené porfyryny a modré indigoidy. Pigmentové buňky se vyskytují podél okraje pláště, v místě nárůstu schránky. Základní barevný podklad a vzor jsou výsledkem genetických procesů jednotlivých druhů. U mnoha forem se však vyskytuje značná barevná variabilita, která je ovlivněna okolním prostředím a do určité míry

i potravou. Pestrost barev je typická nejen pro schránku, ale i pro jiné části těla, například nohu, hlavu nebo plášť (Pfleger, 1988, s. 8).

2.1.1.2.1 RŮŽOVÉ ULITY S PROMĚNLIVOU KRESBOU

Díky svému zbarvení a proměnlivé kresbě, nejčastěji v hnědých, béžových, smetanových, bordových a růžových barvách, jsou nepřehlédnutelné ulity zástupců čeledi bažantkovití (Phasianellidae) (Dance, 2006, s. 45). V mořských biogenních pískách ze Středozemního moře jsou hojné oválné až kuželovité ulity **bažantovky evropské** (*Tricolia pullus*) (Příl. 1, obr. 5). Tyto drobné (9 mm) ulity jsou tvořeny krátkým kotoučem z několika vystouplých závitů a mělkých švů. Povrch je lesklý a hladký. Základní zbarvení je smetanové až bělavé nebo růžové s variabilní kresbou. Nápadná kresba bývá nejčastěji tvořena tmavě růžovými, červenými až fialově hnědými skvrnami nebo žíháním (De Bruyne, 2004, s. 65); (Hayward, et al., 2006, s. 186).

2.1.1.2.2 NÁPADNÉ SMARAGDOVÉ ULITY

Pro plže velice neobvyklé zbarvení nalezneme u zelených (smaragdových) ulit druhu *Smaragdia viridis* (Příl. 1, obr. 6) z čeledi zubovcovitých (Neritidae), které se v pískách na první pohled vyjímají. Zástupci této čeledi se vyznačují polokulatými ulitami s nízkým počtem závitů. Typickým morfologickým znakem je dominance posledního závitu a silné zploštění apexu schránky. Ulitu uzavírá zvápenaté víčko (operculum), které uvnitř v období sucha zadržuje zásobu vody a zabraňuje vyschnutí. Po celém světě jsou rozšířeny stovky druhů a naprostá většina žije v mořích. Zajímavostí však je, že nalezneme i zástupce brakických či sladkovodních vod (De Bruyne, 2004, s. 67). Výskyt některých zástupců ve sladkých vodách je důsledkem izolace Středozemního moře od oblasti miocenního moře Paratethydy. Konkrétním příkladem je rod *Theodoxus*, který jako jediný z této čeledi obývá sladké vody mírného pásu. Většina zástupců se vyznačuje tolerancí velkého rozsahu teplotních výkyvů (Šmídtová, 2020, s. 26).

Smaragdia viridis

Tento drobný mořský plž je jediným původním druhem evropského pobřeží řadící se do čeledi zubovcovitých (Neritidae). Jeho nápadná barva schránky jej činí velice atraktivním a díky svému smaragdovému zbarvení ulity patří mezi klenoty podmořského dna. Zelené zbarvení je často zdobeno drobnými bílými skvrnami nebo pruhy či tenkými zalomenými černými liniemi (Šmídtová, 2020, s. 25 – 26). Ulita o velikosti 8 mm je zpravidla oválně zakulacená a šikmo tažená, s dominantním posledním závitem. Kolumelová destička nese

drobné zoubky. Povrch ulity je hladký a lesklý, někdy s podélnými rýžkami (De Bruyne, 2004, s. 70).

Smaragdia viridis (Příl. 1, obr. 6) není výjimečná pouze pro svůj vzhled schránky, ale i neobvyklou stavbu raduly. Na rozdíl od ostatních příbuzných druhů je radula tohoto plže tvořena méně jemnými břity, ale silnějšími a početnějšími křehkými hranami. K tomuto uzpůsobení pravděpodobně došlo v důsledku zpracovávání tvrdých buněčných stěn mořských trav – zejména vochy mořské (*Zostera marina*) a *Cymodoce nodosa*, kterými se živí. Přímé krouhání travin není pro mořské plže typické, na rozdíl od plžů suchozemských. I z tohoto důvodu je tento druh unikátem (Šmídtová, 2020, s. 26).

Zelené zbarvení tohoto plže není náhodné a má své odůvodnění. Vědecká studie prokázala trofickou závislost na vybraných druzích mořských travin. Zbarvení je tedy způsobeno přímým požíváním rostlinných pletiv a následným ukládáním chlorofylu, který způsobuje zelenou pigmentaci nejen ulity, ale i těla plže. Porosty mořských travin jsou zároveň biotopem tohoto druhu, a tudíž zelené zbarvení zastává i kryptickou funkci v podobě výborného maskování před predátory (Šmídtová, 2020, s. 26, podle Rueda, Salas, 2007). Běžně se vyskytuje v mělkých vodách do hloubky max. 20 m Středozemního a Karibského moře, ale nalezneme jej i v oblasti Kanárských ostrovů a západní Afriky. Tolerance širokého spektra teplot pro tento druh neplatí (Šmídtová, 2020, s. 26).

2.1.1.2.3 ULITY VE TVARU KOTOUČE

Pro svůj specifický kotoučovitý či pyramidový tvar ulity s plochou bází a několika závitů jsou zajímaví zástupci čeledi kotoučovitých (Trochidae). Staří konchologové přirovnávali tyto ulity ke káčám, tj. dětským hračkám, kterým se nepodobají pouze tvarem, ale i svou pestrou barevností. Pro mnoho druhů je rovněž typický kuželovitý nebo kulovitý tvar (Dance, 2006, s. 35). Ústí je kruhové nebo obdélníkové s ostrým vnějším okrajem. Vnitřní okraj nese zoubky nebo končící hrbol (De Bruyne, 2004, s. 55). Obústí chybí. Kolem ústí se obvykle nachází perleťový lem. Na starších nebo odřených schránkách, bývá perleťová vrstva viditelná také kolem apexu (Hayward, et al., 2006, s. 182). Vnitřní strana schránky je tvořena perletí. Skulptura je velice rozmanitá – hladká, spirálovitá, sukovitá, apod. (De Bruyne, 2006, s. 55). Atraktivita těchto mořských plžů spočívá také v jejich zbarvení. To bývá nápadné a velice rozmanité (červená, růžová, hnědá, oranžová, modrá, zelená, šedá, bílá) s typickými tmavšími pásy tvořící kresbu (Hayward, et al., 2006, s. 182). Charakteristickým znakem je silné rohovinové nebo vápnité víčko s centrálním jádrem

a četnými prstenci (Dance, 2006, s. 35). V mořských biogenních písčích nejčastěji nalézáme drobné ulitky **kotouče** (*Trochus* sp.) (Příl. 1, obr. 7) a **kotoučku** (*Gibbula* sp.).

2.1.1.2.4 ČEPIČKOVITÉ ULITY PŘÍLIPEK

Ulity ve tvaru čepiček jsou typické pro zástupce čeledi přílipkovitých (Patellidae), na které můžeme v biogenních mořských písčích narazit. Jejich čepičkovitá ulita obvykle nese korodovaný vrchol (apex), směřující dopředu. Povrch je hladký s koncentrickými rýhami nebo paprscitými (axiálními) žebry. Vnitřní stěna je hladká, různorodě zbarvená, v porovnání se svrchní vrstvou schránky. Svým vzhledem se podobají schránkám přílipkoců (Monoplacophora) a plžů čeledi Cocculinidae (viz dále), od kterých je lze snadno odlišit na základě chybějícího rozparku na okraji ulity, pro řitní otvor (De Bruyne, 2004, s. 41). Svou morfologií a způsobem života jsou plně adaptované na život v přílivových oblastech, kde jsou pevně přichyceny na skaliska. Díky svému tvaru schránky odolávají náporu vln (Dance, 2006, s. 33). V těchto oblastech jsou mimořádně hojné. Jejich výchozím teritoriem jsou oválné vápencové prohlubně vzniklé erozí, do kterých se po výpravách za potravou vrací zpět po své slizové cestičce. Tito pozoruhodní plži se dožívají až 16ti let. Jejich potravou jsou povlaky mladých řas na kamenech, které spásají pomocí speciálně uzpůsobené raduly. V Evropě je známo asi 10 druhů (Hayward, et al., 2006, s. 180). V písčích nejčastěji nalézáme ulitky zástupce *Patella rustica* a další drobné druhy (Příl. 1, obr. 8).

2.1.1.2.5 NEVIDITELNÉ ULITY ZADOŽÁBRÝCH PLŽŮ

Přítomnost ulity u plžů zdaleka není pravidlem. V průběhu evolučního vývoje se ulita několika čeledí částečně nebo zcela redukovala. K její úplné redukci došlo například u rodu plžáků (*Arion*), avšak její rudiment se zachoval v podobě drobných vápnitých zrníček pod epidermis pláště. U jiných čeledí zůstala pod pláštěm zachována v podobě eliptických destiček. Postupující proces redukce ulity je zřetelný u většiny zadožábřých plžů (*Ophisthobranchia*). Příkladem může být čeleď mořských plžů skleněnkovití (*Vitrinidae*), kde se velikost a nápadnost ulit u jednotlivých druhů výrazně liší. Zatímco některé druhy mohou do ulity skrýt své tělo před predátory, jiné tuto schopnost důsledkem redukce schránky ztrácejí. Kromě redukce je pro tuto čeleď velmi typická nenápadnost zbarvení schránek. Bezbarvé sklovité ulity s dokonale průsvitnými stěnami a s možností zeleného nádechu budí dojem absence schránky (Pfleger, 1988, s. 14 – 15).

V biogenních mořských písčích nejčastěji nalézáme částečně redukované ulity zadožabých plžů čeledi Retusidae. Pro svou nenápadnost a neobvyklost tvarů schránek, patří mezi nejzajímavější nalézané zástupce vůbec. Ulity těchto drobných plžů původně bývaly pevné, ale postupně docházelo k jejich redukcii. U většiny zástupců však k redukcii nedošlo zcela úplně. Takoví zástupci jsou v „půli cesty“ procesu redukce a to se odráží na jejich vzhledu. Ulity těchto druhů postupně ztrácí ochrannou a krycí funkci, což vede ke ztrátě jejich pigmentace. Nejčastěji jsou sklovitě průhledné až bezbarvé, v některých případech bílé (Šmídtová, 2020, s. 30). Z morfologického hlediska se jedná o válcovité až vřetenovité schránky se zapuštěným či mírně vyčnívajícím apexem. Ústí je velice úzké a podlouhlé - téměř přes celou výšku ulity, s nápadným koncovým rozšířením, trvalé víčko (operculum) chybí (De Bruyne, 2004, s. 223). Typické jsou velice křehké a tenké stěny. Tvrdost a mikrostruktura schránky je jedním z determinačních znaků schránek. Pro každý druh plže je specifická a odvíjí se od způsobu její krystalizace. Vznik vápenitých krystalů, které vyrůstají z okraje pláště, závisí na množství vápníku obsaženého v hemolymfě a jeho koncentraci v plášti. Na výsledném materiálu schránky se však podílí i další faktory jako je strava, pohlavní hormony, teplota prostředí, kyselost vody či životní strategie (Pfleger, 1988, s. 8). Povrch schránek je zpravidla hladký, ale mohou se vyskytovat nenápadné podélné rýžky. Díky částečné redukcii se do ulity může zatáhnout celý jedinec (Hayward, et al., 2006, s. 208). V mořských biogenních písčích ze Středomoří jsou hojné drobné (5 – 8 mm) ulitky druhů *Retusa truncatula* (Příl. 1, obr. 11) a *Retusa umbilicata* (Příl. 1, obr. 12).

Poměrně známým a o poznání větším příbuzným druhem těchto plžů je zej obrovský (*Aplysia depilans*) (Šmídtová, 2020, s. 31). Morfologicky podobnými plži, jejichž schránky lze v biogenních písčích nalézt, jsou někteří zástupci čeledi Cylinchnidae, Haminoeidae a filínovití (Philinidae). Snadno zaměnitelné tak mohou být druhy *Cylincha cylindracea*, jejíž schránka je ovšem o poznání silnější a větší, nebo naopak tenkostěnná *Haminoea hydatis* (Příl. 1, obr. 10) či *Philine punctata* (Příl. 1, obr. 13), s nápadně otevřeným posledním závitem, připomínající ušní boltec (De Bruyne, 2004, s. 222).

2.1.1.3 NEJČASTĚJI NALÉZANÉ ULITY V PÍSCÍCH

Některé čeledi plžů jsou díky své výhodné životní strategii mimořádně početné, což se odráží na množství jejich ulit v mořských biogenních písčích.

Mezi nejčastěji nalézané, zejména ve středomořských písčích, bezesporu patří ulity zástupců čeledi risoovití (Rissoidae). Tito plži se vyznačují nejen svou mimořádnou

početností co do jedinců, ale i svým bohatým druhovým zastoupením, a tudíž mimořádně variabilními tvary, barvami a skulptuře schránek (De Bruyne, 2004, s. 88). Determinace konkrétního druhu je však poměrně obtížná. Ulita je zpravidla štíhlá, s kotoučem o rozměrech 2 – 6 mm. Nejčastěji je tvořena pěti až osmi závitů, koncový závit je svými rozměry největší a nejširší. Povrch vybíhá ve spirální, ale i radiální nápadná žebra, která svým křížením mohou zřídka tvořit mřížky. Nejčastější zbarvení schránek je krémové, hnědavé či žlutavé, typické bývají drobné hnědé skvrnky na hladkém povrchu mezi světlými vystouplými žebry. Typickým anatomickým znakem těchto plžů je dlouhý rypák vybíhající z hlavy (Hayward, et al., 2006, s. 190).

Vyskytují se především v oblasti mělkých pobřežních vod, obvykle na řasových porostech, pod kameny, v písku nebo bahně. Některé druhy nalezneme i v hlubších vodách (De Bruyne, 2004, s. 88). Je známo přibližně 150 evropských druhů (Hayward, et al., 2006, s. 190). Ve středomořských biogenních písčích nejčastěji nalézáme ulity drobných plžů *Alvania beani* (Příl. 2, obr. 1) a *Rissoa variabilis* (Příl. 2, obr. 2).

Dalšími velice početnými plži jsou zástupci čeledi Barleeiidae, kteří jsou s předchozí čeledí příbuzní. Ulity těchto „mikroplžů“ jsou obličej tvarů, závitů mohou být splývavé, ale i velice zřetelné, spirálně vinuté kolem cívky. Apex je tupý, zaoblený. Povrch ulit je hladký a lesklý, viditelné mohou být spirálovité rýžky. Zbarvení je nejčastěji hnědavé až oranžové, smetanové a u některých druhů sklovitě průhledné. Charakteristickým znakem této skupiny je perforovaná embryonální ulitka (protokonch). Za zmínku stojí také jednovrstevné zbytnělé víčko s vnitřním podélným žebrem (De Bruyne, 2004, s. 87). V mořských biogenních písčích ze Středomoří lze hojně nalézt druh *Barleeia unifasciata* (Příl. 2, obr. 3).

Nejen pro svou hojnost, ale i pro svůj specifický čepičkovitý tvar ulity, nelze opomenout zástupce čeledi Cocculinidae. Tyto drobné druhy mořských plžů jsou díky čepičkovité schránce s nápadným vysutým apexem snadno zaměnitelné se zástupci čeledi přílipkovitých (Patellidae) (viz předchozí text). Ulity jsou zpravidla nenápadných nevýrazných barev (nejčastěji bělavé a sklovitě průhledné) a velice křehké. Svou morfologií schránek a způsobem života jsou plně přizpůsobeni prostředí (De Bruyne, 2004, s. 46 – 47). V písčích ze Středomoří nejčastěji nalézáme ulity plže *Cocculina corrugata* a dalších drobných druhů (Příl. 1, obr. 9).

2.1.2 EKOLOGICKY ATRAKTIVNÍ ZÁSTUPCI PLŽŮ

2.1.2.1 DROBNÍ, ALE ZÁKEŘNÍ PARAZITÉ JEŽOVEK

Výbornými reprezentanty parazitického způsobu života plžů jsou zástupci čeledi eulimovití (Eulimidae). Jedná se o vysoce specializované ektoparazity kmene ostnokožců, zejména ježovek, hadic a sumýšů (Hayward, et al., 2006, s. 194). Důsledkem této potravní specializace došlo u většiny druhů k redukci raduly, namísto které se vytvořil tzv. proboscis – sací ústrojí v podobě dlouhého přívěsku na hlavě, pomocí kterého pronikají do hostitele. Parazitismus těchto plžů netrvá po celý život, na hostiteli pobývají krátce a následně se zahrabávají do dna. Způsob jejich života doposud nebyl dostatečně prozkoumán (Šmídtová, 2020, s. 37). Tito drobní a poměrně vzácní mořští plži jsou rovněž zajímaví pro své specifické štíhlé kuželovité ulity, jejichž vrcholové závity často bývají mírně šikmo zahnuté. Pro mnoho druhů je tedy typický zakřivený tvar schránky. Ústí je podlouhle oválné, píštěl většinou chybí. Povrch ulity je nejčastěji hladký a silně lesklý, působící dojmem vyleštění. Zabarvení je velice nenápadné, čistě bílé až sklovitě průhledné, některé druhy jsou žlutohnědé či hnědočervené barvy vykreslující radiální pásy. Trvalé víčko (operculum) je přítomné pouze u větších druhů (De Bruyne, 2004, s. 151). V mořských biogenních písčích lze nalézt drobný (8 mm) druh *Vitreolina philippi* (Příl. 2, obr. 4), který je nezaměnitelný díky své úzké ulitě s šikmo zahnutým apexem k pravé straně.

2.1.2.2 OSTRANKY A NATIKY - NEMILOSRDNÍ VRTAČI LASTUR MLŽŮ

Vysoce specializovanou predací na ostatních družích plžů a mlžů se vyznačují zástupci čeledi natikovití (Naticidae). Schránka kořisti je narušena pomocí krouhání silné raduly, která je umístěna na konci chobotu plže vybíhajícího z hlavy, a působením kyselin, které stěnu současně rozpouští. Dravý plž tak snadno pronikne do vnitřního prostoru ulity nebo lastury kořisti, kde její měkké tělo doslova rozstrouhá a následně pozře. Na napadených ulitách a miskách jsou pak patrné dokonalé kruhové otvory, tzv. vrtby (Příl. 2, obr. 12). Ty jsou snadno rozpoznatelné díky menšímu průměru vstupu po predaci ve spodních vrstvách stěny schránky, v porovnání s větším průměrem stejného vstupu v periostraku. Vrtby jsou nejčastěji umístěny ve vrcholové části ulit a lastur, což poukazuje na strategii těchto dravých plžů proniknout do části, kde se ukrývá většina těla kořisti. Kruhové stopy ve schránkách některých měkkýšů jsou známé již z prvohor, čímž dokazují predaci jako dávný způsob obživy mezi těmito živočichy (Šmídtová, 2020, s. 38).

Ulita těchto drobných plžů je kulovitá až vejčitá, s velkým koncovým závitem a okrouhlou či rozšířenou nápadnou píštělí. Ústí je zpravidla půlměsíčitého tvaru. Typická

je přítomnost zrohovatělého nebo vápenitého víčka, v závislosti na dané podčeledi (De Bruyne, 2004, s. 126). Povrch schránky je lesklý a hladký s viditelným rýhováním. Stěny bývají značně silné, ale u některých druhů může být přítomna tenkostěnnost. Časté je nápadné zbarvení (růžové, červené, hnědé, béžové) a výrazná atraktivní kresba (Hayward, et al., 2006, s. 198). Díky široké noze lopatkovitěho tvaru mohou tyto plži snadno rýt v písku (Dance, 2006, s. 76). Ve středomořských písčích nejčastěji nalézáme kulovité ulity druhu *Lunatia guillemirii* (Příl. 2, obr. 5) světle hnědého až žlutavého zbarvení s bělavými pásy a barevnými (zejména tmavě hnědými) skvrnami kolem švů (De Bruyne, 2004, s. 127 – 128).

Dalšími predátory mezi mořskými plži, jejichž schránky lze nalézt v biogenních písčích, jsou zástupci čeledi ostrankovití (Muricidae). Jejich kořistmi jsou především ostatní měkkýši (zejména plži a mlži), rournatci a svijonožci. Podobně jako plži čeledi natikovití (Naticidae), vytváří ve schránkách kořisti otvory, tzv. vrtby (Příl. 2, obr. 12), kterými proniknou do nitra, kde se zhostí měkkého těla (Hayward, et al., 2006, s. 200). Kromě predace, se rovněž vyznačují bohatou rozmanitostí ve skulptuře a tvarech ulit, které svým vzhledem na první pohled zaujmou. Široké rozpětí nabízí i velikost ulit, a to od několika málo mm až do 30 cm (De Bruyne, 2004, s. 174). Dance (2006, s. 105) podotýká, že kouzlo těchto mořských plžů spočívá právě v různorodosti skulptur schránek, které mohou tvořit ostny, hrbolky, záhyby, žebra, ztlustěliny nebo vějíře. Tvar ulit je protáhlý, obvykle s vysokým úzkým kotoučem. Ústí je úzké a oválné, typické je obústí se zesíleným vnějším pyskem (Hayward, et al., 2006, s. 200). Charakteristickým znakem je krátký a široký až velice dlouhý trubicovitý sifonální kanál, otevřený nebo částečně uzavřený. Závity jsou značně klenuté (De Bruyne, 2004, s. 174). Mají hnědě zrohovatělé víčko, na jedné straně vybíhající do špičky. Schránky jsou nejčastěji silnostěnné, ale u některých druhů mohou být tenké a křehké (Dance, 2006, s. 105). Ulity obvykle nesou hnědavé, oranžové, béžové až žluté zbarvení. Nejhojněji nalézané ulity v písčích ze Středomoří patří **ostrankovci** (*Trophonopsis muricata*) (Příl. 2, obr. 6).

2.1.2.3 HOMOLICE - KANIBALOVÉ MEZI MOŘSKÝMI PLŽI

Aktivními a vysoce specializovanými predátory, živícími se ostatními měkkýši, mnohoštětinatci nebo drobnými rybkami, jsou zástupci čeledi homolicovití (Conidae). Výjimkou není ani kanibalismus (Dance, 2006, s. 185). Radula homolic je přeměněna na harpunovité jedové zuby. Silně jedovatá látka proudí z jedové žlázy do dutého zubu, kterým je vstříkována do kořisti. Tím dochází k její paralyzaci, následně je dravým plžem pozřena.

Bodnutí některých druhů homolic může být smrtelné i pro člověka (De Bruyne, 2004, s. 199). Tato početná a rozmanitá skupina mořských plžů, se vyznačuje svým specifickým a nezaměnitelným tvarem ulity „obráceného kuželu“, který se vyskytuje nejčastěji (De Bruyne, 2004, s. 198). Schránka je nejširší v oblasti vrcholového konce šterbinovitého ústí, směrem k široce otevřenému sifonálnímu kanálku se zužuje (Hayward, et al., 2006, s. 206). Vrcholová část je poměrně zploštělá, apex s několika vrcholovými závitými je nápadně špičatý. Ústí je úzké a podlouhlé, obústí je ostré. Zrohovatělé víčko nedosahuje velkých rozměrů (De Bruyne, 2004, s. 198). Povrch ulity je hladký a lesklý, barvy a kresba jsou velice rozmanité (Hayward, et al., 2006, s. 206). Díky své barevné proměnlivosti jsou ulity homolic velice oblíbené mezi sběrateli a vzácné druhy jsou vysoce ceněné (Dance, 2006, s. 185).

Hojně se vyskytují v mořích tropických a subtropických oblastí, nejčastěji od hranice odlivu až po zónu hlubších vod. Běžné jsou na písčitéch dnech, ale i tvrdých substrátech v podobě kamenů, korálových útesů, apod. (De Bruyne, 2004, s. 199). Ve středomořských písčích jsou nejvíce zastoupeny ulity homolice *Conus desidiosus* (Příl. 2, obr. 7).

2.1.3 MORFOLOGICKY A EKOLOGICKY ATRAKTIVNÍ ZÁSTUPCI MLŽŮ

2.1.3.1 NÁVKY – „CHLUPATÍ“ MLŽI

Doslova „chlupaté“ periostrakum je typické pro lastury mlžů čeledi návkovití (Arcidae). Jejich protáhlé misky jsou silně kalcifikované. Typický je hranatý tvar, s drsným žebrovaným povrchem (Dance, 2006, s. 211); (Hayward, et al., 2006, s. 232). Na pohled jsou lastury symetrické, nestejnostranné a mezi vrcholy je široký štít v podobě zámku (tj. jsou postaveny daleko od sebe) (De Bruyne, 2004, s. 232). Široký rovný zámek nese řadu zoubků po celé délce a vně se nachází silný vaz (ligament). Vrcholy jsou posunuté do přední části, před střední linií (Dance, 2006, s. 211); (Hayward, et al., 2006, s. 232). Schránky návek jsou nejčastěji hnědých nebo smetanových barev, periostrakum je vždy výrazně tmavší.

Návky se vyznačují epibentickým způsobem života a žijí přisedle na pevných podkladech. Z tohoto důvodu se jim vyvinuly přichytné orgány v podobě tzv. byssových vláken, která vycházejí otvorem z misek. Tato speciálně uzpůsobená vlákna k vysoké odolnosti jsou vylučována tzv. byssovou žlázou, která je součástí nohy mlžů (Mergl, nedatováno a, s. 5 - 6). Struktura vláken je odlišná na obou pólech. Na jednom konci jsou vlákna tuhá, na druhém naopak měkká a pružná. Jejich odolnost tak spočívá v dokonalém konstrukčním spojení tuhé a poddajné části (Šmídtová, 2020, s. 29, podle Nagananda et al.,

2016). Funkce byssových vláken není pouze přichytná, ale slouží také jako obranný prvek vůči predátorům.

V mořských biogenních písčích se nejhojněji vyskytují misky *návky vousaté* (*Barbatia barbata*) (Příl. 2, obr. 8).

Návka vousatá (*Barbatia barbata*)

Tento mlž nedostal svůj latinský název náhodou, ale díky svému specifickému vzhledu schránky. *Barbatia* v překladu znamená „vousatý“ a právě vousy nebo chloupky jsou pro tohoto mlže velice typické. Charakteristickým znakem na jeho miskách je nápadné již zmiňované „chlupaté“ periostrakum, které pokrývá celý jejich povrch, kromě vrcholové části (Šmídtová, 2020, s. 29). Lastury jsou protáhlé a oválné, s nepravidelným obrysem. Typickým znakem je značné zploštění. Dorůstají max. 60 mm. Kromě „vousatého“ periostraka (nejsvrchnější vrstvy) je povrch tvořen jemnými koncentrickými a příčnými žebry, které se vzájemně křížují a vytváří mřížkování. Schránka je obvykle hnědo oranžová nebo smetanová s tmavohnědými vláknitými „vousy“ (De Bruyne, 2004, s. 233). Na vnitřní straně je patrná perleťová vrstva.

„Chlupaté“ periostrakum slouží navíc jako kamuflážní prvek před predátory. Z ekologického hlediska je tento způsob maskování jeden ze způsobů kryptického vzhledu, kdy jedinec splývá se svým okolím. V případě návky, je její vzhledové uzpůsobení kombinací tzv. fyto mineze, tj. živočich napodobuje rostlinu nebo její část, a tzv. allomineze, tj. napodobování neživých předmětů. Lastury tak mohou pro oko predátora působit jako pouhý oblázek, porostlý hnědými řasami. Dalším významným ochranným prvkem návky jsou velice odolná byssová vlákna, pomocí kterých je přichycena k pevnému substrátu (Šmídtová, 2020, s. 29, podle Libnarová, 2011). Tento druh se hojně vyskytuje v tzv. Lusitanické oblasti (Středozemní moře a přilehlá část Atlantského oceánu, jižní Portugalsko) v litorálu skalnatých a koraligenních pobřeží (De Bruyne, 2004, s. 26; 233).

Mezi příbuzné středomořské druhy návky vousaté (*Barbatia barbata*) (Příl. 2, obr. 8) se řadí například až 3 cm velká **návka Noemova** (*Arca noae*) (Příl. 2, obr. 9), jejíž juvenilní lastury v písku rozpoznáme podle zebrovitého zbarvení a výkrojku na zadním okraji. O poznání menší bělavé misky má jen několik mm velká **návka mléčná** (*Striarca lactaea*). Oba tyto druhy mají typicky „chlupatá“ periostraka a v mořích rovněž žijí přichyceny k podkladu, pomocí byssových vláken (Šmídtová, 2020, s. 29).

2.1.3.2 NENÁPADNÉ CHLOUPKY A BYSSOVÁ VLÁKNA SLÁVEK

Méně nápadné chloupky na periostraku lastur nalezneme u drobných mlžů z čeledi slávkovití (Mytilidae). Tyto krátké chloupky vyrůstají na zadní polovině misek a jejich význam je stejný, jako u předchozí čeledi (viz předchozí text) (Šmídtová, 2020, s. 30). Zástupci této čeledi jsou jedni z nejhojnějších mlžů vůbec (Dance, 2006, s. 214). Lastury jsou podlouhlé nebo šikmo trojúhelníkovité. Přední strana je špičatá, zadní strana zaoblená a zřetelně širší (De Bruyne, 2004, s. 236). Misky jsou symetrické, ale značně nestejnostranné (Hayward, et al., 2006, s. 234). Apex je nejčastěji umístěn daleko vpředu. Na krátkém zámku chybí zoubky. Lastury jsou tenkostěnné (Dance, 2006, s. 214). Povrch je hladký a lesklý, mohou být přítomna jemná radiální žebra a koncentrické rýžky. Periostrakum je zpravidla černé nebo hnědé, a kromě chloupků může být porostlé šupinkami. Vnitřní strana je obvykle perleťová. Svalový vtisk je nepatrný nebo chybí zcela úplně (De Bruyne, 2004, s. 236).

Typickým znakem těchto mlžů jsou byssová vlákna, která vylučuje byssová žláza, umístěna v širší noze (De Bruyne, 2004, s. 236). Pomocí těchto obnovitelných vláken, vycházejících z ventrální strany mezi lasturami, jsou přichyceni k pevným podkladům skalisek a útesů (Hayward, et al., 2006, s. 234). Typickým drobným (max. 13 mm) zástupcem v mořských biogenních pískách je *Musculus costulatus* (Příl. 2, obr. 10), přítomné jsou však i další podobné druhy (Šmídtová, 2020, s. 30).

2.1.3.3 KARDITY - ZAVĚŠENÍ POMOCÍ VLÁKEN NEBO UKRYTÍ V PÍSKU

Přítomností byssových vláken se také vyznačují mlži čeledi karditovití (Carditidae). Pro tyto zástupce jsou typické velice pevné misky člunkovitěho až lichoběžníkověho tvaru s výraznými paprscitými žebry (Dance, 2006, s. 227). Žebra jsou obvykle opatřena šupinkami, lamelami nebo hrbolky (De Bruyne, 2004, s. 270). Blíže k přednímu okraji lastur je dobře patrný zámek. Uvnitř obou misek jsou zřetelné dva svalové vtisky. Vnitřní okraj je zpravidla zubatý (Dance, 2006, s. 227). Svým vzhledem jsou tyto mlži velice podobní srdcovkám (*Cerastoderma*), se kterými mohou být snadno zaměnitelní (Hayward, et al., 2006, s. 242).

Kardity jsou široce rozšířené zejména v teplejších mořích, kde žijí zahrabané pod povrchem dna nebo jsou pevně upevněné ve štěrbinách a prohlubních pevných substrátů (skalisek), pomocí byssových vláken (De Bruyne, 2004, s. 270). V mořských biogenních pískách se poměrně hojně vyskytují lastury rodu *Cardites* sp..

2.1.3.4 LUCINIDNÍ MLŽI - ZAHABÁVÁNÍ DO PÍSKU

V mořských biogenních písčích nás na první pohled zaujmou nápadně zdobené lastury mlžů, jejichž povrch je tvořen nejrůznějšími žebírky, přírůstkovými liniemi a rýžkami v koncentrickém směru. Takové zdobené však zdaleka není náhodné. Takto uzpůsobený povrch schránek umožnil jejich původním obyvatelům tzv. „hrabavý“ způsob života na dně moří. Typickými reprezentanty hrabavých mlžů jsou zástupci čeledi lucinovití (Lucinidae). Kromě specificky uzpůsobené morfologie schránek, je tato druhově bohatá čeleď známá díky osídlení širokého spektra stanovišť, ve velkém zeměpisném rozsahu (Šmídtová, 2020, s. 34). To je důkazem velice efektivní životní strategie v podobě zahrabávání do písku.

Zvláštností některých rodů jsou šikmo probíhající asymetrické podélné rýhy, které se mohou vzájemně křížit. Jedná se o tzv. divarikátní linie, které těmto „hrabavým“ mlžům usnadňují zahrabávání do písčitého nebo bahnitého sedimentu (CBG ZČU, nedatováno). Fungují doslova na protisklizovém principu. Díky tomu, zabraňují skluzu písku z povrchu misek. Jemný písek je lehce vyhrnován a mlž se může bez problému zahrabat do dna (Šmídtová, 2020, s. 34, podle Taylor, Glover 2005). S hrabavým způsobem života v písčích do velké míry souvisí i zbarvení lastur. To je nejčastěji smetanové, bílé až bezbarvé (De Bruyne, 2004, s. 275). Uzpůsobení barev schránek, umožňující splynutí k povrchům, u těchto mlžů není nutné. Ochranu před predátory zajišťuje samotné zahrabání a skrytý způsob života uvnitř sedimentu (Šmídtová, 2020, s. 34). Charakteristickým znakem je nesouměrnost mezi svalovými vtisky – přední vtisk je výrazně delší a užší, než zadní vtisk a obvykle zčásti oddělený od plášťové linie (Hayward, et al., 2006, s. 240). Plášťový záhyb chybí (Dance, 2006, s. 225). Dalším typickým rysem těchto mlžů je absence sifonu, jehož funkce přijímání a vypuzování vody je nahrazena dlouhou nohou obalenou slizem (Šmídtová, 2020, s. 34).

Pro svůj specifický způsob života, jsou lucinidní mlži velice atraktivní. Kromě typického zahrabávání do usazenin, žijí v endosymbiotickém vztahu s bakteriemi oxidující sulfidy. Tyto bakterie jsou uloženy ve specializovaných žaberních buňkách. Mlži jim na oplátku díky filtraci sedimentu bohatého na sulfidy dodávají síru a kyslík. Tyto prvky bakterie využívají k fixaci uhlíku na organické sloučeniny, které mlžům dodávají ve formě živin. V případě nedostatku potravy tak mohou mlži využívat endosymbiotické bakterie pro svou obživu. Tento proces hraje důležitou roli při nedostatku kyslíku v sedimentech pobřežních vod. Nedostatek kyslíku totiž způsobuje nadprodukcí sulfidů mořskými řasami. Díky působení symbiotických bakterií však dochází ke snížení těchto toxických látek

a vyrovnání potřebné hladiny kyslíku (produkovaného kořeny mořských řas) (Šmídtová, 2020, s. 34 - 35).

Morfologicky podobné schránky nalezneme u čeledi zaděnkovití (Veneridae), jejichž juvenilní stádia lze rovněž zaznamenat v mořských biogenních písčích. Lucinidní mlži tak mohou být snadno zaměnitelní například s druhy dosínka světlá (*Dosinia lupinus*) nebo chionka slepičí (*Chamelea gallina*). Podobnost lastur je způsobena stejným způsobem života a místem výskytu obou čeledí těchto hrabavých mlžů. Zásadní rozdíl je v tloušťce schránek, které jsou u čeledi zaděnkovitých značně silnější. Dalším determinačním znakem je absence plášťového záhybu u lucinidních mlžů. Tento jev morfologické podobnosti lze demonstrovat jako tzv. evoluční konvergenci, kdy stejné podmínky života způsobují značnou podobnost vzhledu odlišných skupin organismů (Šmídtová, 2020, s. 35). V biogenních mořských písčích jsou lucinidní mlži nejčastěji reprezentováni lasturami **luciny pobřežní** (*Ctena deccusata*) (Příl. 2, obr. 11), **luciny malé** (*Lucinella divaricata*).

2.1.4 ŠTÍTKONOŠCI – BAREVNÉ KLENUTÉ DESTIČKY

Štítkonošci (Polyplacophora) neboli chroustnatky či chitoni jsou poměrně malou skupinou primitivních měkkýšů, známou již od kambria. Jak je z názvu patrné, jejich tělo doslova „nosí štítek“, tedy schránku, čítající 8 klenutých vápenitých destiček nejrůznějšího zabarvení (Šmídtová, 2020, s. 32). Jednotlivé destičky jsou vzájemně kloubně propojeny a taškovitě se překrývají. Kloubní spojení umožňuje štítkonošcům stočení (volvaci) těla v případě nebezpečí (Mergl, nedatováno a, s. 4 - 5). Tuto nápadnou podobnost, nejen ve vzhledu, ale i způsobu ochrany, můžeme pozorovat například u švábů či svinek. Z tohoto důvodu jsou štítkonošci často nazýváni „mořskými šváby“. V plášťovém lemu (perinotum) se nachází zevní okraje destiček, které jsou u jednotlivých druhů odlišné. Plášťový lem může být prorostlý vápnitými výrůstky (spiculi), šupinkami, chloupky nebo štětinkami. Schránky štítkonošců jsou co do zbarvení velice variabilní. Zahrnují v sobě mnoho barevných odstínů od méně nápadných – bílá, hnědá, okrová, olivově šedá, černá, až po nápadnější – zelená, žlutá, oranžová nebo červená (Šmídtová, 2020, s. 32). Po odumření živočicha se kloubní spoje naruší a zůstanou tak pouze oddělené destičky nebo jejich úlomky, které nacházíme v mořských biogenních písčích. Pro svůj specifický tvar a pestrost barev jsou jejich nepřehlédnutelnou součástí. Obvykle rozlišujeme destičky hlavové (cefalické) a koncové (anální), polokruhovitěho tvaru s důlky, vypuklinkami či hrbolky na povrchu a destičky tělní (somatické), jejichž tvar je typicky „křídélkovitý“ (De Bruyne, 2004, s. 18). Podíváme-li se

detailněji, na svrchní pigmentované vrstvičce destiček můžeme pozorovat nejrůznější kresby a odlesky, které se na vápenitém podkladu vyjímají.

Štítkovitá schránka dorsálně kryje morfologicky příliš neatraktivní oválné a bilaterálně symetrické tělo. To je tvořené nohou, která má přísavnou funkci, a obtížně rozlišitelnou hlavou (Reichholf, Janke, Kremer, 1999, s. 111). Schopnost pevného přísání k podkladu je ideálním přizpůsobením k životu v přílivových zónách. Pokud je chroustnatka od podkladu odtržena, stočí se do klubička a chrání se tak před predátory (Bergbauer, Humberg, 2002, s. 136). Poměrně zajímavým znakem jsou nevyvinutá tykadla a oči, které nahrazuje hustá síť mikroskopicky malých oček, umístěných na hřbetní části štítkonošce (Reichholf, Janke, Kremer, 1999, s. 111). Anatomicky významným znakem je extrémně tvrdá radula, která je kryta vrstvou magnetitu. Tento prvek je přirozeně produkován zoubky raduly. Uvnitř raduly jsou obsažena proteinová vlákna, která slouží jako magnet a přitahují k sobě kladně nabitě ionty hořčíku a sodíku. Tyto ionty k sobě následně přitahují záporně nabitě proteiny, které shromažďují železo a tvoří tak velmi odolnou vrstvu raduly. Pomocí té pak spásají biogenní povlaky, zejména řasy. Známé jsou však i některé druhy, které se živí drobnými bezobratlými (Šmídtová, 2020, s. 32 - 33).

V mořských biogenních písčích mají své největší zastoupení štítkonošci čeledi chroustnatkovití (Chitonidae). Jejich charakteristickým znakem je výrazná skulptura destiček a zářezy na insertních okrajích. Destičky jsou nejčastěji nazelenalé, hnědavé či okrové. Plášťový lem je zpravidla kožovitý a tvořen šupinkami, ostny nebo jehličkami (De Bruyne, 2004, s. 36).

Z hlediska rozšíření jsou chroustnatky kosmopolitní. Nejhojněji se vyskytují v oblasti mělkých pobřežních vod, kde spásají porosty mořských řas. Některé druhy se dokonce mohou živit drobnými přisedlými živočichy (například mechovkami) (Hayward, et al., 2006, s. 174). Je známo přibližně 1000 druhů (Dance, 2006, s. 207). V písčích ze středomoří nejčastěji nalézáme úlomky nebo celky olivově šedých destiček **chroustnatky středomořské** (*Chiton olivaceus*) (Příl. 3, obr. 1) nebo oranžovo-červené destičky chroustnatky *Chiton corallinus* (Příl. 3, obr. 2).

2.1.5 „SLONÍ KEL“ ANEB SPECIFICKÁ SCHRÁNKA KELNATEK

Kelnatky (Scaphopoda) jsou nepříliš hojně zastoupenou třídou měkkýšů, známou již od ordoviku. Svůj název si vysloužili díky své charakteristické trubicovité mírně zahnuté schránce, připomínající sloní kel. Schránka je na obou koncích otevřená, dutá a na apikálním

konci se nápadně zužuje. V některých případech může při růstu docházet k uzavření části skořápky vápenitou přepážkou. Povrch schránky je většinou hladký, patrná ale mohou být i podélná kýlovitá žebra nebo koncentrické kroužky (De Bruyne, 2004, s. 19). Zabarvení těchto rourkovitých schránek není příliš nápadné. Barva je zpravidla světlých odstínů – bílá, béžová, ale může být i nápadná - nazelenalá nebo načervenalá (CBG ZČU, nedatováno).

Tělo ukryté v trubičce se skládá z krátké kuželovité nohy a hlavy, ze které vyrůstá mnoho nitkovitých tykadélek a potravní chapadélka. Živí se převážně organickým detritem. Značnou část potravy tvoří dírkonošci a další mikroorganismy (Mergl, nedatováno a, s. 5); (De Bruyne, 2004, s. 304).

Kelnatky žijí zahrabané na dně v sedimentu, kde ryjí vysunutou nohou z širšího konce schránky, a pomocí chapadel loví kořisti (Dance, 2006, s. 205). V mořských biogenních pískách nejčastěji nalézáme schránky zástupců čeledi kelnatkovití (Dentalidae), konkrétně **kelnatku obecnou** (*Dentalium vulgare*) (Příl. 3, obr. 3).

2.2 KROUŽKOVCI – ZAKROUCENÉ ROURKY

Kroužkovci (Annelida) si obvykle nevytváří pevné schránky, s výjimkou tzv. sedentárních (přisedlých) mořských zástupců mnohoštětinatců (Mergl, nedatováno b). Ti si utváří trvalé schránky, nejčastěji v podobě vápenitých zakroucených rourek. Tyto rourky se uchovávají i po odumření živočicha a stávají se tak součástí mořských biogenních písků. V pískách nejčastěji nalezneme dva odlišné typy rourek, konkrétně spirálovité rourky druhu *Spirorbis rupestris* (Příl. 4, obr. 5), které na první pohled působí jako drobná bílá ulitka plže, nebo válcovité pokroucené rourky u rodu *Hydroides* sp. (Příl. 4, obr. 6). Spirálovité typy mohou být pravotočivé (dextrální) i levotočivé (sinistrální) v závislosti na druzích. Pravotočivost a levotočivost se však určuje z pohledu vinutí těla rournatce, nikoli z pohledu pozorovatele, jako je tomu například u plžů. Rourka vinutá ve směru hodinových ručiček je proto označována za levotočivou, zatímco proti směru za pravotočivou (Hayward, et al., 2006, s. 114). Adaptivní význam navíjení rourek není doposud jasný a to samé platí pro směr vinutí (Palmer, 2005, s. 359 - 397).

Vápenité schránky jsou vylučovány tělem kroužkovce. Jejich stěna je velice silná a odolná. Spodní (ventrální) strana je pevně přichycena k podkladu. Ústí je uzavíráno víčkem (operculum), které vzniká přeměnou žaberního přívěsku rournatce (Hayward, et al., 2006, s. 112). Rournatci se vyznačují krátkou přední částí a naopak dlouhou zadní částí těla. Uvnitř schránky se pohybují pomocí štětin (Hayward, et al., 2006, s. 82). Rourky slouží k ochraně

před predátory. Obvykle se vyskytují v hojném počtu a přetrvávají dlouho po odumření kroužkovce. Díky tomu mohou působit značné problémy v lodní dopravě. Jedním z nich je například zvyšování odporu vody proti trupu lodi, snižování účinnosti lodních šroubů, ucpávání potrubí nebo zábrana v pevném uzavření vrat plavebních komor (zdyrnadel) (Hayward, et al., 2006, s. 112).

2.3 KORYŠI – KOSTRY „RAKŮ POUSTEVNÍČKŮ“

Pokud se pozorně díváme, v mořských biogenních píscích můžeme nalézt drobné kostry korýšů (Crustacea) nebo jejich části. Nejčastěji nacházíme krunýře (karapaxy) „raků poustevníčků“, věrných obyvatelů mořského dna. Způsob života těchto mořských rakovců je velice atraktivní. Pro ochranu svého měkkého zadečku před predátory vyhledávají zejména opuštěné pravotočivé ulity na dně moří, do kterých se schovají. Ulity nemusí být vždy prázdné. V případě nouze si poustevníček obsadí ulitu s plžem, kterého pro svou záchranu usmrtí. O ulity často vedou boje i mezi sebou. Výzkumy dokonce dokazují schopnost improvizace, kdy zadeček schovají například do stavebnice Lega, která je svým tvarem ulitě podobná (Pigula, 2022). K pobytu v ulitách mají speciálně uzpůsobené tělo, pro které je typický dlouhý měkký spirálovitě stočený zadeček, přesně zapadající do závitů schránky. Ven z ulity pak kouká pouze hlava, klepeta a přední končetiny (pereiopody), pomocí kterých se pohybují. I přesto, že ulita je pouze „vypůjčená“, drobný ráček budí dojem jejího hrdého majitele. Typická je absence většiny zadečkových končetin (pleopody), pouze u samic jsou zachovány pro uchycení vajíček. Poslední zadečková končetina je přítomna u obou pohlaví a slouží k připevnění zadečku do ulity (Hayward, et al., 2006, s. 154). Život raků poustevníčků není jednoduchý. Kromě svlékání krunýře během růstu si musí zaopatřit i novou, větší ulitu. Poustevnický způsob života není pravidlem. Některé druhy se o svůj příbytek dělí se sasankou plášt'ovou (*Adamsia carciniopados*). Díky jejich pohybu sasanka dostává přísun nových zdrojů potravy a na oplátku je ochraňuje svými žahavými vlákny před nepřáteli. Tito poustevníčci a sasanky jsou na sebe již tak zvyklí, že jeden bez druhého nedokáží žít (Motyčka, Roller, 2001, s. 114).

V evropských vodách bylo zaznamenáno asi 20 druhů, zejména v pobřežních oblastech (Hayward, et al., 2006, s. 154). V mořských biogenních píscích můžeme nalézt úlomky karapaxů a klepítek drobného (max. 35 mm) druhu **raka poustevníčka** (*Pagurus sp.*) (Příl. 4, obr. 4).

2.4 OSTNOKOŽCI – BAREVNÉ VNITŘNÍ KOSTRY

K mořím neodmyslitelně patří významný kmen ostnokožců (Echinodermata). Mořské vody jsou jejich výhradním domovem a pro svou pestrost barev a zajímavost tvarů, si udržují své místo mezi esteticky nejpohlednějšími mořskými živočichy vůbec.

V mořských biogenních pískách se nejčastěji uchovávají schránky odumřelých živočichů. Ani v případě ostnokožců tomu není jinak. Jejich typickým znakem je pětičetná (pentaradiální) symetrie vnitřní kostry neboli endoskeletu. Ten je složen z kalcitových destiček, tj. z 95 % uhličitanu vápenatého a z části uhličitanu hořečnatého, což je základní rozlišovací znak v chemickém složení schránek ostnokožců, oproti měkkýšům a dalším kalcitovým schránkám. Jednotlivé destičky jsou srostlé a společně tvoří pevný skelet. Na povrchu skeletu ježovek vybíhají kalcitové jehlice (ostny). Za života živočicha je skelet krytý tenkou pokožkou (Šmídtová, 2020, s. 36). V pískách běžně nacházíme pozůstatky barevných schránek ježovek, v podobě drobných úlomků krunýřů a celých jehlic. Po odumření živočicha se zprvu zachovává celá téka, která klesne ke dnu. Následně se rozpadne na jednotlivé destičky, které se snadno lámou (Šmídtová, 2020, s. 36, podle Hayward et al., 2006). Máme-li štěstí, můžeme nalézt i schránky celistvé, avšak ostny, které dříve pokrývaly celý povrch téky, jsou vždy odděleny. K jejich oddělení dochází krátce po odumření živočicha. Při bližším pozorování (při zvětšení pod binokulární lupou) nás na první pohled uchvátí pestrá škála barevných odlesků a poměrně složitá stavba válcovitých ostnů, z mnoha radiálně uspořádaných vrstviček. Je zajímavé, že jejich jednotlivé části jsou rozdílně zbarvené (Šmídtová, 2020, s. 36 - 37). Ostny jsou typickým znakem ostnokožců (jak je z názvu patrné) a u ježovek plní nejednu důležitou funkci. Kromě ochrany před predátory slouží k hrabání a pohybu (Šmídtová, 2020, s. 36, podle Riegl, 2016). Ochrana je zajištěna díky klíškovitým pediceláriím, které obsahují jedové žlázy. Pohyb umožňují svaly a kloubní spojení v podobě kloubních plošek (tuberkul), jejichž pozůstatky jsou na povrchu skořápek patrné jako výběžky připomínající bradavky. Důkaz o kloubním spoji nalezneme i na bázi jehlic, které nesou mírnou prohlubeň. Na jejich vrcholu pak můžeme spatřit tzv. zpětné háčky (Šmídtová, 2020, s. 36 - 37). Na povrchu schránek mohou být patrné kanálky, tj. porézní mikrostruktura, prostřednictvím které vybíhaly ven z těla tzv. ambulakrální nožky. Tyto nitkovité útvary slouží ježovkám k pohybu, na základě působení tlaku hydraulického systému, tzv. ambulakrální soustavy (Šmídtová, 2020, s. 36 – 37, podle Riegl, 2016). Jedná se o poměrně složitou soustavu vodních cév, typickou pro ostnokožce, která je stěžejním prvkem koloběhu látek a uvádění panožek do pohybu (Šmídtová, 2020, s. 36).

Na základě zbarvení schránek a jehlic lze odhadovat, o jaký druh ježovek se jedná. Pro přesnější determinaci je potřeba porovnávat tvar a stavbu celistvé téky. V písčích ze Středozeří běžně nalézáme pozůstatky ježovek ze tří odlišných čeledí - zeleně zbarvená **ježovka dlouhoostná** (*Paracentrotus lividus*) (Příl. 4, obr. 1); narůžovělá **ježovka černá** (*Arbaxia lixula*) (Příl. 4, obr. 2) a bílá ježovka *Echinocyamus pusillus* (Příl. 4, obr. 3).

Ježovka dlouhoostná (*Paracentrotus lividus*)

Tento velice známý druh ježovky má paprscitě souměrnou a mírně zploštělou schránku okrouhlého tvaru. Dorůstá max. průměru 7 cm. Barva krunýře je nazelenalá, ústní pole načervenalé. Charakteristickým znakem jsou velice špičaté ostny, tmavě fialové (nachové), hnědé nebo nazelenalé barvy, které mohou dorůstat až 3 cm. Ambulakrální nožky jsou i na svrchní straně opatřené přísavkami, pomocí kterých se ježovka může maskovat řasami nebo úlomky lastur. Zajímavostí je, že pokud tuto ježovku otočíme na záda, do 5 minut se samostatně zvládne otočit zpět (Bergbauer, Humberg, 2002, s. 208).

Vyskytuje se na skalnatých podkladech, vzácně v porostech posidonie (*Posidonia oceanica*), v přílivových oblastech a mělkých sublitorálů do hloubky 50 m. Vyhledává skaliska vápencového původu, do kterých si pomocí svých ostnů otáčením těla kolem osy vyhloubí kruhovitě dutiny (Bergbauer, Humberg, 2002, s. 208). V průběhu růstu si ježovka tyto prohlubně neustále zvětšuje (Hayward, et al., 2006, s. 292). K maskování před predátory s oblibou využívá úlomky lastur nebo mořských řas, které na těle přidržuje pomocí panožek (Chinery, et al. 1998, s. 299). Přes den se ukrývá v dutinkách, aktivní je v noci, kdy vylézá za potravou. Živí se mladými řasami nebo jejich úlomky, které zachytí na svých ostnech. Následně se vrací zpět do svého „bydliště“ (Bergbauer, Humberg, 2002, s. 208).

V současné době tato ježovka bohužel ubývá na hojnosti, v důsledku jejího využívání lidmi pro požívání samčích gonád a výzkum v molekulární biologii (pozorování rýhování vajíček, které je díky jejich průhlednosti snadné). V důsledku jejího ubytku se na její místo postupně dostává ježovka černá (*Arbacia lixula*) (Příl. 4, obr. 2) (Bergbauer, Humberg, 2002, s. 208).

2.5 DÍRKONOŠCI – SKLOVITÉ, PORCELÁNOVITÉ A ZRNÍČKOVITÉ SCHRÁNKY

Ačkoliv jsou dírkonošci (Foraminifera) velice drobné jednobuněčné organismy, častokrát neviditelné pouhým okem, a pro jejich pozorování je potřeba použít mikroskop, schránky některých větších, okem patrných druhů jsou nedílnou součástí mořských biogenních písků. Co do zastoupení jsou dokonce jedním z nejpočetnějších kmenů

živočichů, jejichž neporušené schránky lze v píscích nalézt. Svůj název si získali díky četným pórům (dírkám) ve schránce, ze kterých vyčnívají tenké panožky (rhizopodia) ve formě granulární ektoplazmy sloužící k pohybu a lovu potravy.

Schránky dírkonošců jsou tvořeny jednou nebo více komůrkami (počáteční komůrka a další postupně přirůstající). Komůrky mohou být uspořádány v řadě, v rovinné nebo prostorové spirále. Z hlediska složení skořápek v moři nacházíme dírkonošce se schránkami organickými; anorganickými, neboli karbonátovými (vápenitými) a s aglutinovanými (zrníčkovitými) (Skupien, Měchová, nedatováno a). Schránky odumřelých živočichů odpadávají na dno a jsou součástí mořských biogenních písků. Pro rozmanitost tvarů a vzhledu schránek se pozorování dírkonošců stává estetickým zážitkem.

2.5.1 KARBONÁTOVÉ SCHRÁNKY

Anorganické karbonátové (vápenité) schránky jsou vylučovány samotným dírkonošem. Dle vzhledu rozlišujeme sklovité (hyalinní) a porcelánovité (porcelanní) typy. Sklovité schránky lze na první pohled od porcelanních odlišit na základě jejich průsvitnosti, nicméně existují i schránky tlustostěnné, které jsou zpravidla neprůsvitné až subporcelanní. Sklovité typy jsou tvořeny jednou vrstvou kalcitových krystalků, doplněnou o hořčík či aragonit. U porcelanních typů pak nacházíme tyto krystalky ve dvou vrstvách (Šmídtová, 2020, s. 22, podle Hašková, 2010). V mořských biogenních píscích lze hojně nalézt sklovité schránky, ve Středomoří invazivního druhu, *Amphistegina lobifera* (Příl. 3, obr. 5), porcelanní schránky druhů *Peneroplis planatus* (Příl. 3, obr. 4), *Massilina gualtieriana* (Příl. 3, obr. 6) či *Elphidium sp.*, subporcelanní schránky rodu *Ammonia sp.* nebo atypické keříčkovité schránky dírkovce korálovitého (*Miniacina miniacea*) (Příl. 3, obr. 7).

Dírkovec korálovitý (*Miniacina miniacea*)

Tento atypický dírkonošec si svůj český druhový název vysloužil díky svému stromkovitému tvaru vápenaté schránky, která je navíc růžově až červeně zbarvená a svým vzhledem připomíná korál. Z tohoto důvodu je často dírkovec na první pohled zaměňován s korálem červeným (*Corallium rubrum*). Tyto organismy od sebe spolehlivě rozlišíme na základě drobných komůrek na povrchu dírkovce, dobře viditelných při zvětšení lupou. Základem při tvorbě schránky je primární růstová spirála, ze které vyrůstají další komůrky. Jedná se o tzv. malinový růst, kdy vzhled primární růstové fáze připomíná malinu. Spodní strana skořápky je plochá, tj. uzpůsobená uchycení k podkladu, a spirálovité uspořádání komůrek je zde dobře patrné (Šmídtová, 2020, s. 20, podle Herron, Earland, 2002).

Typickým habitatem tohoto epyfitního dírkonošce jsou porosty mořských travin, zejména *Posidonia oceanica*. Žije přisedle na listech a oddencích. Pomocí dlouhých cytoplazmatických výběžků (retikulopodií) loví drobné okolní organismy. Po jeho odumření schránka dopadá na dno, kde se stává součástí biogenního mořského písku. Běžný je nános schránek na břehy moří. Jsou-li schránky na plážích hojné, mohou zapříčinit růžové až červené zbarvení písku. Takové pláže se stávají turisticky atraktivními. Známa je např. Růžová pláž ostrova Budelli (souostroví Maddalena) nebo pláž Elafonissi na ostrově Kréta (Šmídtová, 2020, s. 20).

Nejnovější studie ukazují, že kromě mořské traviny *Posidonia oceanica* nejhojněji osidluje červenou řasu *Phyllophora crispa*, běžnou ve Středozezemním moři (Rossbach, et al., 2022, s. 1). Mořské traviny hrají významnou roli při odstraňování oxidu uhličitého z atmosféry, kdy váží uhlík jako organickou hmotu. Uhlík je následně uložen v mořských travinách, ale i v sedimentu v anorganické i organické podobě. A právě anorganickou složku tvoří vápenaté schránky dírkonošců, epifytně žijící na porostech travin. Výzkumy dokazují, že globální distribuce mořských travin významně ovlivnila složení atmosféry, již v oligocenním období, kdy koncentrace oxidu uhličitého klesla na přibližnou aktuální hodnotu (Brandano, et al., 2016, s. 1).

2.5.2 AGLUTINOVANÉ SCHRÁNKY

Aglutinované (zrníčkovité) schránky vznikají slepováním drobných cizorodých tělísek, nejčastěji zrněk písku či úlomků schránek, pomocí organického sekretu (tmelu), který je vylučován dírkonošcem. Tmel může být tektinové (u primitivních forem), vápenité nebo křemité povahy, s nízkým obsahem hořčíku (Šmídtová, 2020, s. 21, podle Scheiner 2013). V závislosti na další příměsi schránky se odvíjí její výsledné zbarvení (Šmídtová, 2020, s. 21, podle Hašková, 2010). V mořském biogenním písku jsou hojné schránky rodu *Textularia* sp. (Příl. 3, obr. 8).

***Textularia* sp.**

Dírkonošci rodu *Textularia* (Příl. 3, obr. 8) jsou výborným ukazatelem typického vzhledu aglutinované schránky. Schránka těchto dírkonošců je protáhlá, mnohokomůrková. Komůrky jsou obvykle ve dvou řadách, ale mohou být i víceřadé, uspořádané v prostorové spirále. Všechny komůrky jsou na pohled patrné, oddělené švy. Výběr „stavebního materiálu“ pro schránku není náhodný. Dírkonošci záleží na jeho barvě a velikosti. Schránka je velmi pevná a silná, stěny jsou druhotně ztlustělé, prostoupené póry. Povrch je zpravidla

drsný až hrubě zrnitý (Šmídtová, 2020, s. 21 – 22, podle Hašková 2010). Na spodní straně schránky (tj. na bázi poslední komůrky) se nachází obloukovité ústí (Poštulková, 2009, s. 26).

Jedná se o epifytní živočichy, tzn. žijící přisedle na porostech mořských travin. Vyskytují se také na tvrdém substrátu chladných i teplých moří, od mělčin do hloubky 500 m. Živí se drobným detritem, který loví pomocí retikulopodií (Poštulková, 2009, s. 26, podle Murray, s. 199).

2.6 MECHOVKY – POZORUHODNÉ „BÍLÉ KOBERCE“

Stejně jako polypovci či korálnatci, se mechovky (Bryozoa) řadí mezi koloniální organismy. Není proto náhodou, že svou morfologií jsou si velice podobní. Mechovky vytváří pevné modulovité skelety se základním stavebním prvkem, který se mnohokrát opakuje, a organismus se díky němu postupně rozrůstá. Jedná se o velice zajímavou strategii postupného zvětšování těla koloniálních organismů, i přesto, že samotný jedinec nabývá velikosti pouhých několik desetin milimetrů. Výsledkem takového růstu jsou velice rozmanité - keříčkovité, vějířovité, mřížovité či povlékové kolonie mechovek, rozprostřené na dně moří mezi porosty travin, svým vzhledem připomínající husté bílé koberce. Pro svou rozmanitost se dokonce řadí mezi nejčastější koloniální organismy Středomoří vůbec (Šmídtová, 2020, s. 38 – 39). Kolonie mechovek jsou nejčastěji do různé míry zvápenatělé, mohou však být i chitinózního nebo rosolovitého původu s ohebnými tělními stěnami. Na své bázi jsou přichyceny k pevnému podkladu, který mohou tvořit nejen skály či kameny, ale i prázdné skořápky měkkýšů, jiní bezobratlí nebo stélky řas (Hayward, et al., 2006, s. 268). Takový „koberec“ či „sněhobílá peřinka“ substrátu moří, pak utváří nezapomenutelnou podívanou. Z hlediska umístění, rozeznáváme kolonie jednovrstevné neboli terčovité (nachází se pouze na pevném substrátu); masivní, hrubě větevnaté a homolovité (nachází se mírně nad substrátem); a kolonie vějířovitého nebo spirálovitého vzhledu se zesílenou stopkatou bází (nachází se výše nad substrátem). Kromě moří nalezneme mechovky v menším zastoupení i ve vodách sladkovodních nebo brakických (Skupien, Měchová, nedatováno b).

V koloniích (zoaria) převládají zooidi stejného vzhledu, neboli autozooidi (Skupien, Měchová, nedatováno b). Na rozdíl od polypovců nebo korálnatců jsou zooidi v koloniích vzájemně propojeni mezenchymatickým provazcem zvaný funikulus (Mergl, nedatováno c). Propojení příslušníků kolonie zároveň slouží jako jakýsi komunikační kanál pro vzájemnou

spolupráci, zejména při přijímání potravy či pohybu. Každý zooid zde má své místo a zastává určitou funkci (např. čištění povrchu kolonie a obrana před predátory, ukotvení kolonie k podkladu, poskytnutí „těla“ k vývoji oplozeného vajíčka, apod.). Je zajímavé, že ačkoliv jsou mechovky označovány za koloniální organismy, z genetického hlediska se vlastně jedná o jednoho jedince. Toto tvrzení lze zdůvodnit faktem, že pouze larva mechovek vzniká formou pohlavního rozmnožování, následné kolonie, které se z původního jedince vytváří, však vznikají již nepohlavně, konkrétně pučením (Motyčka, Roller, 2001, s. 152).

V mořských biogenních pískách nejčastěji nalezneme úlomky jednotlivých skeletů z uhličitanu vápenatého. Časté jsou diskovité typy mechovky *Discoporella hispida*, stromkovité kolonie druhu *Margaretta cereoides* (Příl. 3, obr. 9) nebo korovité kolonie krajkovitého vzhledu typické pro zástupce *Membranipora membranacea* (Hayward, et al., 2006, s. 268 - 270). Na pohled velice atraktivní jsou pak mřížovité kolonie rodu *Reteporella* sp. (Příl. 3, obr. 10). nebo povlékavé kolonie rodu *Schizoporella* sp. (Příl. 3, obr. 11, 12). (Šmídtová, 2020, s. 39).

2.7 RAMENONOŽCI – TĚMĚŘ VYHYNULÍ ŽIVOČICHOVÉ

Ramenonožci (Brachiopoda) jsou téměř vyhynulí mořští živočichové, jejichž schránky jsou v mořských biogenních pískách vzácností. Pro svou morfologickou podobnost a velice snadnou záměnu jejich schránek s miskami mlžů, však nelze tento kmen opomenout. Tento znak zdaleka není jediným, díky kterému tito mořští živočichové stojí za zmínku. Svou obrovskou úlohu sehráli v geologické minulosti. Jejich největší rozmach nastal v prvohorách, zejména na korálových útesech, kde dosáhli své maximální diverzity. Byli významnou složkou bentosu a měli horninotvorný význam (Šmídtová, 2020, s. 24). Díky své tehdejší hojnosti jsou dnes považováni za vůdčí zkameněliny několika geologických vrstev (Motyčka, Roller, 2001, s. 154). Po ústupu této skupiny v druhohorách, však v současných mořích nalzáme jen několik miniaturních a vzácných druhů (Šmídtová, 2020, s. 24). Majoritní příčinou jejich ústupu byla pravděpodobně konkurence mlžů (Šmídtová, 2020, s. 24, podle Hayward, et al., s. 266).

Ramenonožci jsou bilaterálně souměrní živočichové, kteří žijí přisedle nebo zahrabáni v hrubozrnných sedimentech mořského dna. Některé druhy mohou být přichyceni na lasturách mlžů, kde se díky své morfologické podobnosti stávají neviditelnými. Nejideálnější hloubka výskytu je kolem 500 m a nejlépe se jim daří v chladných vodách (Motyčka, Roller, 2001, s. 154). Jejich tělo je uzavřeno ve dvoudílné rozevratelné schránce,

kteřou lze snadno zaměnit se schránkou mlžů. Zásadní rozdíl je v poloze misek na měkkém těle a symetrii. Schránky ramenonožců jsou vždy nesymetrické a skládají se ze dvou nestejně vyklenutých částí. Břišní (ventrální) miska je větší než hřbetní (dorzální) (Hayward, et al., 2006, s. 266). U mlžů naopak nacházíme zpravidla symetrické pravé a levé misky.

V biogenních mořských písčích lze nalézt schránky velice drobných zástupců rodu *Argyrotheca* sp. (Příl. 4, obr. 7), které jsou pro svou vzácnost doslova pokladem. Jejich charakteristickým znakem je krátký masivní stvol, pomocí kterého jsou přichyceni k podkladu. Žijí přichyceni pomocí stvolu na pevném podkladu v tmavém prostředí (jeskyně, spodní strany kamenů, trhliny, apod.) (Pavézková, 2012, s. 19).

2.8 RUDUCHY – DROBNÉ PURPUROVĚ ČERVENÉ STÉLKY

Mořské biogenní písky v sobě skrývají poklady nejen z řad živočišných, ale i z řad rostlinných. Nejčastěji se setkáváme s drobnými stélkami „červených řas“ neboli ruduch (Rhodophyta). Ruduchy jsou jemně členité a svým vzhledem připomínají keříčky – jedná se tedy o keříčkovité mikroskopické stélky. Na první pohled nás zaujme jejich nápadné, pro rostliny nepříliš typické, purpurově červené až hnědé zbarvení. Takto zbarvené keříčkovité typy řas vyrůstají v horní oblasti přílivové zóny moří a svým hnědavým zbarvením se příliš neliší od odstínů hnědých řas neboli chaluh. V hlubších vodách, tedy na korálových útesech sublitorálu převažují stélky krvavě červených nebo karmínových barev. Tuto barevnou podívanou pak doplňují vápníkem inkrustované druhy, jejichž zbarvení je o poznání jemnější a méně nápadné, nejčastěji šedorůžové až šedě fialkové. Paleta barev, linoucí se druhově bohatými porosty řas, je tak velice rozmanitá a lze ji přirovnat k nejedné bohatě kvetoucí louce (Reichholf, Janke a Kremer, 1999, s. 88). Ačkoliv to na první pohled není zřejmé, ani ruduchám nechybí zelené barvivo chlorofyl, nezbytné pro fotosyntézu. Ten je však maskován červenými pigmenty, a proto se opticky zelená barva ve zbarvení stélky zčásti nebo zcela vytrácí. Kromě prostředí výskytu řas je klíčovým vodítkem k jejich výslednému zbarvení konkrétní druh a vývojové stádium. Barvy se tak mohou v průběhu vývoje postupně měnit od zářivých jasně růžových, tmavě hnědých, olivově zelených, až po výsledné šedobílé nebo tmavě vínové (Hayward, et al., 2006, s. 26). Jejich životní cyklus je poměrně složitý. Zajímavostí je raritní výskyt bičíkatých stádií u sesterské skupiny Rhodelphidia, jež vyvrací doposud všeobecně známou teorii o absenci bičíkatých stádií u ruduch.

Kromě přílivových oblastí a korálových útesů se ruduchy vyskytují i v poměrně velkých hloubkách, až 250 m. Díky speciálnímu uzpůsobení fotosyntetického aparátu (přítomnost asimilačních barviv červeného fykoerytrinu a modrého fykocyaninu) jsou v hlubokých vodách schopny využívat i velmi slabé osvětlení pro svůj růst (Dařbujan, 2001, s.17).

Z ekologického hlediska jsou ruduchy stejně jako ostatní řasy velice významné. Kromě potravy a úkrytu pro některé živočichy se společně se sinicemi podílí na polovině světové produkce kyslíku. Některé ruduchy jsou do sebe schopny ukládat minerální látky, zejména uhličitan vápenatý, díky kterému dochází k inkrustaci stélek a tyto tzv. koralinní druhy řas pak hrají důležitou roli při tvorbě korálových útesů. Zejména mořské druhy ruduch mají nemalý význam pro člověka. Z rodu *Gelidium* se například získává agar, který je běžně využíván v potravinářském průmyslu nebo mikrobiologii, jakožto kultivační půda. Ruduchy rodu *Porphyra*, také známé pod názvem „řasa nori“, jsou populární pochutinou, například při výrobě suši. Součástí středomořských biogenních písků jsou nejčastěji suché nebo inkrustované mikroskopické keříčkovité stélky *Ceramium rubrum*, *Corallina sp.* (Příl. 4, obr. 8). nebo korovité stélky *Lithothamnion sp.* (Příl. 4, obr. 9).

3 METODIKA

3.1 ANALÝZA UČEBNIC PRO ZŠ Z HLEDISKA OBSAHU VYBRANÝCH SKUPIN ŽIVOČICHŮ A ROSTLIN

První oblast praktické části je věnována kvalitativnímu výzkumu, týkající se analýzy a porovnání obsahů vybraných učebnic přírodopisu pro 6. ročníky základní školy (resp. primy víceletého gymnázia). Kritériem pro výběr učebnic byl obsah dvou požadovaných tematických celků dle Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (MŠMT, 2021) – „*biologie živočichů*“ a „*biologie rostlin*“, s obsahem konkrétního učiva – bezobratlí živočichové a řasy. Výběr analyzovaných skupin organismů byl ovlivněn přítomností schránek vybraných zástupců bezobratlých živočichů a stélek řas v mořských biogenních písčích.

Z výběrového souboru učebnic přírodopisu pro 6. ročníky ZŠ, bylo na základě kritéria výskytu daných tematických celků vybráno celkem 14 dostupných učebnic, jejichž stáří se pohybuje v rozmezí od roku 1994 do roku 2021, se zastoupením devíti různých nakladatelství (viz Tab. 1).

Tab. 1: Seznam analyzovaných učebnic

Autor učebnice	Název učebnice	Rok vydání	Nakladatelství
Černík, V. et al.	<i>Přírodopis 1, pro 6. ročník základní školy</i>	1999	SPN - pedagogické nakladatelství
	<i>Přírodopis 6, zoologie a botanika, pro základní školy</i>	2016	
Dančák, M., Sedlářová, M.	<i>Přírodopis 6, Vývoj života na Zemi – Obecná biologie – Biologie hub</i>	2011	Prodos
Dobroruka, L. J.	<i>Přírodopis 1, pro 6. ročník základní školy</i>	1999	SCIENTIA, s. r. o.
Froněk, J., Jurčák, J.	<i>Přírodopis 6</i>	1998	Prodos
Karešová, P. et al.	<i>Hravý přírodopis 6, učebnice pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia</i>	2017	TAKTIK

Kvasničková, D. et al.	<i>Poznááme život, přírodopis pro 6. ročník, 2. část</i>	1995	Fortuna
	<i>Ekologický přírodopis 6, pro 6. ročník základní školy</i>	2009	
Maleninský, M. et al.	<i>Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: bakterie, řasy, houby, bezobratlí.</i>	2004	Nakladatelství České geografické společnosti, s. r. o.
Musilová, E. et al.	<i>Přírodopis, Úvod do učiva přírodopisu, učebnice, 1. díl</i>	2016	NOVÁ ŠKOLA, s. r. o.
Pelikánová, I. et al.	<i>Přírodopis 6, hybridní učebnice, pro základní školy a víceletá gymnázia</i>	2021	FRAUS
Vieweghová, T., Břicháčková, E.	<i>Přírodopis 6: úvod do přírodopisu: pro 6. ročník základní školy</i>	2019	Nová škola – DUHA, s.r.o.
Vilček, F., Cvrček, S.	<i>Přírodopis 6, pro 6. ročník základní školy</i>	1994	Scientia, spol. s. r. o.
Vlk, R. et al.	<i>Přírodopis, Bezobratlí živočichové, 2. díl</i>	2017	NOVÁ ŠKOLA, s. r. o.

Hlavním cílem výzkumu byla analýza přítomnosti vybraných skupin a zástupců mořských bezobratlých živočichů a řas v učebnicích, kteří jsou součástí mořských biogenních písků, a následné porovnání analyzovaných učebnic (viz Tab. 1). V učebnicích byly nejprve analyzovány vyšší taxony těchto organismů na úrovni kmenů, podkmenů a tříd, a následně jejich zastoupení co do konkrétních rodů a druhů. Vybrané taxony organismů, které byly součástí analýzy jsou následující: měkkýši – plži, mlži, štitkonošci, kelnatky; koryši - rakovci; ostnokožci - ježovky; kroužkovci – mnohoštětinatci; dírkonošci; mechovky; ramenonožci a ruduchy. Vzhledem k hlavnímu cíli této práce analýza rovněž zahrnovala přítomnost návrhů laboratorních prací nebo praktických cvičení v učebnicích, které se k vybraným skupinám živočichů a rostlin vztahovaly.

V kapitole 4 - Zástupci biogenních mořských písků v učebnicích pro ZŠ jsou popsány celkové výsledky analýzy učebnic, včetně zhotovených stručných přehledů (viz Tab. 2 a Tab. 3, kap. 4). Výsledky analýzy jsou rozděleny do tří kategorií: 1) přítomnost a obsah vybraných skupin živočichů a rostlin v učebnicích (viz kap. 4.1); 2) přítomnost konkrétních zástupců živočichů a rostlin biogenních mořských písků v učebnicích (viz kap. 4.2); 3) přítomnost a obsah návrhů laboratorních prací a praktických cvičení v učebnicích, vztahujících se k vybraným skupinám živočichů a rostlin (viz kap. 4.3).

3.2 TVORBA NÁVRHŮ PRAKTICKÝCH CVIČENÍ A LABORATORNÍCH PRACÍ S VYUŽITÍM BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ

Majoritní náplní praktické části této práce bylo vytvoření návrhů praktických cvičení a laboratorních prací s využitím mořských biogenních písků ve výuce na základní škole, resp. nižších víceletých gymnáziích. Celkem bylo vytvořeno 12 návrhů praktických cvičení a 2 návrhy laboratorních prací (viz kap. 5), určených pro žáky 6. ročníku, resp. primy (10 praktických cvičení a 2 laboratorní práce) a 9. ročníku, resp. kvarty (2 praktická cvičení). Praktická cvičení byla pro přehlednost rozdělena do čtyř podkategorií dle zaměření činnosti žáků – praktická cvičení s pozorováním; chemické pokusy; didaktické hry a pracovní činnosti. Návrhy praktických cvičení a laboratorních prací pokrývají učivo vybraných mořských skupin bezobratlých živočichů (měkkýši - plži, mlži; koryši – rakovci; ostnokožci - ježovky; kroužkovci – mnohoštětinatci; dírkonošci; mechovci) a rostlin (řasy - ruduchy) a jsou v souladu se zařazením daného učiva do výuky na základních školách a nižších víceletých gymnáziích dle platných kurikulárních dokumentů.

Praktická cvičení a laboratorní práce byly sestaveny s cílem demonstrovat žákům charakteristické znaky vybraných skupin živočichů a rostlin z hlediska morfologie a ekologie (životní strategie organismů), s využitím přímého kontaktu s přírodninami v podobě schránek a stélek v mořských biogenních pískách. V každém návrhu je obsažen ročník; vzdělávací oblast dle RVP ZV; znění úkolu; časová dotace; cíle; organizační forma; mezipředmětové vazby; průřezová témata; klíčové kompetence; motivace; pomůcky a materiál; pracovní postup; reflexe a kontrolní otázky. Některá praktická cvičení se vzájemně překrývají a doplňují.

Navržená praktická cvičení a laboratorní práce jsou z hlediska organizačních forem konstruovány na bázi skupinové práce a práce ve dvojicích, v případě plnění pracovních listů pak na bázi samostatné práce žáků. Některá cvičení nesou prvky badatelsky orientované nebo projektové výuky, s žádoucí kooperací žáků (viz kap. 5.1.3, cv. Badatelské týmy

mořských biologů). Z hlediska výukových metod náměty nejčastěji zahrnují: pozorování, heuristickou metodu řešení problémů, metody názorně-demonstrační, práci s obrazem, práci s textem, didaktickou hru, laborování a experiment.

Veškerá praktická cvičení a laboratorní práce lze realizovat ve školním prostředí v rámci zařazení do běžné výuky přírodopisu na 2. stupni základních škol a nižších víceletých gymnázií (popř. chemie; pracovních činností nebo výtvarné výchovy – v závislosti na konkrétním cvičení a ročníku), vhodná jsou také do přírodovědných zájmových kroužků. Časová dotace se obvykle pohybuje v rozmezí jedné až dvou vyučovací hodiny. Většina praktických cvičení a laboratorních prací, zaměřených na pozorování, vyžaduje ke své realizaci binokulární lupy (popř. filatelistickou lupy) nebo optický mikroskop; zdroj osvětlení (např. světlovody s husím krkem, malá LED lampička); malé Petriho misky, jemné pinzety (vhodné jsou měkké entomologické); popřípadě určovací klíče.

Teoretická východiska k praktickým návrhům (viz kap. 5) jsou v souladu s teoretickou částí této diplomové práce (viz kap. 2) a byla čerpána z odborné literatury. Nejčastěji využívanými odbornými publikacemi byly Hayward et al. (2006); De Bruyne (2004); Motyčka, Roller (2001); Dance (2006); Bergbauer, Humberg (2002); Reichholf et al. (1999); Pfleger (1988); Pecl (2003). Čerpáno bylo rovněž z kvalifikačních prací: Šmídtová (2020); Poštulková (2009); odborných internetových článků Brandano, et al. (2016); Rossbach, et al. (2022); webových stránek; a z vlastních zkušeností autorky ze studia na vysoké škole. Inspirace pro strukturu návrhů byla čerpána z knižních zdrojů, zabývajících se praktickou výukou, zejména Dufková (2011) a Dobroruková (2008). Obsah jednoho návrhu (viz kap. 5.1.3, cv. Hra s kartičkami – Živočichové a rostliny mořského dna) byl sestaven dle námětu z publikace Vágnerová et al. (2019, s. 52). Veškeré obrázky a fotografie, prezentované v návrzích praktických cvičení, byly převzaty z webových stránek (viz Zdroje obrázků).

K praktickým cvičením a laboratorním pracím byly vytvořeny speciální didaktické materiály v podobě devíti pracovních listů; dvou sad pexesa; hry s kartičkami; online kvízu v softwarové aplikaci Kahoot! a dvou laboratorních protokolů. Veškeré tyto materiály jsou součástí příloh (Příl. 5A – 8B) nebo je na ně odkazováno přímo v návrzích, ke kterým se vztahují (viz kap. 5). Konstrukce didaktických materiálů vychází z výchovně-vzdělávacích cílů, uvedených v jednotlivých návrzích praktických cvičení a laboratorních prací, ke kterým se vztahují (viz kap. 5). Hlavní náplní prvního pracovního listu je porovnání vybraných

morfologických znaků mořských plžů a plžů na našem území (popis schránek; zbarvení; tvary; točivost) (Příl. 5A). Druhý pracovní list je zaměřen na porovnání zajímavých ekologických znaků mořských plžů a plžů na našem území (způsob obživy a životní strategie) (Příl. 5B). Třetí pracovní list se věnuje porovnání zajímavých morfologických a ekologických znaků mořských mlžů a mlžů na našem území (popis schránek; „chlupaté“ periostrakum; přichytná vlákna; zahrabávání do písku; stopy po predaci na lasturách) (Příl. 5C). Ve čtvrtém pracovním listu jsou obsaženy výhradně mořské skupiny živočichů – ježovky a mnohoštětinatci, se zaměřením na morfolologii schránek a charakteristické znaky těchto skupin (Příl. 5D). Pátý pracovní list se zaměřuje na skupiny živočichů, které jsou na základních školách probírány pouze okrajově nebo vůbec, avšak pro svou atraktivitu mohou být pro žáky zajímavým obohacením výuky. Konkrétně se jedná o dírkonošce; mechovky; štítkonošce a kelnatky; a ramenonožce (Příl. 5E). Šestý pracovní list se zabývá výsledky chemického pokusu o důkazu oxidu uhličitého ve schránkách, stavbou schránek a koloběhem oxidu uhličitého v přírodě (Příl. 6A). Sedmý pracovní list je věnován výsledkům chemického pokusu o odolnosti schránek (Příl. 6B). Osmý pracovní list navazuje na pracovní list předchozí a zabývá se strukturou schránek a její rozmanitostí (Příl. 6C). Devátý pracovní list obsahuje úkoly a indicie pro badatelské týmy mořských biologů (Příl. 7A). Laboratorní protokoly byly sestaveny pro pozorování mořských biogenních písků pod binokulární lupou a přípravu mikroskopického preparátu a pozorování stélky ruduch (Příl. 8A, 8B).

Teoretická východiska k pracovním listům (Příl. 5A – 5E, Příl. 6A – 6C, Příl. 7A) a laboratorním protokolům (Příl. 8A, 8B) byla čerpána z odborné literatury, nejčastěji Pfleger (1988); De Bruyne (2004); Hayward et al. (2006); Bergbauer, Humberg (2002); dále z kvalifikační práce Šmídtová (2020); online pracovního listu ČT Edu a webových stránek. Fotografie použité v Příl. 1, 2, 3, 4 a Příl. 7B, 7C byly pořízeny prof. RNDr. Michalem Merglem, CSc. nebo autorkou práce. Obrázky použité v Příl. 5A – 5E, Příl. 6A – 6C a Příl. 8A byly převzaty z webových stránek, nejčastěji https://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana; <https://www.biolib.cz/cz/main/>; <https://cz.depositphotos.com/>; <https://www.istockphoto.com/cs>; <https://slideplayer.cz/>; <https://docplayer.cz/> (kompletní přehled webových stránek viz Internetové zdroje k přílohám).

4 ZÁSTUPCI BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ V UČEBNICÍCH PRO ZŠ

Obsah vybraných skupin a konkrétních zástupců živočichů a rostlin, kteří reprezentují mořské biogenní písky, není vždy samozřejmostí ve všech učebnicích přírodopisu pro základní školy. Z tohoto důvodu byla provedena analýza různorodých učebnic přírodopisu pro 6. ročníky základních škol a nižších víceletých gymnázií, zabývající se obsahem vybraných skupin a zástupců živočichů a rostlin (viz kap. 3), jejichž schránky (resp. stélky) jsou součástí mořských biogenních písků.

V Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (MŠMT, 2021) nalezneme tyto vybrané skupiny živočichů a rostlin ve vzdělávacím oboru Přírodopis, který spadá pod vzdělávací oblast „Člověk a příroda“. Z analyzovaných skupin živočichů jsou součástí učiva „vývoj, vývin a systém živočichů“ „prvoci“, kam většina analyzovaných učebnic řadí kmen dírkonošci, a bezobratlí živočichové v podobě měkkýšů, kroužkovic a členovců (RVP ZV, 2021, s. 73). Ostnokožci, mechovky a ramenonožci v tomto kurikulárním dokumentu obsaženi nejsou. Kmen ostnokožců byl ale i přesto součástí naprosté většiny analyzovaných učebnic, na rozdíl od mechovek a ramenonožců, které učebnice až na jednu výjimku neuvádějí. A stejně tak je tomu i u třídy štítkonošců a kelnatek, které jsou součástí kmene měkkýšů. Z tohoto důvodu nejsou mechovky, ramenonožci, štítkonošci ani kelnatky součástí přehledové tabulky (Tab. 2). Ruduchy, neboli červené řasy jsou součástí učiva „systém rostlin“, kam jsou řazeny běžné druhy řas (RVP ZV, 2021, s. 72).

4.1 VÝSLEDKY ANALÝZY PŘÍTOMNOSTI A OBSAHU SKUPIN MOŘSKÝCH ŽIVOČICHŮ A ROSTLIN VE VYBRANÝCH UČEBNICÍCH

Analýza vybraných učebnic pro 6. ročníky ZŠ (resp. primy víceletých gymnázií) prokázala, že naprostá většina se dle očekávání zaměřuje zejména na skupiny a zástupce živočichů a rostlin vyskytující se na našem území, avšak v mnoha případech autoři neopomíjejí ani zástupce mořské.

Budeme-li konkrétní, celkem 11 z celkového počtu 14ti zkoumaných učebnic, ve svém obsahu zahrnuje všechny nebo alespoň některé z vybraných skupin mořských živočichů a rostlin, které nalezneme v mořských biogenních píscích (viz Tab. 2). Z tohoto počtu pak čtyři učebnice obsahují všechny vybrané skupiny. Konkrétně učebnice *Přírodopis 1, pro 6. ročník základní školy* (Černík, et al., 1999), která však popisuje kmen ostnokožci a dírkonošci jen velmi stručně. Dále pak *Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní*

školy a nižší stupeň víceletých gymnázií, bakterie, řasy, houby, bezobratlí (Maleninský, et al., 2004), ve které jsou všechny vybrané skupiny mořských živočichů a rostlin podrobně popsány a vyobrazeny. Učivo je mimo jiné řazeno dle jednotlivých ekosystémů, tudíž živočichové a rostliny mořského dna zde dostávají velký prostor. *Přírodopis 6: úvod do přírodopisu: učebnice pro 6. ročník základní školy nebo pro primu víceletého gymnázia* (Vieweghová, Břicháčková, 2019) je pak jednou z dalších učebnic, která v sobě zahrnuje všechny vybrané skupiny mořských organismů, nicméně zástupce mořských plžů uvádí pouze dva a velice stručně jsou uvedeni i mořští kroužkovci, dírkonošci či ruduchy. Naopak poměrně podrobně pak popisuje kmen ostnokožci. Poslední učebnicí obsahující všechny vybrané skupiny mořské fauny a flory je *Hravý přírodopis 6, učebnice pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia* (Karešová, et al., 2017). Učebnice jako jediná z analyzovaných, dokonce v některých případech používá i latinské názvy a u kmene dírkonošci uvádí i konkrétního zástupce - *Globigerina*.

Dalších 6 učebnic pak rovněž obsahuje naprostou většinu vybraných skupin mořských organismů. Z těchto učebnic je třeba vyzdvihnout *Přírodopis, Bezobratlí živočichové, 2. díl* (Vlk, et al., 2017), která jako jediná z analyzovaných učebnic zmiňuje mechovky. Krom toho se učebnice podrobněji věnuje mořským živočichům a rostlinám v kapitole „Moře a oceán“ a je doprovázena zdařilými ilustracemi.

Učebnice *Poznáváme život, přírodopis pro 6. ročník, 2. část* (Kvasničková, 1995) naopak z vybraných skupin uvádí pouze kmen ruduchy, ostatní skupiny organismů uvedeny nejsou.

Žádnou ze skupin mořských živočichů a rostlin, které jsou předmětem analýzy pak neobsahují 3 učebnice. Jednou z těchto učebnic je *Ekologický přírodopis 6, pro 6. ročník základní školy* (Kvasničková, et al., 2009), zaměřující se ryze na zástupce živočichů a rostlin běžně se vyskytující na území České republiky. Dále *Přírodopis 6, Vývoj života na Zemi – Obecná biologie – Biologie hub* (Dančák, Sedlářová, 2011), jenž se celým svým obsahem liší od učebnic ostatních, a tudíž ani jedna z vybraných skupin živočichů a rostlin není její součástí. Poslední z učebnic je pak *Přírodopis, Úvod do učiva přírodopisu, učebnice, 1. díl* (Musilová, et al., 2016), která ačkoliv se zabývá skupinou „prvoků“ a „nižších rostlin“, postrádá kmen dírkonošci i mnohobuněčné řasy - ruduchy. Ostatní skupiny zde pak nejsou uvedeny vůbec, dočteme se o nich však ve druhém díle této publikace (viz Vlk, et al., 2017).

Žádná z analyzovaných učebnic v sobě pak dle očekávání nezahrnuje třídu štítkonošci ani kelnatky, které jsou součástí kmene měkkýšů, nebo kmen ramenonožci. Podobně je na tom i kmen mechovky, se kterým jsme se setkali pouze v jedné učebnici, jak již bylo zmíněno v předchozím textu.

Přítomnost mořských skupin a zástupců živočichů a rostlin v analyzovaných učebnicích od roku 1994 do roku 2021 zpravidla kontinuálně roste. Postupný vývoj lze pozorovat i u zařazení a obsahu kmene ostnokožců. Jeho stručný popis se v učebnicích poprvé objevuje od roku 1999, v průběhu let je zařazena i systematika kmene a v novodobějších učebnicích, zejména od roku 2017, lze pozorovat i výskyt konkrétních druhů.

Analýza udává, že ve 14ti vybraných učebnicích pro 6. ročník ZŠ, bylo uvedeno celkem 58 druhů mořských bezobratlých živočichů a 2 druhy ruduch. Největší zastoupení pochází z kmene ostnokožců v celkovém počtu 18ti druhů, s počtem 11ti druhů následují mlži a korýši. Skupina plžů čítala 9 druhů a podobně na tom byli mořští kroužkovci, kteří zahrnovali 7 druhů. Nejmenší zastoupení měli dírkonošci a mechovky, které reprezentoval 1 druh.

Mezi nejčastěji uváděnými zástupci mořských plžů byli zaznamenáni - ostranka jaderská (*Bolinus brandaris*), homolice (*Conus*), kotouč (*Trochus*), přílipka (*Patella*) a zavínutec tygrovaný (*Cypraea tigris*). V případě mlžů byly nejčastěji uváděny druhy – srdcovka jedlá (*Cerastoderma edule*), hřebenatka svatojakubská (*Pecten jacobaeus*), slávka jedlá (*Mytilus edulis*) a ústřice jedlá (*Ostrea edulis*). V podkmeni korýšů byl nejčastěji uváděn humr evropský (*Homarus gammarus*), langusta obecná (*Palinurus vulgaris*) a krab obecný (*Carcinus maenas*). V kmeni ostnokožců byla nejfrekventovaněji popisována hvězdice růžová (*Asterias rubens*), ježovka dlouhoostná (*Paracentrotus lividus*) či ježovka jedlá (*Echinus esculentus*). Mezi kroužkovci pak byly nejvíce uváděny nereidka hnědá (*Nereis pelagica*), afroditka plstnatá (*Aphrodita aculeata*), paolo zelený (*Eunice viridis*) a rournatec vějířovitý (*Sabella spallanzanii*).

Tab. 2: Přehled obsahu vybraných učebnic přírodopisu pro 6. ročníky ZŠ se zaměřením na konkrétní skupiny mořských živočichů a rostlin.

Autor učebnice	Rok vydání	Vybrané skupiny mořských zástupců živočichů a řas						
		Plži	Mlži	Korýši	Ostnokožci	Kroužkovci	Dírkonosci	Ruduchy
Vilček, F., Cvrček, S.	1994	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Kvasničková, D.	1995	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Froněk, J., Jurčák, J.	1998	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Černík, V. et al.	1999	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dobroruka, L. J.	1999	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Maleninský, M. et al.	2004	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kvasničková, D. et al.	2009	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Dančák, M., Sedlářová, M.	2011	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Černík, V. et al.	2016	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Musilová, E. et al.	2016	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Vlk, R. et al.	2017	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Karešová, P. et al.	2017	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vieweghová, T., Břicháčková, E.	2019	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pelikánová, I. et al.	2021	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

4.2 VÝSLEDKY ANALÝZY PŘÍTOMNOSTI ZÁSTUPCŮ BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ V ANALYZOVANÝCH UČEBNICÍCH PRO ZŠ

Analýza prokázala, že celkem 8 ze 14ti učebnic pro 6. ročníky ZŠ obsahovalo minimálně jednoho konkrétního zástupce bezobratlého živočicha, jehož schránku lze nalézt v mořských biogenních písčích. Vybraní mořští zástupci pochází ze skupiny plžů, korýšů, ježovek a mechovek. Z 58 uvedených mořských zástupců živočichů bylo ve všech 14ti učebnicích nalezeno pouze 8 zástupců mořských biogenních písčů. Minimální zastoupení těchto druhů v učebnicích pro ZŠ je způsobeno zejména jejich neobvyklostí nebo nezařazením do učiva přírodopisu v kurikulárních dokumentech.

Z celkového počtu 9ti zástupců mořských druhů plžů obsažených ve vybraných učebnicích, byli shledáni 4 zástupci, jejichž schránky lze nalézt v biogenních mořských písčích. Nejhojněji byla uváděna homolice (*Conus*) a to v celkem 5ti učebnicích. Ve 4 učebnicích byla uvedena přílipka (*Patella*) a kotouč (*Trochus*). Jedna učebnice obsahovala jehlanku obecnou (*Cerithium vulgatum*) (viz Tab. 3).

Rovněž v kmeni korýšů byl shledán 1 zástupce, jehož schránku lze ojediněle nalézt v biogenních mořských písčích. Konkrétně se jedná o „raka poustevníčka“ (*Pagurus* sp.), který byl uveden celkem v 7 učebnicích (viz Tab. 3).

Analýza obsahu ostnokožců ukázala 2 konkrétní zástupce třídy ježovek. V mořských písčích hojně zastoupenou ježovku dlouhoostnou (*Paracentrotus lividus*), která byla přítomna ve 3 učebnicích a ježovku černou (*Arbacia lixula*) v 1 učebnici (viz Tab. 3).

I přesto, že je přítomnost mechovek v učebnicích pro ZŠ vzácností, byl v jedné z učebnic uveden konkrétní druh mechovky korálovité (*Myriapora truncata*) (viz Tab. 3), jejíž úlomky keříčkovitých zoárií též mohou být součástí mořských biogenních písčů, ačkoliv hojnější zastoupení mají jiné druhy.

V ostatních skupinách živočichů byly zaznamenány příbuzné druhy k druhům běžně se vyskytujícím v mořských biogenních písčích. Konkrétně se jedná o slávku jedlou (*Mytilus edulis*), srdcovku jedlou (*Cerastoderma edule*) nebo hřebenatku svatojakubskou (*Pecten jacobaeus*) ze třídy mlžů. Na tomto místě je také třeba podotknout, že výčty mořských zástupců mlžů byly v mnoha učebnicích obsáhlejší, než výčty mlžů sladkovodních. Důvodem je především větší druhová rozmanitost mořských zástupců této třídy. V kmeni kroužkovců pak jedna učebnice zmiňovala rournatce ozdobného (*Spirobranchus giganteus*), jehož drobnější příbuzné druhy zanechávají své spirálovité vápenité rourky v mořských písčích. Další příbuzné druhy byly zaznamenány ve třídě plžů. Jedním z nich je v učebnicích nejčastěji uváděný mořský zástupce– ostranka (*Bolinus*), jejíž příbuzné druhy z čeledi ostrankovití (Muricidae) jsou rovněž hojnou součástí mořských písčů.

Tab. 3: Přehled konkrétních zástupců mořských biogenních písků obsažených v analyzovaných učebnicích pro 6. ročníky ZŠ.

Skupiny živočichů	Konkrétní zástupci (rod, druh)	Autor	Rok vydání
Plži	Homolice (<i>Conus</i>)	Dobroruka	1999
		Froněk, Jurčák	1998
		Karešová, et al.	2017
		Maleninský, et al.	2004
		Vilček, Cvrček	1994
	Kotouč (<i>Trochus</i>)	Dobroruka	1999
		Maleninský, et al.	2004
		Vilček, Cvrček	1994
		Vlk, et al.	2017
	Přilipka (<i>Patella</i>)	Froněk, Jurčák	1998
		Karešová, et al.	2017
		Maleninský, et al.	2004
		Vlk, et al.	2017
Jehlanka obecná (<i>Cerithium vulgatum</i>)	Vlk, et al.	2017	
Korýši	„Rak poustevníček“ (<i>Pagurus</i> sp.)	Dobroruka	1999
		Froněk, Jurčák	1998
		Karešová, et al.	2017
		Maleninský, et al.	2004
		Pelikánová, et al.	2021
		Vieweghová, Břicháčková	2019
		Vlk, et al.	2017

Ježovky	Ježovka černá (<i>Arbacia lixula</i>)	Vlk, et al.	2017
	Ježovka dlouhoostná (<i>Paracentrotus lividus</i>)	Dobroruka	1999
		Karešová, et al.	2017
		Vlk, et al.	2017
Mechovky	Mechovka korálovitá (<i>Myriapora truncata</i>)	Vlk, et al.	2017

4.3 VÝSLEDKY ANALÝZY PŘÍTOMNOSTI A OBSAHU NÁVRHŮ LABORATORNÍCH PRACÍ A PRAKTICKÝCH CVIČENÍ VE VYBRANÝCH UČEBNICÍCH

Z výzkumu vyplývá, že celkem 10 ze 14ti analyzovaných učebnic obsahuje návrhy laboratorních prací do výuky. Praktická cvičení jako taková, byla analyzována v jedné z učebnic ve formě projektového úkolu, s primárním zaměřením na pozorování a determinaci lišejníků. Za praktická cvičení by se také daly označit součásti nebo celky návrhů laboratorních prací v některých učebnicích, například determinace schránek plžů pomocí lupy.

Návrhy jsou dle předpokladu zaměřené na skupiny a konkrétní zástupce živočichů a rostlin běžně se vyskytujících na našem území. Důvodem může být zejména snadná dostupnost vzorků, ale i větší povědomí žáků o těchto zástupcích a možnost setkání se s nimi v přírodě.

Z analyzovaných skupin (viz Tab. 2) byla součástí návrhů laboratorních prací nejčastěji skupina „prvoků“ a to celkem 7krát, z celkového počtu 10ti učebnic. Návrhy však byly ve všech případech cíleny na kmen nálevníků, konkrétně na trepku velkou (*Paramecium caudatum*), kterou lze snadno získat ze senného nálevu. Kmen dírkonošci tedy ani v jednom případě součástí návrhů nebyl. Druhým nejčastěji zastoupeným byl podkmen koryšů a to hned v 6ti učebnicích. Obsah se ve většině případů vztahoval na pozorování drobných sladkovodních druhů, například hrotnatky (*Daphnia*), v jednom případě na drobné suchozemské druhy – stinky (*Armadilidium*) či sladkovodní druh raka říčního (*Astacus astacus*) v podobě pitvy, která by dnes vzhledem k ochraně tohoto druhu porušovala legislativu. Třetím nejzastoupenějším kmenem, na který se laboratorní práce vztahovaly, byli měkkýši. Veškeré tyto návrhy využívaly jejich schránky, jakožto objekt pozorování a následné determinace druhu. Pozorování je možné pomocí ruční lupy, binokulární lupy či mikroskopu. Některé návrhy pak využívaly chemický pokus o důkazu uhličitanu vápenatého

ve schránce za pomoci reakce kyseliny chlorovodíkové. Posledním kmenem z vybraných analyzovaných skupin (viz Tab. 2), který byl součástí návrhů, jsou kroužkovci. Byli obsaženi v návrzích laboratorních prací celkem 3 učebnic a objektem pozorování byl ve všech případech typický modelový organismus žížala obecná (*Lumbricus terrestris*).

Další návrhy laboratorních prací byly nejčastěji zaměřeny na pozorování vybraných druhů hmyzu, zelených řas, kvasinek či stopkovýtrusných hub, ale i rostlinné buňky s využitím epidermis cibule kuchyňské (*Allium cepa*), plísni, mechů, lišejníků, semenných rostlin, jehličnanů, pavouků, ploštěnek, apod.

Z vybraných analyzovaných skupin živočichů a rostlin (viz Tab. 2) v návrzích laboratorních prací nebyli zahrnuti ostnokožci, dírkonošci a ruduchy.

5 NÁVRHY PRAKTICKÝCH CVIČENÍ A LABORATORNÍCH PRACÍ S VYUŽITÍM BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ

5.1 PRAKTICKÁ CVIČENÍ

5.1.1 PRAKTICKÁ CVIČENÍ S POZOROVÁNÍM

Prostřednictvím praktických cvičení s pozorováním se mohou žáci blíže seznámit s morfologickými (resp. ekologickými) charakteristikami a odlišnostmi vybraných skupin živočichů. Jednotlivá cvičení jsou zaměřena na pozorování schránek plžů, mlžů, ježovek, mnohoštětinatců, dírkonošců, mechovek, štítkonošců, kelnatek a ramenonožců. Žáci pozorují tyto netradiční objekty pomocí binokulární/běžné lupy a zároveň si tak osvojují základy práce s laboratorní technikou. Každému cvičení náleží speciální pracovní list (Příl. 5A – 5E).

ROZMANITOST MORFOLOGIE ULIT – MOŘŠTÍ PLŽI VS. PLŽI NA NAŠEM ÚZEMÍ

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Pozorovat vybrané druhy ulit mořských plžů, které jsou zajímavé svým zbarvením či tvarem. Porovnat vybrané ulity mořských plžů s ulitami plžů na našem území.

Vyplnit pracovní list „Mořští plži vs. plži na našem území I.“ (Příl. 5A).

Časová dotace: 90 min. (2 vyučovací hodiny)

Cíl:

1. Žák popíše základní části ulity plže.
2. Žák pozoruje morfologicky zajímavé druhy ulit mořských plžů pod binokulární lupou.
3. Žák porovná vybrané druhy ulit mořských plžů s vybranými druhy ulit zástupců plžů na našem území.
4. Žák rozlišuje ulity mořských zástupců plžů od ulit našich zástupců plžů na základě morfologických znaků (tvar ulity, povrch ulity, tvar ústí, silnostěnnost x tenkostěnnost, zbarvení a kresba, velikost, popř. točivost).
5. Žák objasní, k čemu ulita plži slouží a jakou roli může mít její zbarvení a tvar.

Organizační forma: Samostatná práce; Práce ve dvojicích

Mezipředmětové vazby: -

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; pracovní

Motivace:

Mořské dno je plné těch nejrůznějších schránek mnoha odumřelých živočichů. Své největší zastoupení mají bezesporu ulity plžů, které běžně nacházíme i na plážích, kam byly zavlčeny přílivem. Ulity mořských plžů jsou velice variabilní co do velikosti, skulptury, síly stěn, rozmanitosti tvarů a zbarvení, které nás zaujme na první pohled. Není proto divu,

že návštěvníci pláží často neodolají a některé ulity si nasbírají. Vzhled drobných ulit z mořských biogenních písků výborně vynikne při zvětšení pod binokulární lupou a vytváří tak neotřelou podívanou, na krásy podmořského světa.

Teorie: viz kap. 2.1.1

Pomůcky a materiál:

- binokulární lupa/běžná lupa
- zdroj světla (světlovody s husím krkem)
- Petriho miska
- jemná pinzeta
- krabička na vybraný materiál
- posuvné měřítko
- určovací klíč (doporučení: De Bruyne, 2004; Pflieger, 1988)
- mořský biogenní písek; ulity kotouče (popř. kotoučku), přílipky, zástupců jehlankovitých (rod *Bittium* sp.) a jehličkovitých (čeled' Triphoridae), ostranky (popř. ostrankovce) a homolice; ulity páskovky keřové, hlemýždě zahradního, závornatky
- pracovní list „Mořští plži vs. plži na našem území I.“ (Příl. 5A)

Pozn. Množství vybraných pomůcek a materiálu se rovná počtu dvojic žáků či celkovému počtu žáků (v závislosti na organizační formě výuky). Pracovní list obdrží každý žák.

Pracovní postup:

1. Vyučující rozdá žákům pracovní listy „Mořští plži vs. plži na našem území I.“ (pro každého žáka jeden).
2. Žáci postupně plní jednotlivé úkoly v pracovním listu:
 - 1) popis základních částí ulity;
 - 2) pozorování barevné rozmanitosti ulit;
 - 3) porovnání velikosti ulity hlemýždě zahradního s velikostí ulit mořských písků;
 - 4) pozorování zajímavých tvarů ulit;
 - 5) pozorování pravotočivosti a levotočivosti ulit.
3. Společná kontrola správnosti vyplněných pracovních listů a ústní sebereflexe žáků.

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků s laboratorní technikou při pozorování ulit.
- ✓ Kontrola správnosti zhotoveného pracovního listu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo s laboratorní technikou, vyhotovení pracovního listu, co nového se dozvěděli, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) K čemu slouží plžům ulita?
- 2) Čím může být ovlivněno zbarvení ulit plžů a k čemu jim slouží?
- 3) Uveď příklad suchozemského plže s nápadně zbarvenou ulitou.
- 4) Pro které skupiny plžů je typická redukce ulit? Jak se tyto plži brání před predátory?
- 5) Vyjmenuj příklady mořských plžů s tvarově zajímavou ulitou.
- 6) Vyskytují se v přírodě častěji pravotočivé nebo levotočivé ulity?

EKOLOGIE PLŽŮ – MOŘŠTÍ PLŽI VS. PLŽI NA NAŠEM ÚZEMÍ

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Pozorovat vybrané druhy ulit mořských plžů, které jsou zajímavé svou ekologií.

Vyplnit pracovní list „Mořští plži vs. plži na našem území II.“ (Příl. 5B).

Časová dotace: 90 min. (2 vyučovací hodiny)

Cíl:

1. Žák vysvětlí pojmy býložravec, všežravec, predace, kanibalismus a parazitismus.
2. Žák pozoruje ekologicky zajímavé druhy ulit mořských plžů pod binokulární lupou.
3. Žák porovná ekologii mořských plžů s ekologií plžů na našem území (způsob života, potrava, habitat).
4. Žák uvede příklady plžů vyznačující se predací.

Organizační forma: Samostatná práce; Práce ve dvojicích

Mezipředmětové vazby: -

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; pracovní

Motivace:

Plži jsou nejpočetnější skupinou měkkýšů, kteří díky své výborné životní strategii vázanou na schopnost adaptace, osídlili pevninské, ale i vodní prostředí. Své největší zastoupení mají ve vodách moří a oceánů, o čemž svědčí i početnost ulit v mořských biogenních písčích. Vysoká schopnost adaptace se neodráží nejen na jejich habitatu, ale rovněž na vztazích s jinými organismy. Většina plžů je býložravých a živí se spásáním nejrůznějších druhů rostlin. Výjimkou však nejsou ani všežraví plži, nejčastěji predátoři, kteří pomocí přeměněné raduly požírají těla jiných plžů, mlžů, rouratců, svijonožců a dalších živočichů. Mezi drobnými mořskými plži pak nalezneme vysoce specializované parazity, parazitující na těle ježovek, hadic a sumýšů. Ekologie plžů je velice pestrá a odlišná v závislosti na konkrétních druzích, ale i prostředí.

Teorie: viz kap. 2.1.2

Pomůcky a materiál:

- binokulární lupa/běžná lupa
- zdroj světla (světlovody s husím krkem)
- Petriho miska
- jemná pinzeta
- krabička na vybraný materiál
- mořský biogenní písek; ulity ostranky (popř. ostrankovce), natiky, homolice, *Vitreolina* sp.
- určovací klíč (doporučení: De Bruyne, 2004; Pflieger, 1988)
- pracovní list „Mořští plži vs. plži na našem území II.“ (Příl. 5B)

Pozn. Množství vybraných pomůcek a materiálu se rovná počtu dvojic žáků či celkovému počtu žáků (v závislosti na organizační formě výuky). Pracovní list obdrží každý žák.

Pracovní postup:

1. Vyučující rozdává žákům pracovní listy „Mořští plži vs. plži na našem území II.“ (pro každého žáka jeden).
2. Žáci postupně plní jednotlivé úkoly v pracovním listu:
 - 1) rozšíření plžů;
 - 2) popis trávicí soustavy a způsobu obživy plžů;
 - 3) vybrané ekologické pojmy;
 - 4) pozorování ulit dravých plžů, stopy po predaci;
 - 5) pozorování ulit parazitických plžů.
3. Společná kontrola správnosti vyplněných pracovních listů a ústní sebereflexe žáků.

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků s laboratorní technikou, při pozorování ulit.
- ✓ Kontrola správnosti zhotoveného pracovního listu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo s laboratorní technikou, vyhotovení pracovního listu, co nového se dozvěděli, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) V jakém prostředí (ekosystému) mají plži své největší zastoupení?
- 2) Uveď příklady plžů predátorů. Jakým způsobem se obvykle živí?
- 3) Pro které mořské plže je typický kanibalismus?
- 4) Uveď příklad kanibalismu mezi suchozemskými plži.
- 5) Kdo je nejčastějším hostitelem drobných parazitických mořských plžů s trubičkovitou zahnutou schránkou?

ROZMANITOST MORFOLOGIE LASTUR – MOŘŠTÍ MLŽI VS. MLŽI NA NAŠEM ÚZEMÍ

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Pozorovat vybrané druhy lastur mořských mlžů, kteří jsou atraktivní svou morfologií a ekologií.

Porovnat vybrané lastury mořských mlžů s lasturami mlžů na našem území.

Vyplnit pracovní list „Mořští mlži vs. mlži na našem území“ (Příl. 5C).

Časová dotace: 90 min. (2 vyučovací hodiny)

Cíl:

1. Žák popíše základní části lastury mlže.
2. Žák pozoruje morfologicky zajímavé druhy lastur mořských mlžů pod binokulární lupou.
3. Žák porovná vybrané druhy lastur mořských mlžů s vybranými druhy lastur sladkovodních mlžů.
4. Žák porovná ekologii (životní strategie) mořských mlžů se sladkovodními mlži.
5. Žák objasní, k čemu lastura mlži slouží a jakou roli může mít její zbarvení a tvar.

Organizační forma: Samostatná práce; Práce ve dvojicích

Mezipředmětové vazby: -

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; pracovní

Motivace:

Mořské biogenní písky jsou plné drobných lastur mlžů, které jsou svou morfologií velice variabilní. Variabilita vzhledu schránek není náhodná. Právě vzhled schránky je výborným demonstrativním prvkem způsobu života mlžů, jehož formy jsou velice pestré. Způsob ochrany před predátory je prezentován například lasturami kryptického vzhledu v podobě „chlupatého“ periostraka, nebo tzv. divarikátními liniemi u hrabavých mlžů. Výjimkou nejsou schránky, které se vyznačují tzv. byssovými vlákny pro uchycení k pevnému podkladu. Ze vzhledu některých misek dokonce můžeme vyčíst vztahy mlžů s ostatními organismy. Jedním z těchto faktorů je například přítomnost tzv. „vrteb“ v miskách, jakožto stopa po predaci dravých plžů. V písčích mimo jiné nalezneme i lastury raritních mlžů, žijících v symbiotickém vztahu s bakteriemi oxidujícími sulfidy.

Teorie: viz kap. 2.1.3

Pomůcky a materiál:

- binokulární lupa/běžná lupa
- zdroj světla (světlovody s husím krkem)
- Petriho miska
- jemná pinzeta
- krabička na vybraný materiál
- mořský biogenní písek; lastury návky vousaté; slávky jedlé, popř. *Musculus costulatus*; luciny (*Ctena decussata/Lucinella divaricata/Loripes lucinalis*), popř. dosínky (*Dosinia lupinus*) nebo chionky slepičí; škeble rybničné
- pracovní list „Mořští mlži vs. mlži na našem území“ (Příl. 5C)

Pozn. Množství vybraných pomůcek a materiálu se rovná počtu dvojic žáků či celkovému počtu žáků (v závislosti na organizační formě výuky). Pracovní list obdrží každý žák.

Pracovní postup:

1. Vyučující rozdá žákům pracovní listy „Mořští mlži vs. mlži na našem území“ (pro každého žáka jeden).
2. Žáci postupně plní jednotlivé úkoly v pracovním listu:
 - 1) popis základních částí lastury;
 - 2) popis spodní vrstvy lastury;
 - 3) pozorování „chlupatých“ lastur mlžů a lastury škeble rybničné;
 - 4) pozorování lastur mlžů s přichytnými (tzv. byssovými vlákny);
 - 5) pozorování lastur „hrabavých“ mlžů;
 - 6) bonusový úkol: hledání lastur se stopami po predaci (tzv. vrtbami) v mořském biogenním písku.
3. Společná kontrola správnosti vyplněných pracovních listů a ústní sebereflexe žáků.

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků s laboratorní technikou, při pozorování lastur.
- ✓ Kontrola správnosti zhotoveného pracovního listu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo s laboratorní technikou, vyhotovení pracovního listu, co nového se dozvěděli, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) Jak se nazývá spodní vrstva lastury (schránky)?
- 2) K čemu slouží „chlupatá“ svrchní vrstva lastury mlžů? Pro které mořské mlže je typická?
- 3) Jakým způsobem se maskuje škeble rybníčná?
- 4) K čemu mlžům slouží přichytná (tzv. byssová) vlákna? U kterých mlžů se vyskytují?
- 5) K čemu mlžům slouží speciální rýžky (tzv. divarikátní linie) na povrchu lastur?
- 6) Čím jsou způsobeny kulaté otvory (tzv. vrtby) v některých lasturách?

JEŽOVKY A MNOHOŠTĚTINATCI – VÝHRADNĚ MOŘŠTÍ ŽIVOČICHOVÉ**Ročník:** 6.**Vzdělávací oblast dle RVP ZV:** *Člověk a příroda***Úkol:**

Pozorovat schránky ježovek a mnohoštětinatců (rournatců) pod binokulární lupou.

Vyplnit pracovní list „Ježovky a mnohoštětinatci – Výhradně mořští živočichové“ (Příl. 5D).

Časová dotace: 90 min. (2 vyučovací hodiny)**Cíl:**

1. Žák pozoruje schránky ježovek (vnitřní kostra, jehlice) a rournatců pod binokulární lupou.
2. Žák popíše schránku ježovek a uvede, z čeho se skládá.
3. Žák zařadí ježovky a mnohoštětinatce (rournatce) do příslušné taxonomické kategorie na úrovni kmene.
4. Žák uvede základní třídy ostnokožců a kroužkoců a příklady jejich zástupců.

Organizační forma: Samostatná práce; Práce ve dvojicích**Mezipředmětové vazby:** -**Průřezová témata:** Environmentální výchova**Klíčové kompetence:** kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; pracovní**Motivace:**

K moři neodmyslitelně patří výhradně mořští živočichové - ostnokožci, kteří jsou díky svému pestrému vzhledu a tvarům doslova barevné ozdobou mořského dna. Pozůstatky těchto na pohled atraktivních živočichů nalzáme v mořských biogenních pískách nejčastěji v podobě barevných vnitřních koster ježovek nebo jejich úlomků a jehlic. Při bližším pozorování jehlic nás na první pohled zaujme pestrá škála barevných odlesků a jejich poměrně složitá stavba z mnoha radiálně uspořádaných vrstviček. Mezi pozůstatky mořských živočichů rovněž nacházíme schránky mnohoštětinatců – rournatců ve formě

bílých či průsvitných vápenitých rourek. Rourky jsou nejčastěji spirálovitě zakroucené a svým tvarem mohou připomínat bílé ulitky plžů. Díky tomuto poněkud bizarnímu vzhledu schránek, se třída mnohoštětinatců jeví o to zajímavější.

Teorie: viz kap. 2.2 a 2.4

Pomůcky a materiál:

- binokulární lupa/běžná lupa
- zdroj světla (světlovody s husím krkem)
- Petriho miska
- jemná pinzeta
- vybrané schránky mořského biogenního písku:
 - schránky ježovek (vnitřní kostra, jehlice)
 - schránky rournatců (rourky)
- pracovní list „Ježovky a mnohoštětinatci – Výhradně mořští živočichové“ (Příl. 5D)

Pozn. Množství vybraných pomůcek a materiálu se rovná počtu dvojic žáků či celkovému počtu žáků (v závislosti na organizační formě výuky). Pracovní list obdrží každý žák.

Pracovní postup:

1. Vyučující rozdává žákům pracovní listy „Ježovky a mnohoštětinatci – Výhradně mořští živočichové“ (pro každého žáka jeden).
2. Žáci postupně plní jednotlivé úkoly v pracovním listu:
 - 1) popis vnitřní kostry ježovky;
 - 2) pozorování barevných schránek a ostnů ježovek;
 - 3) doplňování textu o ježovkách a rozřazování obrázků jednotlivých tříd ostnokožců;
 - 4) pozorování vápenatých rourek mnohoštětinatců;
 - 5) doplňování textu o mnohoštětinatcích;
 - 6) vypsání skupin kroužkovců dle obrázků;
 - 7) determinace mnohoštětinatce na fotografii.
3. Společná kontrola správnosti vyplněných pracovních listů a ústní sebereflexe žáků.

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků s laboratorní technikou, při pozorování vybraných schránek.
- ✓ Kontrola správnosti zhotoveného pracovního listu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo s laboratorní technikou, vyhotovení pracovního listu, co nového se dozvěděli, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) Z čeho je složena vnitřní kostra ježovek?
- 2) Co je patrné na povrchu schránky (vnitřní kostry) odumřelých ježovek?
- 3) K čemu ježovkám slouží ostny?
- 4) Do kterého kmene se ježovky řadí? A jaké další třídy v tomto kmeni znáš?
- 5) Co znamená pojem „výhradně mořští“ živočichové?
- 6) Mohou kroužkovci vytvářet schránky? Pokud ano, kteří konkrétně?

OPOMÍJENÉ, PŘESTO ÚCHVATNÉ SKUPINY MOŘSKÝCH ŽIVOČICHŮ

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Pozorovat schránky vybraných skupin mořských živočichů (dírkonošci; mechovci; štítkonošci, kelnatky; ramenonožci) pod binokulární lupou.

Vyplnit pracovní list „Opomíjené, přesto úchvatné skupiny mořských živočichů“ (Příl. 5E).

Časová dotace: 90 min. (2 vyučovací hodiny)

Cíl:

1. Žák pozoruje vybrané schránky organismů (dírkonošci; mechovci; štítkonošci, kelnatky; ramenonožci) pod binokulární lupou.
2. Žák popíše základní charakteristické znaky a způsob života dírkonošců.
3. Žák vysvětlí pojem kolonie a uvede příklady koloniálních organismů.
4. Žák objasní pojem horninotvorný význam.

Organizační forma: Samostatná práce; Práce ve dvojicích

Mezipředmětové vazby: -

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; pracovní

Motivace:

V mořských biogenních písčích nalezneme mnoho skupin živočichů, o kterých se učebnice pro žáky ZŠ zmiňují pouze okrajově a nebo vůbec. Veškeré tyto skupiny jsou však svou morfologií, ale i ekologií, velice zajímavé a byla by škoda se jim blíže nevěnovat. Jedno z předních míst co do počtu jedinců mají dírkonošci, kteří se pyšní zejména svou morfologickou variabilitou a typologií schránek. V písčích můžeme pozorovat aglutinované schránky nebo karbonátové (vápenité) schránky sklovitého nebo porcelánovitého vzhledu. Rovněž velice početné jsou povlékavé či mřížkovité kolonie mechovců, připomínající bílé koberce. Narazíme také na třídu štítkonošců, neboli „mořských švábů“, v podobě barevných zalomených destiček ze štítku, a třídu kelnatek, jejichž zahnuté rourkovité schránky připomínají „sloní kel“. Své místo zde má i velice vzácná, starobylá skupina prvohorních živočichů – ramenonožců, jejichž schránky se nápadně podobají lasturám mlžů a může být zajímavé je vzájemně porovnat. Toto praktické cvičení je možné využít jako doplňující prvek běžné výuky, nebo v rámci zájmových přírodovědných kroužků.

Teorie: viz kap. 2.1.4; 2.1.5; 2.5; 2.6 a 2.7

Pomůcky a materiál:

- binokulární lupa/běžná lupa
- zdroj světla (světlovody s husím krkem)
- Petriho miska
- jemná pinzeta
- určovací klíč (doporučení: De Bruyne, 2004; Hayward, et al., 2006)

- vybrané schránky mořského biogenního písku:
 - dírkonošců – *Textularia* sp. (aglutinované typy); *Miniacina miniacea*/*Peneroplis planatus*/*Ammonia* sp./*Amphistegina* sp. (karbonátové typy);
 - mechovců (zooaria) – *Schizoporella* sp. (povlékavé kolonie)/*Sertella septentrionalis* (mřížkovité kolonie)/*Margaretta cereoides* (trubičkovité kolonie);
 - štítkonošců (barevné destičky) – chroustnatka středomořská (*Chiton olivaceus*);
 - kelnatek – *Dentalium* sp.;
 - ramenonožců – *Argyrotheca* sp.
- pracovní list „Opomíjené, přesto úchvatné skupiny mořských živočichů“ (Příl. 5E)

Pozn. Množství vybraných pomůcek a materiálu se rovná počtu dvojic žáků či celkovému počtu žáků (v závislosti na organizační formě výuky). Pracovní list obdrží každý žák.

Pracovní postup:

1. Vyučující rozdává žákům pracovní listy „Opomíjené, přesto úchvatné skupiny mořských živočichů“ (pro každého žáka jeden).
2. Žáci postupně plní jednotlivé úkoly v pracovním listu:
 - 1) pozorování vápenitých a aglutinovaných schránek dírkonošců;
 - 2) odpovědi na otázky, týkající se dírkonošců;
 - 3) pozorování mřížkovitých, povlékavých a trubičkovitých schránek mechovců;
 - 4) přiřazení typu schránky mechovců k obrázkům a odpovědi na otázky (koloniální organismy);
 - 5) pozorování destiček štítkonošců;
 - 6) determinace štítkonošce na obrázku;
 - 7) pozorování schránek kelnatek;
 - 8) odpovědi na otázky, týkající se kelnatek a měkkýšů;
 - 9) pozorování schránky ramenonožce;
 - 10) odpovědi na otázky, týkající se ramenonožců.
3. Společná kontrola správnosti vyplněných pracovních listů a ústní sebereflexe žáků.

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků s laboratorní technikou, při pozorování vybraných schránek.
- ✓ Kontrola správnosti zhotoveného pracovního listu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo s laboratorní technikou, vyhotovení pracovního listu, co nového se dozvěděli, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) Se kterými skupinami mořských organismů ses dnes seznámil/a?
- 2) Schránky jakých typů mohou vytvářet dírkonošci?
- 3) Co jsou to mechovci?
- 4) Uveď příklady koloniálních organismů.
- 5) Pro podobnost se kterým živočichem jsou jinak nazýváni štítkonošci a proč?
- 6) Kterým živočichům se podobají schránky ramenonožců, ačkoliv nejsou vzájemně příbuzní?

5.1.2 CHEMICKÉ POKUSY

Prostřednictvím chemických pokusů se schránkami si žáci lépe uvědomí jejich souvislost se vznikem usazených hornin a jejich důležitost v koloběhu oxidu uhličitého v přírodě. Dále se seznámí se složením schránek plžů a porovnají jejich odolnost u mořských a suchozemských zástupců. Žáci si rovněž osvojí základy práce s laboratorní technikou. K jednotlivým cvičením byly zhotoveny speciální pracovní listy (Příl. 6A – 6C).

PO STOPÁCH VZNIKU VÁPENCŮ ANEB DŮKAZ OXIDU UHLIČITÉHO VE STĚNÁCH ULIT A LASTUR

Ročník: 9.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Dokázat přítomnost oxidu uhličitého v ulitách a lasturách pomocí octového roztoku (8% kyseliny octové, tzn. běžného octu).

Vyplnit pracovní list „Po stopách vzniku organogenních vápenců“ (Příl. 6A).

Časová dotace: 45 min.

Cíl:

1. Žák prokáže přítomnost oxidu uhličitého v mořských ulitách, lasturách a vápenci pomocí octového roztoku.
2. Žák objasní spojitost přítomnosti oxidu uhličitého v ulitách, lasturách a vápenci, a ekologický dopad tohoto jevu.
3. Žák vysvětlí, jakým způsobem vzniká organogenní vápenec.
4. Žák uvede příklady forem výskytu CO₂ v přírodě a objasní jeho vliv na planetu.

Organizační forma: Práce ve dvojicích

Mezipředmětové vazby: Chemie; Zeměpis

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; sociální a personální; občanské; pracovní

Motivace:

Mořští živočichové se schránkou mají pro planetu mnohem větší význam, než je na první pohled patrné. Důkazem je přítomnost oxidu uhličitého ve stěnách schránek, který je do nich postupně ukládán z atmosféry. Nadbytek oxidu uhličitého v atmosféře, který se dostává do vod moří a oceánů, se však těmto živočichům může stát osudným. Důsledkem tohoto jevu totiž dochází k nekontrolovatelnému okyselování vody, které může způsobit rozpouštění schránek. Mořští živočichové se schránkami mají od pradávna geologický význam. Po odumření živočicha se schránka uchová, následně klesne ke dnu a stane se součástí mořských biogenních písků. Kde ale končí jeden příběh, začíná nový, a to samé platí i pro opuštěné schránky svých původních majitelů.

Pomůcky a materiál:

- Petriho miska
- zkumavka
- zápalky
- ocet (8% kyselina octová)
- ulity a lastury mořských biogenních písků
- vápenec
- pracovní list - „Po stopách vzniku organogenních vápenců“ (Příl. 6A)

Pracovní postup:

1. Vyučující instruuje žáky o bezpečnosti práce a vysvětlí, jak budou při pokusu postupovat:
 - 1) Žáci si připraví do jedné Petriho misky ulity a lastury z biogenních mořských písků a do druhé Petriho misky vápenec (postačí úlomek). Drobné ulity a lastury a úlomek vápence si rovněž mohou připravit do dvou širších zkumavek.
 - 2) Následně pomocí kapátka odeberou roztok 8% kyseliny octové (ocet), který postupně aplikují na připravené biogenní materiály v Petriho miskách a pozorují chemickou reakci (tj. šumění).
 - 3) Stejný postup s kyselinou octovou žáci opakují u biogenního materiálu ve dvou zkumavkách. Současně s chemickou reakcí do každé zkumavky opatrně umístí hořící zápalku (stačí podržet hořícím koncem směrem dovnitř) a sledují, co se stane (zápalka by měla zhasnout působením vylučovaného oxidu uhličitého z biogenního materiálu).
2. Vyučující rozdá žákům pracovní listy „Po stopách vzniku organogenních vápenců“ (každému žákovi jeden) a dá pokyn k jeho vypracování. Žáci mohou nadále pracovat ve dvojicích.
3. Společná kontrola pracovního listu.

Reflexe:

- ✓ Kontrola provádění chemického pokusu žáky.
- ✓ Kontrola správnosti vyplnění pracovního listu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo ve dvojici, co se dařilo/co se nedařilo, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) Který prvek se uvolnil při chemické reakci kyseliny octové se schránkami a vápencem?
- 2) Zdůvodni přítomnost CO₂ v mořských ulitách, lasturách a dalších vápenatých schránkách.
- 3) Vysvětlí, jakým způsobem vzniká organogenní vápenec.
- 4) Uveď alespoň 3 příklady forem výskytu CO₂ v přírodě a objasni jeho vliv na planetu.

ODOLNOST ULIT MOŘSKÝCH A SUCHOZEMSKÝCH PLŽŮ

Ročník: 9.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Sledovat odolnost schránek mořského a suchozemského plže, při kontaktu s 8% kyselinou octovou, 0,5% kyselinou chlorovodíkovou a 15% hydroxidem sodným.

Vyplnit pracovní list „Odolnost schránek mořských a suchozemských plžů“ (Příl. 6B).

Vyplnit pracovní list „Struktura schránek a její rozmanitost“ (Příl. 6C).

Časová dotace: 90 min. (2 vyučovací hodiny)

Cíl:

1. Žák pozorně sleduje chemický pokus, týkající se odolnosti vybraných schránek plžů, prováděný vyučujícím.
2. Žák porovná odolnost vybraných schránek plžů, na základě výsledků chemického pokusu.
3. Žák vysvětlí základní funkci schránek plžů.
4. Žák popíše vrstvy schránek plžů a mlžů.
5. Žák uvede příklady skupin živočichů s redukovanou schránkou a objasní, jakým způsobem se mohou chránit před predátory.

Organizační forma: Samostatná práce

Mezipředmětové vazby: Chemie; Matematika

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní

Motivace:

Mořské biogenní písčky se skládají ze schránek mnoha skupin živočichů. Schránky plní velice důležitou funkci - slouží k ochraně živočichů před predátory nebo k opoře těla. Stěžejním faktorem je proto jejich složení a struktura, udávající pevnost a odolnost. Společnou základní složkou je uhličitán vápenatý. Ačkoliv je složení u různých typů schránek z velké části totožné, vzájemně se odlišují svým zbarvením, velikostí, tvarem, ale i tloušťkou a tvrdostí stěn. Tvrdost a mikrostruktura schránky se odvíjí od způsobu její krystalizace. Vznik vápenitých krystalků závisí na množství vápníku obsaženém v těle živočicha. Na výsledném materiálu schránky se často podílí i další faktory, jako je strava, pohlavní hormony, životní strategie, teplota prostředí nebo kyselost vody.

Pomůcky a materiál:

- 8% roztok kyseliny octové (ocet)
- 0,5% roztok kyseliny chlorovodíkové
- 15% roztok hydroxidu sodného (louhu)
- gumové ochranné rukavice
- ochranné brýle
- laboratorní plášť

- jemná pinzeta
- skleněná nálevka
- kádinky (3 ks)
- drobné schránky plžů z mořského biogenního písku
- schránky hlemýždě zahradního a páskovky keřové – 3 ks od každého druhu
- pracovní list I - „Odolnost ulit mořských a suchozemských plžů“ (Příl. 6B)
- pracovní list II „Struktura schránek a její rozmanitost“ (Příl. 6C)

Pracovní postup:

1.vyučovací hodina – Odolnost ulit mořských a suchozemských plžů

1. Vyučující názorně před žáky provede chemický pokus:
 - 1) Připraví si 3 skleněné kádinky.
 - 2) Do každé kádinky nalije pomocí skleněné nálevky 50 ml jednoho připraveného roztoku (1. roztok 8% kyseliny octové; 2. roztok 0,5% kyseliny chlorovodíkové; 3. roztok 15% hydroxidu sodného).
 - 3) Pomocí pinzety umístí do každého roztoku vybrané schránky živočichů (viz výše). V každé kádince budou shodné druhy a shodný počet schránek.
2. Vyučující společně s žáky vyhodnotí chemický pokus odolnosti vybraných schránek (vyjmutí schránek z roztoků, porovnání odolnosti stěn ulit mořských a suchozemských plžů).
3. Žáci samostatně vyplní pracovní list - „Odolnost ulit mořských a suchozemských plžů“
4. Společná kontrola pracovního listu.

2.Vyučovací hodina – Struktura schránek a její rozmanitost

1. Vyučující rozdá žákům pracovní listy „Struktura schránek a její rozmanitost“ (pro každého žáka jeden).
2. Žáci postupně plní jednotlivé úkoly v pracovním listu:
 - 1) doplnění chemických rovnic;
 - 2) křížovka;
 - 3) živočichové s redukovanou schránkou;
 - 4) pozorování „neviditelných ulit“ zadožábřých plžů;
 - 5) geologické okénko.
3. Společná kontrola správnosti vyplněných pracovních listů a ústní sebereflexe žáků.

Reflexe:

- ✓ Kontrola správnosti vyplnění pracovního listu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo, co se dařilo/co se nedařilo, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) Z kolika vrstev se skládá schránka plžů a čím jsou tvořeny?
- 2) Která ze tří vrstev schránky plžů je nejodolnější?
- 3) Vysvětli pojem „redukce schránky“ a uveď příklady živočichů s redukovanou schránkou.
- 4) Jaký způsob ochrany proti predátorům využívají plzáci?

5.1.3 DIDAKTICKÉ HRY

Prostřednictvím didaktických her se žáci zábavnou formou blíže seznámí s mořskými biogenními písčky. Využita je badatelsky orientovaná výuka, speciálně sestavené pexeso (Příl. 7B, 7C), hra s kartičkami (Příl. 7D) a kvíz v softwarové aplikaci Kahoot! (webový odkaz je součástí konkrétního cvičení). Žáci si na vlastní kůži vyzkouší práci s mořskými biogenními písčky, osvojí si základy práce s binokulární/běžnou lupou, určovacím klíčem, odlišují jednotlivé schránky pomocí základních determinačních znaků a orientují se v obecných charakteristikách vybraných skupin mořských živočichů (resp. rostlin). Ke cvičení s badatelsky orientovanou výukou byl vytvořen speciální pracovní list (Příl. 7A).

BADATELSKÉ TÝMY MOŘSKÝCH BIOLOGŮ

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Najít a identifikovat vybrané druhy schránek z mořského biogenního písčku na základě stanovených indicií (morfologické nápadné znaky) (Příl. 7A).

Determinovat vybrané druhy schránek z mořského biogenního písčku pomocí určovacího klíče a vyplnit pracovní list (Příl. 7A).

Časová dotace: 45 min.

Cíl:

1. Žák identifikuje vybrané druhy schránek mořských živočichů na základě stanovených indicií.
2. Žák determinuje vybrané druhy schránek mořských živočichů pomocí určovacího klíče.
3. Žák vyhledá a doloží informace z určovacího klíče o vybraných druzích schránek mořských živočichů.
4. Žák se aktivně zapojuje při skupinové práci.
5. Žák vyjadřuje své názory a zároveň respektuje názory druhých.

Organizační forma: Skupinová práce; Projektová výuka

Mezipředmětové vazby: Zeměpis; Matematika

Průřezová témata: Environmentální výchova; Osobnostní a sociální rozvoj

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; sociální a personální; občanské; pracovní

Motivace:

V mořských biogenních písčích nejčastěji narazíme na ulity plžů a lastury mlžů, jejichž početnost a druhová variabilita je nejhojnější. Hojné jsou rovněž sklovité, porcelánovité a tektinové (zrníčkovité) schránky méně známých jednobuněčných organismů zvaných dírkonošci, nebo kolonie mechovek. Jsme-li pozorní, můžeme se setkat s pozůstatky vnitřní kostry ježovek v podobě celých nebo úlomkovitých krunýřů a jehlic. Vzácností nejsou ani vápenité zakroucené rourky mnohoštětinatců nebo barevné odlomené destičky štítkonošců.

O které konkrétní druhy se ale jedná? A podle kterých znaků je rozpoznat? To jsou otázky hodné badatelských týmů, těch nejlepších mořských biologů!

Pomůcky a materiál:

- schránky z mořského biogenního písku (drobné ulity, lastury, krunýře a jehlice, rourky mnohoštětinatců, schránky dírkonošců, popř. destičky štítkonošců), z toho musí být obsaženy 3 následující druhy pro determinaci:
 - 1) Jehlanka (*Bittium* sp.)
 - 2) Návka vousatá
 - 3) Ježovka dlouhoostná
- malé plastové krabičky (6 – 7 ks do každé skupiny)
- lupa (každý žák by měl mít svoji/ alespoň 1 ks do každé skupiny)
- jemná pinzeta (4 ks do každé skupiny)
- pracovní list – „Badatelské týmy mořských biologů“ (obsahují indicie k identifikaci schránek a vybrané druhy pro determinaci) (Příl. 7A)
- určovací klíče (doporučení: Hayward, et al., 2006; De Bruyne, 2004 – pouze plži, mlži; možné je využití teoretické části (viz kap. 2) a fotografií schránek z této diplomové práce (Příl. 1 - 4)

Pracovní postup:

1. Žáci se rozdělí do čtyřčlenných (v případě projektového vyučování tříčlenných) heterogenních skupin neboli „badatelských týmů mořských biologů“.
2. Každá skupina má k dispozici směs vybraných schránek z mořského písku, pinzety, plastové krabičky (na rozřazení schránek) a pracovní listy (pro každého žáka jeden).
3. Všechny skupiny „badatelských týmů“ postupně plní úkoly v pracovních listech (úkoly jsou pro skupiny homogenní):
 - 1) Rozřadit směs schránek do menších plastových krabiček na základě příslušných skupin živočichů, kterým náleží (např. ulity – plži, lastury – mlži, apod.).
 - 2) Najít a identifikovat vybrané druhy schránek z mořského biogenního písku na základě stanovených indicií (morfologické nápadné znaky).
 - 3) Determinovat vybrané druhy schránek z mořského biogenního písku pomocí určovacího klíče.
 - 4) Zodpovědět bonusovou otázku.
4. Vyhodnocení skupinové práce, kontrola splněných úkolů (kritérium: kvalita a kvantita identifikovaných a determinovaných schránek), reflexe a sebereflexe žáků.

Pozn. Toto praktické cvičení lze rovněž realizovat formou projektové a kooperativní výuky, s cílem vytvořit projekt badatelských týmů v podobě „vědeckého“ posteru. Každý žák v týmu plní stanovený úkol, tzn. nejprve všichni žáci roztrídí schránky ze směsi písku do krabiček; poté každý žák na základě indicií identifikuje jednu ze schránek, kterou následně determinuje a dohledá o ní základní informace. Nakonec každý z žáků nakreslí svou schránku na poster, uvede k ní název a základní dohledané informace. Svůj zhotovený poster pak badatelské týmy společně prezentují ostatním spolužákům.

Reflexe:

- ✓ Kontrola průběhu skupinové práce (jak se žáci zapojují, jak zvládají plnění úkolů).
- ✓ Kontrola výsledků skupinové práce – správnost rozřazení, identifikace a determinace vybraných schránek.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim ve skupině pracovalo, zhodnocení výsledku skupinové práce).

Kontrolní otázky:

- 1) Se schránkami kterých živočichů ses dnes setkal/a ve skupinové práci?
- 2) Dle kterých znaků nejčastěji jednotlivé schránky rozpoznáváme a určujeme?
- 3) Jak se nazývá odborná příručka, kterou lze využít při určování schránek?
- 4) Která schránka ti přijde svým vzhledem (morfologickými znaky) nejzajímavější a proč?
- 5) Jak se ti pracovalo ve tvém „badatelském týmu“? Co tě bavilo nejvíce?

PEXESO – MIKROSKOPICKÝ SVĚT MOŘSKÝCH PÍSKŮ ZE STŘEDOMOŘÍ**Ročník:** 6.**Vzdělávací oblast dle RVP ZV:** *Člověk a příroda***Úkol:**

Najít co nejvíce shodných dvojic karet pexesa (obrázek + obrázek (Příl. 7B); obrázek + pojem (Příl. 7C)).

Časová dotace: 30 min. (odvíjí se od počtu zúčastněných hráčů)**Cíl:**

1. Žák vyhledá a správně přiřadí co nejvíce dvojic karet (obrázek + obrázek; obrázek + pojem).
2. Žák rozlišuje vybrané druhy schránek a stélek mořských biogenních písků na základě morfologických znaků.
3. Žák zařadí vybrané druhy schránek a stélek do příslušné taxonomické skupiny organismů na úrovni kmene a třídy.

Organizační forma: Skupinová práce; Práce ve dvojicích**Mezipředmětové vazby:** Zeměpis**Průřezová témata:** Environmentální výchova; Osobnostní a sociální výchova**Klíčové kompetence:** kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; sociální a personální**Motivace:**

Poznávání podmořského světa a především upevnování již nabytých znalostí, je možné realizovat i zábavnou formou v podobě hry. Z tohoto důvodu bylo pro tuto tematiku vytvořeno speciální pexeso - Mikroskopický svět mořských písků ze Středomoří, přizpůsobené věku žáků 2. stupně ZŠ. V pexesu nalezneme zajímavé fotografie schránek živočichů a stélek rostlin v párové variantě nebo tvořící pár s pojmy, které se k nim bezprostředně vztahují. Pexeso lze tedy hrát ve dvou variantách. Díky spojování

jednotlivých dvojic – fotografie + fotografie, nebo fotografie + pojem, se žáci seznámí s vybranými druhy mořských živočichů (včetně taxonomického zařazení), nové poznatky si snadněji ukotví a zároveň procvičí. Pro vyučujícího je tato didaktická hra výborným nástrojem pro bezprostřední reflexi konceptů žáků.

Pomůcky a materiál:

- pexeso I – „Mikroskopický svět mořských písků ze Středomoří“ (Příl. 7B)
- pexeso II - „Mikroskopický svět mořských písků ze Středomoří“ (Příl. 7C)

Pracovní postup:

1. Žáci se rozdělí do skupin (max. čtyřčlenných) nebo dvojic.
2. Promíchají kartičky pexesa a rozmístí je lícem dolů na plochu lavice.
3. Následně zahájí hru:
 - 1) Každý žák postupně otáčí dvojice karet.
 - 2) Cílem je nalézt co nejvíce shodných dvojic, tj. obrázek + obrázek/obrázek + pojem, který se k němu vztahuje (např. kartička s obrázkem ulity jehlanky + kartička s pojmem „jehlanka, kmen: měkkýši, třída plži“).
 - 3) Vítězem se stává žák, který nasbírá nejvíce shodných dvojic.

Reflexe:

- ✓ Kontrola průběhu didaktické hry (pexeso).
- ✓ Kontrola výsledku didaktické hry – počet nasbíraných dvojic u jednotlivých žáků.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim ve hře dařilo, zhodnocení výsledku hry – počet nasbíraných dvojic karet).

Kontrolní otázky:

- 1) Se schránkami kterých živočichů ses v pexesu setkal/a?
- 2) Se stélkami kterých rostlin ses v pexesu setkal/a?
- 3) Který obrázek tě nejvíce zaujal a proč?
- 4) Kolik shodných dvojic kartiček pexesa (obrázek + pojem) jsi během hry získal/a?

HRA S KARTIČKAMI – ŽIVOČICHOVÉ A ROSTLINY MOŘSKÉHO DNA

Pozn. Toto cvičení bylo sestaveno dle námětu viz Vágnerová et al. (2019, s. 52).

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Úkol č. 1 Roztřídit kartičky s pojmy na základě vzájemné souvislosti

Úkol č. 2 Přiřadit kartičky s pojmy na základě vzájemné souvislosti.

Úkol č. 3 Vysvětlit pojem na kartičce.

Úkol č. 4 Najít související pojem.

Časová dotace: 10 – 30 min. (individuální, v závislosti na typu a množství plněných úkolů)

Cíl:

1. Žák rozlišuje vybrané mořské zástupce a skupiny živočichů a rostlin na bázi taxonomické kategorie, základních morfologických a anatomických znaků, a ekologie.
2. Žák charakterizuje vybrané skupiny živočichů a rostlin a uvede příklady mořských zástupců.
3. Žák vysvětlí odborné pojmy, související s charakteristikou skupin z hlediska morfologie, anatomie, a ekologie.

Organizační forma: Skupinová práce; Práce ve dvojicích; Samostatná práce

Mezipředmětové vazby: -

Průřezová témata: Environmentální výchova; Osobnostní a sociální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; sociální a personální

Motivace:

Didaktická hra s kartičkami - „Živočichové a rostliny mořského dna“ obsahuje vybrané taxonomické skupiny živočichů a rostlin, kteří jsou součástí mořských písků. Součástí sady jsou konkrétní zástupci, charakteristické znaky z hlediska morfologie a anatomie, a ekologické pojmy. Cílem kartiček je demonstrovat žákům pohled na vybranou faunu a flóru mořského dna, provázanou s obsahem mořských písků. Kartičky se dají využít mnoha způsoby, od třídění, tvorby pojmových map a přiřazování, po vysvětlování konkrétních pojmů či hledání pojmů souvisejících. Didaktickou hru je vhodné zařadit po absolvování praktických cvičení s využitím mořských biogenních písků, ale i jako souhrnné opakování do běžné výuky. Žáci si tak zábavnou formou procvičí a ukotví znalosti o mořských ekosystémech, a vyučujícímu se dostane potřebná reflexe o zvládnutí učiva žáky.

Pomůcky a materiál:

- sada kartiček „Živočichové a rostliny mořského dna“ (1 sada do každé skupiny) (Příl. 7D)

Pozn. Kartičky s pojmy se mohou pojít s vícero dalšími kartičkami (tj. ne vždy pouze právě s jednou).

Úkol č. 1 Roztřídit kartičky s pojmy na základě vzájemné souvislosti

Pracovní postup:

1. Žáci se rozdělí do skupin (ideálně po 4).
2. Vyučující rozdává vybrané kartičky/kompletní sadu kartiček (dle konkrétního úkolu) do každé skupiny.
3. Žáci ve skupině plní jeden nebo více z následujících úkolů:
 - a) Třídění kartiček zástupců do taxonomických skupin, ke kterým náleží.
Žáci obdrží kartičky zástupců a kartičky taxonomických skupin.
 - b) Třídění kartiček zástupců do skupin z hlediska příbuznosti.
Žáci obdrží pouze kartičky zástupců, které roztrídí do skupin z hlediska příbuznosti, a samostatně pojmenují jednotlivé taxonomické skupiny.
 - c) Třídění kartiček zástupců dle způsobu života (ekologie).

Žáci obdrží kartičky zástupců a kartičky z oblasti ekologie – např. způsob stravování; místo výskytu; způsob rozmnožování, apod.

- d) Třídění kartiček obecných charakteristických znaků do taxonomických skupin.
Žáci obdrží kartičky obecných charakteristických znaků vybraných taxonomických skupin a kartičky taxonomických skupin.
- e) Tvorba pojmové mapy ze všech kartiček.
Žáci obdrží kompletní sadu kartiček, ze které vytvoří pojmovou mapu na základě logické souvislosti.

4. Společná kontrola výsledků skupinové práce, reflexe.

Úkol č. 2 Přiřadit kartičky s pojmy na základě vzájemné souvislosti.

Pracovní postup:

1. Žáci se rozdělí do skupin (ideálně po 4).
2. Vyučující rozdá vybrané kartičky/kompletní sadu kartiček (dle konkrétního úkolu) do každé skupiny.
3. Žáci ve skupině plní jeden nebo více z následujících úkolů:
 - a) Přiřazení charakteristických znaků zástupců ke konkrétním zástupcům.
Žáci obdrží kartičky zástupců a kartičky s determinacími znaky zástupců, které k nim přiřazují.
 - b) Výběr zástupců dle zbarvení schránky.
Žáci obdrží kartičky zástupců, ze kterých vybírají zástupce dle zbarvení schránky. (Příklad znění úkolu: Vyberte pouze takové zástupce, jejichž schránky nesou zelené zbarvení; hnědé zbarvení; růžové zbarvení; bílé zbarvení; smetanové zbarvení; fialové zbarvení; průsvitné, apod.).
 - c) Výběr horninotvorných zástupců/skupin živočichů.
Žáci obdrží kartičky se zástupci (náročnější varianta) či kartičky s taxonomickými skupinami živočichů na úrovni kmene, třídy, apod. (jednodušší varianta).
 - d) Výběr výhradně mořských skupin živočichů.
Žáci obdrží kartičky s taxonomickými skupinami živočichů.
4. Společná kontrola výsledků skupinové práce, reflexe.

Úkol č. 3 Vysvětlit pojem na kartičce.

Pracovní postup:

1. Každý žák si vylosuje jednu kartičku:
 - a) s pojmem, který vlastními slovy vysvětlí;
 - b) se zástupcem, kterého zařadí do příslušné taxonomické skupiny.

Vybrané pojmy:

- 1) ulita
- 2) lastura
- 3) perleťová vrstva
- 4) krunýř (karapax)
- 5) vnitřní kostra

Vybraní zástupci:

- 1) Jehlanka
- 2) Bažantovka
- 3) Smaragdia
- 4) Kotouček
- 5) Přílipka

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 6) redukce schránky | 6) Ostranka |
| 7) radula | 7) Homolice |
| 8) zámek | 8) Retusa |
| 9) ekdyze (svlékání) | 9) Chroustnatka středomořská |
| 10) hlavohrud' | 10) Kelnatka |
| 11) chitin | 11) Návka vousatá |
| 12) regenerace | 12) Slávka |
| 13) parapodia se štětinkami | 13) Lucina |
| 14) plankton | 14) Kardita |
| 15) kolonie | 15) Chionka |
| 16) býložravci | 16) Rak poustevníček |
| 17) predace | 17) Krab |
| 18) kanibalismus | 18) Ježovka dlouhoostná |
| 19) parazitismus | 19) Ježovka černá |
| 20) producenti | 20) Rournatec |
| 21) hermafrodit | 22) Dírkovec |
| 22) gonochorista | 21) Dírkovec korálovitý |
| 23) stélka | 23) Mechovka |
| 24) chlorofyl | 24) Ramenonožec |
| 25) fotosyntéza | 25) Ruducha |

Úkol č. 4 Najít související pojem.

Pracovní postup:

1. Každý žák si vylosuje jednu kartičku s pojmem; zástupcem; taxonomickou kategorií.
2. Žáci hledají spolužáka, který má pojem související.
3. Dvojice žáků vysvětlí, jak jejich pojmy vzájemně souvisejí a jaký je mezi nimi vztah.

Při hledání souvisejících pojmů lze kombinovat kartičky s taxonomickými skupinami s charakteristickými znaky skupin; kartičky se zástupci s determinačními znaky zástupců; ekologické pojmy (prostředí, způsob stravování, způsob rozmnožování) se zástupci či taxonomickými skupinami; kartičky se zástupci se zbarvením schránek, apod.

Žáci při hledání souvisejících pojmů mohou rovněž tvořit trojice až několikačetné skupiny.

Reflexe:

- ✓ Kontrola průběhu skupinové práce/samostatné práce/práce ve dvojicích (jak se žáci zapojují; jak zvládají plnění úkolů).
- ✓ Kontrola výsledků skupinové práce – správnost třídění, přiřazování a výběru pojmů.
- ✓ Kontrola výsledků samostatné práce – správnost vysvětlení pojmu či taxonomického zařazení zástupce.
- ✓ Kontrola práce ve dvojicích – správnost vyhledání souvisejícího pojmu a objasnění souvislosti.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo ve skupině, zhodnocení výsledku skupinové práce).

Doplňující otázky:

- 1) Kterou další třídu měkkýšů, kromě plžů a mlžů, ještě znáš?
- 2) Vyjmenuj charakteristické znaky hlavonožců a uveď příklady zástupců.
- 3) Které další třídy ostnokožců, kromě ježovek, ještě znáš?
- 4) Vyjmenuj charakteristické znaky hvězdic a uveď příklady zástupců.
- 5) Uveď příklady mnohoštětinatců, kteří nevytvářejí vápenaté rourky.
- 6) Uveď, které další podkmeny živočichů, kromě korýšů, dále řadíme do kmene členovců.
- 7) Které další třídy korýšů, kromě rakovců, ještě znáš?
- 8) Uveď příklady sladkovodních druhů rakovců.
- 9) Které další vodní organismy, kromě mechovců, vytváří kolonie?
- 10) Vyjmenuj další skupiny řas, kromě ruduch.

MOŘSKÉ BIOGENNÍ PÍSKY V SOFTWAREVÉ APLIKACI KAHOOT!

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Prokázat znalosti v oblasti vybraných skupin mořských živočichů a rostlin zodpovězením kvízu.

Časová dotace: 25 – 30 min.

Cíl:

1. Žák samostatně zodpoví online kvíz, v softwarové aplikaci Kahoot!
2. Žák prokáže znalosti v oblasti vybraných skupin mořských živočichů (plžů, mlžů; ježovek; mnohoštětinatců; rakovců; dírkonošců), jejichž schránky jsou součástí mořských biogenních písků.
3. Žák prokáže znalosti v oblasti vybraných skupin rostlin (řas), jejichž stélky jsou součástí mořských biogenních písků.

Organizační forma: Samostatná práce

Mezipředmětové vazby: Anglický jazyk

Průřezová témata: Environmentální výchova

Motivace:

Využívání digitálních technologií ve výuce se v dnešní době stává téměř denní rutinou. Výuka je pro žáky atraktivnější a opakování učební látky může být zábavou. K účelům zopakování či ověření znalostí učiva, zaměřeného na oblast vybraných skupin mořských živočichů a rostlin, byl sestaven veřejně dostupný online kvíz, v softwarové aplikaci Kahoot! Kvíz je vázán k využívání mořských biogenních písků ve výuce přírodopisu na 2. stupni základní školy a vychází z obsahu předchozích návrhů praktických cvičení, obsažených v této práci. Zábavný kvíz lze využít jako pomyslné zakončení takto orientovaných praktických cvičení. Vhodný však může být i jako zajímavé obohacení běžné výuky přírodopisu nebo přírodovědného zájmového kroužku.

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní

Pomůcky a materiál:

- počítač s dataprojektorem
- chytrý mobilní telefon/tablet s wi-fi připojením (pro každého žáka)
- kvíz v softwarové aplikaci Kahoot!

Odkaz zde: <https://create.kahoot.it/share/morske-biogenni-pisky-v-aplikaci-kahoot/ac373587-1979-40d3-b71f-2b2d5d6d5e86>

Pracovní postup:

1. Vyučující si na počítači vyhledá webovou adresu: <https://create.kahoot.it/share/morske-biogenni-pisky-v-aplikaci-kahoot/ac373587-1979-40d3-b71f-2b2d5d6d5e86> a na této adrese se zároveň přihlásí do softwarové aplikace Kahoot! pomocí zeleného tlačítka „Log in“ v pravém horním rohu.
2. Žáci si ve svém chytrém telefonu či tabletu vyhledají webovou adresu aplikace Kahoot! pro zúčastnění se kvízu: <https://kahoot.it/> a čekají na pokyny od vyučujícího.
3. Vyučující po přihlášení spustí kvíz pomocí modrého tlačítka „Start“ v levé části obrazovky, čímž se na obrazovce vygeneruje kód.
4. Žáci zadají tento kód do prázdného okénka uprostřed obrazovky jejich chytrého telefonu či tabletu a tím jsou přizváni do kvízu.
5. Následně si žáci zadají do prázdného políčka své jméno, pod kterým budou viditelné jejich výsledky v průběhu kvízu i na jeho konci.
6. Po načtení všech přihlášených žáků do kvízu (jejich celkový počet je viditelný v pravém dolním rohu obrazovky u vyučujícího), může vyučující spustit samotný kvíz, opět tlačítkem „Start“ (v pravém horním rohu).
7. Na obrazovce u vyučujícího se vždy objeví znění otázky, na jejíž zodpovězení mají žáci zpravidla 20 sekund. Odpovědi jsou buďto ve formě výběru ze 4 možností (vždy pouze 1 odpověď správná) nebo výběru, zda je tvrzení pravdivé („true“) či nepravdivé („false“).
8. Po zodpovězení každé otázky se vždy na obrazovce (u vyučujícího) nejprve objeví správné řešení otázky a následně průběžné výsledky žáků. Pro pokračování k další otázce vždy vyučující zmáčkne tlačítko „Next“ (v pravém horním rohu).
9. Na konci kvízu se automaticky vyhodnotí správně a špatně zodpovězené otázky u každého žáka a tři nejlepší žáci se zobrazí na stupni vítězů s celkovým počtem získaných bodů.

Reflexe:

- ✓ Průběžné vyhodnocování výsledků kvízu u každého žáka.
- ✓ Závěrečné vyhodnocení výsledků žáků (počet správně a špatně zodpovězených otázek).

Kontrolní otázky:

- 1) Myslíš si, že byl kvíz příliš náročný? Pokud ano, která otázka ti dělala největší problém?
- 2) Která otázka tě nejvíce zaujala?
- 3) Uvítal/a bys více takových kvízů?

5.1.4 PRACOVNÍ ČINNOSTI

Mořské biogenní písky se dají využít i v rámci mnoha kreativních činností, během nichž se žáci nejen seznámí s jejich složením, ale zároveň rozvíjí svoji tvořivost, nápaditost a manuální zručnost. Příkladem těchto činností může být výroba dekorativních předmětů či šperků. Podmínkou proveditelnosti je však větší velikost jednotlivých schránek.

KREATIVNÍ VYUŽITÍ BIOGENNÍCH MOŘSKÝCH PÍSKŮ

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda; Člověk a svět práce*

Úkoly:

Úkol č. 1 Výroba nástěnného obrázku ze schránek mořských písků

Úkol č. 2 Výroba dekorativní lahvičky z drobných schránek mořských písků

Úkol č. 3 Výroba dekorativní krabičky ze schránek mořských písků

Úkol č. 4 Zdobení rámečku na fotografie schránkami mořských písků

Úkol č. 5 Výroba přívěsku či šperku s využitím schránek z mořských písků

Časová dotace: 45 min. (na každý úkol)

Organizační forma: Samostatná práce

Mezipředmětové vazby: Pracovní činnosti; Výtvarná výchova

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence pracovní; komunikativní

Motivace:

Mořské biogenní písky jsou plné těch nejrůznějších pokladů, které nám podmořský svět může nabídnout. Podíváme-li se zblízka, spatříme mnoho prázdných schránek nebo jejich úlomků - od drobných ulit, lastur, vnitřních koster, jehlic, rourek, destiček, až po spirálovité, korálkovité porcelánovité, sklovité nebo zrníkovité schránky dírkonošců, či mřížkovité, keříčkovité a povlékavé kolonie mechovek. Veškeré tyto schránky jsou již pouhou vzpomínkou na jejich původní majitele, po jejichž smrti zůstaly opuštěné v písku na dně moří. Schránky navíc hrají nejrůznějšími barvami, tvary a velikostmi, což oku velice lahodí. Byla by proto škoda je znovu nevyužít, například k výrobě dekorativního předmětu či šperku, který nám bude dělat radost po dobu mnoha let.

Úkol č. 1 Výroba nástěnného obrázku z drobných schránek mořských písků

Cíl:

1. Žák samostatně vybere zajímavé schránky živočichů z mořského písku.
2. Žák uvede příklady schránek, které lze v mořském písku nejčastěji nalézt.
3. Žák vytvoří nástěnný obrázek z esteticky vylepených drobných schránek živočichů (ve stylu mandaly) nebo imitaci mořského dna.
4. Žák samostatně zhodnotí vlastní práci.

Pomůcky a materiál:

- kreslicí karton (A4/A5)
- obrázky mořských živočichů a rostlin k vystřížení
- nůžky
- lepidlo (Herkules; vhodná je tavná lepicí pistole)
- tužka, pastelky, štětce, vodové barvy/tempery/akrylové barvy
- mořský biogenní písek s většími schránkami (min. 1 cm)
- jemná pinzeta
- krabičky na vybrané schránky (možnost využití plastových krabiček na korálky, apod.)

Pracovní postup:

- a) Mandala ze schránek mořských živočichů (viz obr. 1 – 4)
 1. Žáci samostatně vyberou větší kusy schránek (min. 1 cm ze směsi mořského písku pomocí jemné pinzety (výběr takových schránek, které je nejvíce zaujmou svým zbarvením či tvarem).
 2. Vybrané schránky z písku si roztřídí do jednotlivých krabiček pro lepší přehlednost (zvláště ulity, lastury, schránky ostnokožců, apod.).
 3. Následně si žáci připraví čistý kreslicí karton, na který si vyskládají (předpřipraví) estetický obrazec z vybraných schránek ve tvaru mandaly.
 4. Po vyskládání, tj. přípravě celého obrazce, postupně začnou jednotlivé schránky na kreslicí karton lepit.
 5. Výsledný obrázek lze zarámovat a využít jej jako dekorativní předmět na stěnu.
- b) Obrázek mořského dna (viz obr. 5)
 1. Žáci samostatně vyberou větší kusy schránek (min. 1 cm ze směsi mořského písku pomocí jemné pinzety (výběr takových schránek, které je nejvíce zaujmou svým zbarvením či tvarem).
 2. Vybrané schránky z písku si roztřídí do jednotlivých krabiček pro lepší přehlednost (zvláště ulity, lastury, schránky ostnokožců, apod.).
 3. Následně si žáci připraví čistý kreslicí karton, jehož horní polovinu nabarví modrou barvou (znázorňující vodu pod mořskou hladinou).
 4. Na dolní polovinu zaschlého kreslicího kartonu nanesou lepidlo a vysypou ji jemným mořským písečkem. Vybrané větší schránky pak esteticky nalepí na plochu s písečkem, který znázorňuje mořské dno.
 5. Na připravený podklad mořského dna pak nalepí vystřížené obrázky mořských živočichů a rostlin, které následně vybarví (obrázky si mohou i sami namalovat).

Fotografie:



Obrázek 1 Mozaika ze schránek



Obrázek 2 Mozaika ze schránek



Obrázek 3 Mozaika ze schránek



Obrázek 4 Mozaika ze schránek



Obrázek 5 Obrázek mořského dna

Úkol č. 2 Výroba dekorativní lahvičky z drobných schránek mořských písků

Cíl:

1. Žák samostatně vybere zajímavé schránky živočichů z mořského písku pomocí pinzety.
2. Žák uvede příklady schránek, které lze v mořském písku nejčastěji nalézt.
3. Žák vytvoří dekorativní lahvičku z drobných schránek mořského písku.
4. Žák samostatně zhodnotí vlastní práci.

Pomůcky a materiál:

- malá skleněná dekorativní lahvička s korkovým uzávěrem (velikost 3 cm)
- jutový/lněný provázek
- koženková šňůrka (v případě využití lahvičky jako přívěsku)
- mořský biogenní písek s min 0,5 cm velkými schránkami
- jemná pinzeta
- lupa (v případě výběru drobnějších schránek z písku)
- zdroj světla - lampička/světlovody s husím krkem (v případě výběru schránek z písku)
- krabičky na vybrané schránky (možnost využití plastových krabiček na korálky, apod.)
- cedník (v případě využití jemnějšího písečku k výplni mezer mezi schránkami v lahvi)

Pracovní postup:

1. Žáci samostatně vyberou jednotlivé schránky ze směsi mořského písku s použitím lupy a jemné pinzety (výběr takových schránek, které je nejvíce zaujmou svým zbarvením či tvarem).
2. Vybrané schránky z písku si roztřídí do jednotlivých krabiček pro lepší přehlednost (zvláště ulity, lastury, rourky, schránky ostnokožců, apod.).
3. Následně si žáci připraví malou skleněnou lahvičku, kterou postupně naplní vybranými schránkami (využívají při tom estetičnost v barvách, typech, tvarech či velikostech jednotlivých schránek).
4. Mezery v lahvičce mezi schránkami mohou vyplnit jemným přeceděným písečkem.
5. Naplněnou lahvičku pevně uzavrou korkovým uzávěrem.
6. Na závěr si žáci ustříhnou kousek jutového či lněného provázku, který využijí na ozdobení hrdla lahvičky v podobě jednoduché mašle.
7. V případě využití lahvičky jako přívěsku/náhrdelníku žáci využijí koženkovou šňůrku, kterou přeloží na půl a v místě jejího přeložení ji přiloží ze spodu korkového uzávěru, kterým (společně s přiloženou šňůrkou) lahvičku pevně uzavrou. Zbylé dva volné konce si zkrátí na míru, a poté z nich vytvoří uzel.

Fotografie:



Obrázek 6 Schránky v dekorativní lahvičce

Úkol č. 3 Výroba dekorativní krabičky ze schránek mořských písků

Cíl:

1. Žák samostatně vybere zajímavé schránky živočichů z mořského písku pomocí pinzety.
2. Žák uvede příklady schránek, které lze v mořském písku nejčastěji nalézt.
3. Žák vytvoří dekorativní krabičku zdobenou drobnými schránkami či úlomky z mořských písků.
4. Žák samostatně zhodnotí vlastní práci.

Pomůcky a materiál:

- malá papírová či dřevěná krabička s víčkem (o velikosti krabičky na šperky)
- lepidlo (Herkules; vhodná je tavná lepicí pistole)
- jutový/lněný provázek

- mořský biogenní písek s většími schránkami (min. 1 cm) – směs nebo přebrané schránky v krabičkách
- jemná pinzeta
- krabičky na vybrané schránky (možnost využití plastových krabiček na korálky, apod.)

Pracovní postup:

1. Žáci samostatně vyberou jednotlivé schránky ze směsi mořského písku pomocí jemné pinzety (výběr takových schránek, které je nejvíce zaujmou svým zbarvením či tvarem).
2. Vybrané schránky z písku si roztřídí do jednotlivých krabiček pro lepší přehlednost (zvláště ulity, lastury, rourky, schránky ostnokožců, apod.).
3. Následně si připraví malou papírovou/dřevěnou krabičku s víčkem, na jehož celou plochu nanesou lepidlo.
4. Na potřené víčko lepidlem pak postupně vyskládají vybrané schránky (využívají při tom estetičnost v barvách, typech, tvarech či velikostech jednotlivých schránek).
5. Hotovou dekorativní krabičku mohou žáci dozdobit mašličkou z jutového/lněného provázku.

Pozn. Žáci nemusí zdobit pouze víčko, ale i stěny krabičky (individuální v závislosti na časové dotaci).

Fotografie:



Obrázek 7 Výroba dekorativní krabičky



Obrázek 8 Dekorativní krabička papírová



Obrázek 9 Dekorativní krabička dřevěná

Úkol č. 4 Zdobení rámečku na fotografie schránkami mořských písků

Cíl:

1. Žák samostatně vybere zajímavé schránky živočichů z mořského písku pomocí pinzety.
2. Žák uvede příklady schránek, které lze v mořském písku nejčastěji nalézt.
3. Žák vytvoří rámeček na fotografie zdobený ulitkami, lasturami a dalšími drobnými schránkami či úlomky.
4. Žák samostatně zhodnotí vlastní práci.

Pomůcky a materiál:

- dřevěný rámeček na fotografie (vhodná velikost 10 x 15 cm)
- lepidlo (Herkules; vhodná je tavná lepicí pistole)
- mořský biogenní písek s většími schránkami (min 1 cm); popř. přebrané schránky
- jemná pinzeta
- lupa (v případě výběru schránek z písku)
- zdroj světla - lampička/světlovody s husím krkem (v případě výběru schránek z písku)
- krabičky na vybrané schránky (možnost využití plastových krabiček na korálky, apod.)

Pracovní postup:

1. Žáci samostatně vyberou jednotlivé schránky ze směsi mořského písku s použitím lupy a jemné pinzety (výběr takových schránek, které je nejvíce zaujmou svým zbarvením či tvarem).
2. Vybrané schránky z písku si roztřídí do jednotlivých krabiček pro lepší přehlednost (zvláště ulity, lastury, rourky, schránky ostnokožců, apod.).
3. Následně si žáci připraví malý dřevěný rámeček na fotografie, na který postupně vybrané drobné schránky nalepí (využívají při tom estetičnost v barvách, typech, tvarech či velikostech jednotlivých schránek).
4. Do hotového rámečku si žáci mohou vložit například fotografii z dovolené u moře, čímž se jeho výzdoba zároveň stane tematickou dekorací.

Fotografie:



Obrázek 10 Rámeček zdobený schránkami



Obrázek 11 Rámeček zdobený schránkami

Úkol č. 5 Výroba přívěsku či šperku s využitím schránek z mořských písků

Cíl:

1. Žák samostatně vybere zajímavé schránky živočichů z mořského písku pomocí pinzety.
2. Žák uvede příklady schránek, které lze v mořském písku nejčastěji nalézt.
3. Žák vytvoří přívěsek či šperk (náramek, náušnice, náhrdelník) z drobných schránek mořských písků.
4. Žák samostatně zhodnotí vlastní práci.

Pomůcky a materiál:

- tenká jehla
- rybářský vlasec/nit
- drobné korálky
- polotovar prstýnku s miskou/náušnic s ploškou
- vteřinové lepidlo/tavná lepicí pistole/lepidlo na kovy
- igelitové rukavice/zahradní látkové rukavice (pro práci s lepidlem)
- mořský biogenní písek (směs/přebrané schránky o velikosti min 0,5 - 1 cm v krabičkách)
- jemná pinzeta
- lupa (v případě výběru drobnějších schránek z písku)
- zdroj světla - lampička/světlovody s husím krkem
- krabičky na vybrané schránky (možnost využití plastových krabiček na korálky, apod.)

Pracovní postup:

1. Žáci samostatně vyberou jednotlivé tenkostěnné schránky ze směsi mořského písku s použitím jemné pinzety (výběr takových schránek, které je nejvíce zaujmou svým zbarvením či tvarem; nejvhodnější jsou ulitky plžů a mlžů).
2. Vybrané schránky z písku si roztřídí do jednotlivých krabiček pro lepší přehlednost (zvláště ulity, lastury, apod.).

Náramek, náhrdelník

Pozn. Výrobu lze realizovat pouze u větších schránek (min. 1 cm), vhodné jsou ulity plže rodu kauri (*Cypraea* sp.).

1. Žáci si připraví tenkou jehlu, na kterou navléknou rybářský vlasec s větším uzlem na konci.
2. Pomocí jehly postupně propichují/provlékají jednotlivé ulitky, popř. lastury, které zároveň navlékají na připravenou nit
3. Mezi každou navlečenou schránkou žáci udělají uzel.
4. Ulitky a lastury mohou žáci proložit drobnými korálky, pro větší estetičnost šperku.
5. Po navlečení celé nitě žáci na jejím konci opět vytvoří dostatečně silný uzel.

Prstýnek, náušnice

1. Žáci si připraví polotovar prstýnku či náušnic (dle jejich volby) a hledají takovou schránku, která by svou velikostí a tvarem do polotovaru šperku pasovala. Vhodné jsou zakulacené drobnější ulity (např. čepičkovité ulity přílipek, ulity kotoučovitých) nebo lastury (např. srdcovka).
2. Následně si žáci nasadí rukavice (pro zvýšení bezpečnosti práce se vteřinovým lepidlem), opatrně nanesou lepidlo na mističku/plošku polotovaru kovového šperku, kam zasadí vybranou schránku. Schránku je potřeba na lepidle podržet alespoň 10 vteřin, než lepidlo zaschne.
3. Výsledný šperk mohou žáci využít jako originální doplněk, vhodný je i jako dárek.

Fotografie:



Obrázek 12 Náramek z ulit



Obrázek 13 Prstýnek s ulitou



Obrázek 14 Prstýnek s lasturou

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků při tvorbě výrobku.
- ✓ Kontrola kvality zhotoveného výrobku.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo, zhodnocení vlastního výrobku).

Kontrolní otázky:

- 1) Schránky kterých živočichů můžeme nalézt v mořských pískách?
- 2) Které schránky tě nejvíce zaujaly a proč?
- 3) Jak můžeme tyto schránky dále využít? Máš nějaký vlastní nápad?
- 4) Stručně zhodnot' svůj výrobek a řekni, jak se ti pracovalo.

5.2 LABORATORNÍ PRÁCE

Během laboratorních prací mají žáci možnost pozorovat netradiční objekty v podobě zajímavých schránek a osvojit si přitom základy práce s laboratorní technikou. Dále se žáci naučí systematickému postupu při práci, vyzkouší si samostatně zhotovit vlastní preparát a vytvořit laboratorní protokol (šablona viz Příl. 8A, 8B). Díky tomu si zároveň upevní charakteristické znaky vybraných živočichů a rostlin, jejichž schránky (resp. stélky) jsou součástí mořských biogenních písků.

SVĚT MOŘSKÝCH BIOGENNÍCH PÍSKŮ POD BINOKULÁRNÍ LUPOU

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Pozorovat mořské písky pod binokulární lupou a samostatně vybrat schránky (plžů, mlžů; ježovek; dírkonošců; popř. rournatců), které zaujmou svým zbarvením či tvarem.

Zhotovit jednoduchý laboratorní protokol „Svět mořských biogenních písků pod binokulární lupou“ (Příl. 8A).

Časová dotace: 45 min.

Cíl:

1. Žák samostatně pracuje s laboratorní technikou.
2. Žák pozoruje mořský biogenní písek pod binokulární lupou a pomocí pinzety vybere některé schránky.
3. Žák determinuje vybrané schránky na úrovni příslušné taxonomické skupiny živočichů - kmene a třídy.
4. Žák zakreslí vybrané schránky do laboratorního protokolu, popíše jejich části (u schránek plžů, mlžů a ježovek) a uvede míru jejich zvětšení při pozorování.
5. Žák vyznačí lokalitu původu mořského biogenního písku na slepé mapě.

Organizační forma: Samostatná práce; Práce ve dvojicích

Mezipředmětové vazby: Zeměpis

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; sociální a personální; pracovní

Motivace:

Pod pojmem písek si většina z nás pravděpodobně představí směs drobných částecek, zejména zrněk kamínků a prachu, která svým vzhledem obvykle příliš nezaujme. Avšak opak může být pravdou. I zdánlivě obyčejná věc jako je písek, v sobě může skrývat ty nejruznější poklady. Obzvlášť hovoříme-li o písku mořském. Pokud nahlédneme na takový písek pod binokulární lupou, naskytne se nám nezapomenutelná podívaná do „světa podmořského dna“. Ačkoliv to na první pohled nemusí být patrné, v písku nenalezneme pouze obyčejné kamínky, ale i nespočet dochovaných schránek odumřelých živočichů, které

nás zaujmou svým zbarvením a tvarem. Stačí se podívat blíže a odhalit tak krásu mikroskopického světa mořských písků.

Pomůcky a materiál:

- binokulární lupa
- zdroj světla (světlovody s husím krkem)
- Petriho miska
- jemná pinzeta
- krabička na vybraný materiál
- mořský biogenní písek
- laboratorní protokol „Svět mořských biogenních písků pod binokulární lupou“ (Příl. 8A)

Pracovní postup:

1. Žáci si připraví binokulární lupou, světelný zdroj, Petriho misku, jemnou pinzetu, mističku na vybrané schránky a vzorek mořského biogenního písku.
2. Do Petriho misky si odsypou přiměřené množství mořského biogenního písku (jedna vrstvička vyplňující dno misky), umístí ji pod binokulární lupou a zaměří na ni světelný zdroj.
3. Na binokulární lupě si nastaví potřebné zaostření a míru zvětšení (nejprve nejmenší zvětšení objektivu, které postupně navyšují).
4. Žáci pozorují strukturu mořského biogenního písku pod binokulární lupou, všimají si pestrosti v jeho složení od nejčastěji nalézaného organického materiálu, po materiál méně častý až vzácný.
5. Z písku žáci vyberou takové schránky, které je zaujaly svým vzhledem (tvarem, zbarvením, apod.) a umístí je do připravené krabičky.
6. Vybrané schránky pak pozorují pod binokulární lupou jednotlivě. U každé schránky přizpůsobí vhodné zvětšení tak, aby ji mohli zakreslit do laboratorního protokolu.
7. Žáci zhotoví laboratorní protokol, který bude obsahovat:
 - 1) Typ pozorované schránky (ulita, lastura, vnitřní kostra ostnokožce, apod.).
 - 2) Determinaci schránek na úrovni taxonomického zařazení do příslušné skupiny organismů (kmene a třídy).
 - 3) Nákres schránky a její základní popis (u schránek plžů, mlžů a ostnokožců).
 - 4) Míru zvětšení pozorované schránky pod binokulární lupou.
 - 5) Použité pomůcky a materiál.
 - 6) Postup při pozorování (v bodech).
 - 7) Závěr pozorování.
 - 8) Označení lokality původu mořského biogenního písku na slepé mapě.

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků s laboratorní technikou při pozorování biogenního materiálu.
- ✓ Kontrola správnosti zhotoveného protokolu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo s laboratorní technikou, vyhotovení protokolu, co nového se dozvěděli, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) Schránky kterých živočichů můžeme nalézt v mořském biogenním písku?
- 2) Které schránky nacházíme v píscích nejčastěji a proč?
- 3) Čím může být způsobené narušení struktury některých schránek?
- 4) Můžeme v píscích nalézt i stélky některých rostlin? Pokud ano, kterých?

PŘÍPRAVA MIKROSKOPICKÉHO PREPARÁTU A POZOROVÁNÍ STÉLKY RUDUCH

Ročník: 6.

Vzdělávací oblast dle RVP ZV: *Člověk a příroda*

Úkol:

Vytvořit mikroskopický preparát ze stélky ruduch.

Pozorovat stélku ruduchy pod mikroskopem.

Zhotovit jednoduchý laboratorní protokol „Příprava mikroskopického preparátu a pozorování stélky ruduch“ (Příl. 8B).

Časová dotace: 45 min.

Cíl:

1. Žák samostatně pracuje s laboratorní technikou.
2. Žák vytvoří mikroskopický preparát ze stélky ruduchy.
3. Žák pozoruje stélku ruduchy pod mikroskopem.
4. Žák nakreslí zvětšenou stélku ruduchy do laboratorního protokolu, uvede typ stélky a míru zvětšení při pozorování.
5. Žák popíše základní znaky ruduch, ekologický význam a příklady využití.

Organizační forma: Samostatná práce; Práce ve dvojicích

Mezipředmětové vazby: -

Průřezová témata: Environmentální výchova

Klíčové kompetence: kompetence k učení; k řešení problémů; komunikativní; sociální a personální; občanské; pracovní

Motivace:

Mořské biogenní písky neoplývají pouze schránkami živočichů, ale i nepřehlédnutelnými stélkami řas, nejčastěji ruduch. Běžně tak v píscích nacházíme jejich rozvětvené mikroskopické stélky, svým vzhledem připomínající keříčky. Na první pohled nás zaujme jejich nápadné, pro rostliny nepříliš typické, purpurově červené až hnědé zbarvení, které se přímo odráží na prostředí jejich výskytu, konkrétním druhu a vývojovém stádiu. Barvy stélek se tak v průběhu vývoje mohou různě měnit. Kromě těchto barev se můžeme setkat také s krvavě rudou, karmínovou, jasně růžovou, šedo růžovou či šedo fialovou, ale i s netradiční olivově zelenou. Ruduchy však nejsou pouhou ozdobou mořského dna, v přírodě mají (stejně jako další řasy) obrovský ekologický význam.

Teorie: viz kap. 2.8

Pomůcky a materiál:

- mikroskop
- podložní sklíčko
- krycí sklíčko
- jemná pinzeta
- pipeta
- kádinka
- nůžky
- stélka ruduch z biogenních mořských písků
- laboratorní protokol „Příprava mikroskopického preparátu a pozorování stélky ruduch“ (Příl. 8B)

Pracovní postup:

1. Žáci si připraví mikroskop, 1 ks podložního a krycího sklíčka, pinzetu, pipetu, kádinku s vodou, nůžky a stélku ruduchy z mořského biogenního písku.
2. Pomocí nůžek oddělí část stélky ruduchy, kterou umístí na podložní sklíčko, naberou vodu z kádinky do pipety a připravenou stélku zakápnou vodou.
3. Na připravený preparát opatrně položí krycí sklíčko (nejprve pouze jednou hranou, poté opatrně celou plochou) tak, aby se pod ním netvořily vzduchové bubliny.
4. Hotový mikroskopický preparát vloží na stolek mikroskopu, kde jej pozorují (nejprve na nejmenší zvětšení objektivu, které postupně navyšují).
5. Žáci zhotoví laboratorní protokol, který bude obsahovat:
 - 1) Název pozorovaného objektu.
 - 2) Typ pozorované stélky.
 - 3) Nákres stélky ruduchy pod mikroskopem a jednoduchý popis.
 - 4) Míru zvětšení pozorované stélky pod mikroskopem.
 - 5) Použité pomůcky a materiál.
 - 6) Postup při tvorbě preparátu a pozorování (v bodech).
 - 7) Závěr pozorování.
 - 8) Bonusový úkol (ekologie a význam ruduch).

Reflexe:

- ✓ Kontrola postupu práce žáků s laboratorní technikou při tvorbě mikroskopického preparátu a pozorování stélky ruduch.
- ✓ Kontrola správnosti zhotoveného protokolu.
- ✓ Ústní sebereflexe žáků (jak se jim pracovalo s laboratorní technikou, vyhotovení protokolu, co nového se dozvěděli, apod.).

Kontrolní otázky:

- 1) Jaký typ stélky ruduchy jste pozorovali pod mikroskopem?
- 2) Jaké zbarvení měla stélka pozorované ruduchy?
- 3) Obsahují ruduchy zelené barvivo zvané chlorofyl? Své tvrzení zdůvodni.
- 4) Uveď alespoň 3 příklady ekologického významu mořských ruduch v přírodě.
- 5) Kde nejčastěji nalezneme sladkovodní druhy ruduch?

6 DISKUZE

Tématika mořských biogenních písků je mezi odbornými publikacemi spíše opomíjena, a není proto divu, že ne každý se s touto problematikou již setkal. Samotné téma může působit poněkud odtažitě, ale lze na něm dobře demonstrovat geologické, biologické, nebo ekologické procesy, které hýbou světem. Budeme-li konkrétní, mořské písky obsahující široké spektrum klastů a celků usazených hornin, schránek odumřelých živočichů nebo inkrustovaných stélek řas, výborně reprezentují geologickou historii, ale i biodiverzitu daného mořského biotopu. Díky tomu lze prostřednictvím jejich pozorování (např. pod binokulární lupou) prokazatelně demonstrovat například vznik usazených hornin, morfologii schránek (popř. stélek) a ekologii vybraných mořských bezobratlých živočichů a rostlin, druhovou diverzitu daného prostředí, včetně výskytu invazivních druhů. Z ekologického hlediska se nám dostává pohled na jeden z nejdůležitějších článků pro snižování oxidu uhličitého v atmosféře ve formě ukládání tohoto skleníkového plynu do schránek živočichů, kteří jsou jeho nadbytkem ve vodách moří a oceánů zároveň silně ohroženi.

Vzácnou výjimkou zabývající se popisem a fotodokumentací pestré škály písků, včetně biogenních typů mořských písků, je poměrně nová publikace od Vařilové et al. (2020), která slouží jako doprovodný materiál k výstavě v Muzeu města Ústí nad Labem. Pro ukázkou zajímavých objektů mikroskopického světa, využívá ve své publikaci Špaček (2008, s. 153 – 157) schránky vybraných skupin živočichů, které jsou součástí mořských biogenních písků (např. ježovky – detaily krunýře a ostnů; hvězdice; ulity; schránky dírkonošců; svijonožců; apod.), ale i pobřežní vápence s chodbičkami po vrtavých plžích nebo zkameněliny schránek korálů a lastur mlžů.

V rámci odborných článků se problematice mořských biogenních písků věnuje Holcová (Živa 1/1996, s. 28), která popisuje výskyt pozůstatků písků Jaderského moře v geologických vrstvách na území jižní Moravy. Zejména z paleontologického hlediska se mořskými biogenními písky zabývá Mikuláš (2000; 2020) hned v několika článcích. Konkrétně výzkumem štěrkořísků z mořských živočichů ve formě pleistocenních usazenin na Floridě (Vesmír, 79, 666, 2000/12) nebo biogenními sedimentárními texturami mělkého moře na území Německa, Nizozemska a Dánska. Písky ze Středomoří popisují Vohník, Machač a Heřmanová (BOTANIKA, 2/2020), s užším zaměřením na bioerozi schránek invazivních dírkovců rodu *Amphistegina*. Nejrůznější druhy písků, od technických, pevninských, přes terciální a současné mořské, pod mikroskopickým zvětšením, vyzdvihují ve svém článku Martínek a Juračka (PŘÍRODOVĚDCI.CZ, 2014).

I přesto, že se mořské biogenní písky díky svému pestrému složení jeví jako vhodný materiál pro praktické vyučování přírodopisu (resp. biologie) na školách, návrhy na jejich didaktické využití doposud nebyly realizovány. Existuje poměrně mnoho kvalifikačních prací, zabývajících se návrhy praktických cvičení z přírodopisu, nejčastěji však zaměřených na témata z botaniky či zoologie bezobratlých v obecnějším kontextu. Konkrétnějším zaměřením na problematiku vodních bezobratlých živočichů s využitím v praktickém vyučování přírodopisu na základních školách, se zabývá Matoušková (2014). Práce je však zaměřena zejména na drobné planktonní sladkovodní korýše a další bezobratlé živočichy, vyskytující se na území České republiky. Revizí učiva měkkýšů na základních a středních školách se zabývá Vymětalová (2014), která podrobně analyzuje a hodnotí vybrané učebnice z hlediska přítomnosti jednotlivých tříd a zástupců, jejich morfologického, anatomického a fyziologického popisu, vyobrazení na fotografiích, využití a významu nebo konstrukce kontrolních otázek a návrhů laboratorních prací či praktických cvičení. Z kvalifikačních prací, zaměřených na geologický výzkum, je potřeba zmínit Poštulkovou (2009), která provedla paleoekologickou studii foraminifer na ostrově Rab v Jaderském moři. Na základě této práce později vznikl odborný článek, zabývajících se výzkumem druhového složení dírkonošců v recentních sedimentech ostrova Rab a v usazeninách třetihorního stáří v oblasti jižní Moravy (Poštulková, Živa 1/2015, s. 25). Výzkum taxonomického zastoupení mořské fauny ve vybraných vzorcích mořských biogenních písků, doplněn o návrhy forem didaktického využití písků na základních a středních školách, byl proveden autorkou práce – Šmídtová (2020) a tato diplomová práce na něj plynule navazuje.

Prakticky orientované vyučování stále není ve školství aplikováno v dostatečné míře, i přes všechna pozitiva, která sebou může přinést. Z tohoto důvodu se stalo získání kompetencí potřebných pro běžný život (tj. občanský i profesní) jedním ze dvou hlavních strategických cílů aktuálně platného kurikulárního dokumentu Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+ (Fryč, Matoušková, Katzová, 2020). V přírodopisu a biologii se aplikace teoretických znalostí do praktické činnosti stává nezbytnou podmínkou pro poznání reality živé a neživé přírody. Klíčem k úspěchu, tj. aktivního zapojení žáků do výuky, jejich proniknutí do dané problematiky a podněcování k přemýšlení, je využití aktivizujících metod v kombinaci s problémově orientovanými praktickými úkoly. Stěžejní je zde pozitivní motivace, zaujetí žáků a využívání inovativních výukových materiálů. Jako jeden z možných inovativních výukových materiálů, který žáky svými vlastnostmi zaujme, se zde nabízí mořský biogenní písek.

Mořský biogenní písek je poměrně snadno dostupný materiál, na kterém lze demonstrovat řadu zoologických skupin, včetně jejich morfologických a ekologických znaků, se kterými se žáci běžně setkávají v učebnicích pro základní školy, nebo mohou být zajímavým zpestřením výuky. Pro motivaci žáků je významné zejména estetické působení písků. Pestrá škála tvarů a zbarvení schránek láká k pozorování. Pozorováním písků pod binokulární lupou si tak žáci mohou hravou a nenásilnou formou osvojit dovednosti při práci s biogenním materiálem a laboratorní technikou a rozeznávat základní determinační znaky skupin bezobratlých živočichů.

Návrhy praktických cvičení a laboratorních prací s využitím mořských biogenních písků ve výuce přírodopisu byly konstruovány se záměrem motivace a aktivizace žáků a pokrývají učivo vybraných mořských skupin bezobratlých živočichů (měkkýši - plži, mlži; koryši – rakovci; ostnokožci - ježovky; kroužkovci – mnohoštětinatci; dírkonošci; mechovci) a rostlin (řasy - ruduchy). Praktická cvičení byla sestavena s cílem demonstrovat žákům charakteristické znaky těchto skupin s využitím přímého kontaktu s přírodninami, v podobě pozorování schránek a stélek v mořských biogenních písčích a doplňování pracovních listů; nebo prostřednictvím chemických pokusů se schránkami; didaktických her a kvízů zaměřených na mořské biogenní písky; nebo jejich kreativního využití v podobě pracovních činností. Praktická cvičení zároveň přibližují žákům mořské ekosystémy a některá se dotýkají způsobu vzniku hornin a aktuálních environmentálních problematik, spjatých s koloběhem oxidu uhličitého v přírodě. K praktickým cvičením byly vytvořeny speciální didaktické materiály - devět pracovních listů; dvě sady pexesa; hra s kartičkami a online kvíz v softwarové aplikaci Kahoot!. Veškeré tyto materiály jsou součástí příloh (Příl. 5A – 5E, 6A – 6C, 7A – 7D) nebo je na ně odkazováno přímo v návrzích, ke kterým se vztahují. Laboratorní práce byly konstruovány se záměrem bližšího seznámení s morfologií vybraných schránek a stélek mořských biogenních písků prostřednictvím jejich pozorování (resp. přípravy mikroskopického preparátu) a zhotovení laboratorního protokolu. K laboratorním cvičením byly vytvořeny speciální protokoly, které si žáci samostatně doplní (Příl. 8A, 8B).

Praktická pozorování mořských biogenních písků byla pilotně ověřena v rámci dětské univerzity Západočeské univerzity v Plzni pod vedením pana prof. RNDr. Michala Mergla, CSc.. Navržená praktická cvičení a laboratorní práce mohou být pro některé žáky základní školy v rámci běžné výuky náročnější. Z tohoto důvodu je většina cvičení založena na bázi skupinové práce nebo práce ve dvojicích. Organizační formy jednotlivých cvičení je

možné upravovat dle zvážení každého vyučujícího. Jako vhodné se rovněž jeví jejich využití ve volitelných přírodovědně zaměřených předmětech, zájmových kroužcích, dětské univerzitě, ale i jako zpestření výuky na vyšších gymnáziích.

ZÁVĚR

Mořské biogenní písky jsou díky své bohaté druhové diverzitě výborným výukovým materiálem. Jejich využitím ve výuce lze žáky blíže seznámit s vybranými druhy mořských bezobratlých živočichů a rostlin, se kterými se běžně setkávají v učebnicích pro základní školy. Zároveň je možné obohatit žáky novými poznatky o zajímavých druzích, se kterými se v učebnicích nesetkají, a učinit tak výuku přírodopisu atraktivnější.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou nejprve obecně popsány prakticky zaměřené metody ve výuce přírodopisu a biologie. Dále jsou blíže specifikovány samotné laboratorní práce a praktická cvičení, včetně shodných prvků a odlišností mezi těmito nemateriálními didaktickými prostředky. Druhou oblastí teoretické části je charakteristika mořských biogenních písků z hlediska druhového zastoupení živočichů a rostlin. Tato kapitola shrnuje vybrané skupiny živočichů a rostlin mořských písků a jejich nejzajímavější zástupce po morfologické a ekologické stránce. Cílem není charakteristika obecných znaků vybraných skupin živočichů a rostlin, ale vytyčení takových znaků, které je možné žákům snadno demonstrovat formou pozůstatků schránek a stélek v mořských biogenních písčích. Kapitola, charakterizující biogenní mořské písky z hlediska druhového zastoupení živočichů a rostlin, je stěžejním teoretickým východiskem k návrhům praktických cvičení a laboratorních prací.

Součástí praktické části je kvalitativní výzkum, zabývající se analýzou vybraných učebnic pro základní školy. Celkem bylo analyzováno 14 dostupných učebnic přírodopisu pro 6. ročníky ZŠ, s rokem vydání v rozmezí 1994 – 2021, se zastoupením devíti různých nakladatelství. Výsledky analýzy prokázaly, že celkem 11, z celkového počtu 14ti zkoumaných učebnic, ve svém obsahu zahrnuje všechny nebo alespoň některé z vybraných skupin mořských živočichů a rostlin, které nalezneme v mořských biogenních písčích. Přítomnost mořských zástupců živočichů a rostlin v analyzovaných učebnicích od roku 1994 do roku 2021 zpravidla kontinuálně roste. Analýza návrhů laboratorních prací a praktických cvičení ve vybraných učebnicích prokázala pouze 2 praktická cvičení, okrajově související s tematikou mořských biogenních písků, a sice pozorování a determinace schránek živočichů pomocí lupy a chemický pokus o důkaz uhličitane vápenatého ve schránce plže, za pomoci reakce NaCl. Naprostá většina ostatních návrhů byla dle předpokladu zaměřená na skupiny a konkrétní zástupce živočichů a rostlin, běžně se vyskytující na našem území. Důvodem může být zejména snadná dostupnost vzorků, ale i větší povědomí žáků o těchto zástupcích a možnost přímého kontaktu v přírodě.

Majoritní náplní nejen praktické části, ale i celé této práce, byla konstrukce návrhů praktických cvičení a laboratorních prací pro základní školy a nižší víceletá gymnázia s využitím biogenních mořských písků. Celkem bylo vytvořeno 12 návrhů praktických cvičení a 2 návrhy laboratorních prací s časovou dotací 1 – 2 vyučovacími hodinami. Praktická cvičení jsou dle zaměření činnosti žáků rozdělena do čtyř podkategorií na praktická cvičení s pozorováním; chemické pokusy; didaktické hry a pracovní činnosti. Návrhy jsou určeny pro žáky 6. ročníku, resp. primy (10 praktických cvičení a 2 laboratorní práce) a 9. ročníku, resp. kvarty (2 praktická cvičení), vzhledem k zařazení daného učiva do výuky na základních školách a nižších víceletých gymnáziích dle platných kurikulárních dokumentů.

Diplomová práce dle mého názoru splnila stanovené cíle a tvoří komplexní soubor možností didaktického využití mořských biogenních písků na základních školách a nižších víceletých gymnáziích. Vhodná může být i jako přehledná příručka pro pedagogy, kteří by chtěli své žáky obohatit a využít mořské biogenní písky v běžné výuce nebo zájmových přírodovědných kroužcích.

RESUMÉ

Tato diplomová práce se zaměřuje na využití biogenních mořských písků ve výuce přírodopisu na základních školách (resp. nižších víceletých gymnáziích). Hlavním cílem je sestavení návrhů praktických cvičení a laboratorních prací s využitím tohoto poněkud netradičního materiálu, na kterém lze výborně demonstrovat morfologické a ekologické znaky vybraných mořských živočichů a rostlin. Opomenut není ani popis praktických metod ve výuce přírodopisu a biologie, charakteristika mořských písků z hlediska druhového zastoupení nebo analýza učebnic pro ZŠ z hlediska obsahu vybraných mořských živočichů a rostlin.

RESUMÉ

This diploma thesis focuses on the use of biogenic sea sands in the teaching of natural history at primary schools (or lower multi-year grammar schools). The main goal is to compile proposals for practical exercises and laboratory work using this somewhat unconventional material, on which the morphological and ecological features of selected marine animals and plants can be excellently demonstrated. The description of practical methods in the teaching of natural history and biology, the characteristics of sea sands in terms of species representation, or the analysis of primary school textbooks in terms of the content of selected marine animals and plants is also not omitted.

LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE

LITERATURA

ALTMANN, ANTONÍN. *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1986. 135 s. ISBN: (Váz.).

BERGBAUER, MATTHIAS A HUMBERG, BERND. *Co žije ve Středozezemním moři?: určovací příručka pro amatérské potápěče*. Praha: Svojtka & Co., 2001. ISBN 80-7237-310-2.

BRUYNE, R. H. DE. *Encyklopedie ulit a lastur*. Čestlice: Rebo Productions, 2004. ISBN 80-7234-288-6.

ČERNÍK, VLADIMÍR, BIČÍK, VÍTĚZSLAV A MARTINEC, ZDENĚK. *Přírodopis 1 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 1999. ISBN 80-7235-068-4.

ČERNÍK, VLADIMÍR ET AL. *Přírodopis 6, zoologie a botanika, pro základní školy*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2016. ISBN 978-80-7235-576-1.

DANCE, S. PETER. *Ulity a lastury*. V Praze: Knižní klub, 2006. Příroda v kostce. 256 s. ISBN 80-242-1537-3.

DANČÁK, MARTIN A SEDLÁŘOVÁ, MICHAELA. *Přírodopis 6: vývoj života na Zemi, obecná biologie, biologie hub : učebnice pro 6. ročník základní školy*. Olomouc: Prodos, 2011. ISBN 9788072302574.

DARBUJAN, HYNEK. *Průvodce mořskou faunou & flórou*. [Čáslav]: Studio Press, 2001. ISBN 80-902316-0-8.

DOBRORUKA, LUDĚK J. ET AL. *Přírodopis I: pro 6. ročník základní školy* 2. vyd. Praha: Scientia, 1999. ISBN 80-7183-168-9.

DOBRORUKOVÁ, JANA. *Přírodopis: inspirace a projekty : 100 námětů pro tvořivou výuku*. Praha: Scientia, 2008. ISBN 978-80-86960-37-1.

DUFKOVÁ, EDITA. *Netradiční metody ve výuce biologie*. Praha: Generation Europe, 2011. ISBN 978-80-904974-0-5.

FRONĚK, JIŘÍ A JURČÁK, JAROSLAV. *Přírodopis 6*. Olomouc: Prodos, 1998. ISBN 80-85806-47-9.

FRYČ, JINDŘICH, MATUŠKOVÁ, ZUZANA, KATZOVÁ, PAVLA. *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2020. ISBN 978-80-87601-46-4.

HAYWARD, PETER, NELSON-SMITH, TONY A SHIELDS, CHRIS. *Živočichové a rostliny evropského pobřeží*. Praha: Svojtka & Co., 2006. ISBN isbn80-7352-252-7.

HOLCOVÁ, KATARÍNA. Jadran na jižní Moravě. *Živa*, 1996, č.1, s. 28.

CHINERY, MICHAEL. *Flóra a fauna Evropy*. Praha: Slovart, 1998. ISBN 80-7209-038-0.

- CHOCHOLOUŠKOVÁ, ZDEŇKA A HAJEROVÁ MÜLLEROVÁ, LENKA. *Didaktika biologie ve vztahu mezi obecnou a oborovou didaktikou*. Vyd. 1. Plzeň: Západočeská univerzita, 2019. 280 s. ISBN 978-80-26-0846-7.
- KAREŠOVÁ, PETRA ET AL. *Hravý přírodopis 6: pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Praha: Taktik, 2017-. ISBN 978-80-7563-094-0.
- KVASNIČKOVÁ, DANUŠE. *Poznáváme život: přírodopis 6 s výrazným ekologickým zaměřením pro 6. ročník ZŠ (7. ročník občanské školy) a nižší ročník gymnázií*. Praha: Fortuna, 1995. ISBN 80-7168-222-5.
- KVASNIČKOVÁ, DANUŠE ET AL. *Ekologický přírodopis 6: pro 6. ročník základní školy*. 4., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2009. ISBN 978-80-7373-056-7.
- MALENINSKÝ, MIROSLAV, ŠKODA, BOHDAN A SMRŽ, JAROSLAV. *Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií : bakterie, řasy, houby, bezobratlí*. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2004. ISBN 80-86034-56-9.
- MAŇÁK, JOSEF. *Nárys didaktiky*. 3. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2003. 104 s. ISBN 80-210-3123-9.
- MAŇÁK, JOSEF A ŠVEC, VÁCLAV. *Výukové metody*. 148. publikace. Brno: Paido – edice pedagogické literatury: 2003. 222 s. ISBN 80-7315-039-5.
- MOTYČKA, VLADIMÍR A ROLLER, ZDENĚK. *Bezobratlí*. Ilustroval Pavel DVORSKÝ. Praha: Albatros, 2001. Svět zvířat (Albatros). ISBN 80-00-00884-x.
- MUSILOVÁ, ELIŠKA, KONĚTOPSKÝ, ANTONÍN A VLK, ROBERT. *Přírodopis: učebnice*. 3. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2016. Duhová řada. ISBN 978-80-7289-817-6.
- PAVELKOVÁ, JAROSLAVA. *Oborová didaktika biologie: vybraná témata pro učitele všeobecně vzdělávacích předmětů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2007. 130 s. ISBN 978-80-7290-335-1.
- PECL, KAREL. *Toulky po mořském pobřeží*. Ilustrovala Eva BEBEROVÁ. Praha: Brio, 2003. Příroda do kapsy (Brio). ISBN 80-86113-49-3.
- PELIKÁNOVÁ, IVANA, ČABRADOVÁ, VĚRA, HASCH, FRANTIŠEK, SEJPKA, JAROSLAV A ŠIMONOVÁ, PETRA. *Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Plzeň: Fraus, 2021. Škola s nadhledem. ISBN 978-80-7489-703-0.
- PFLEGER, VÁCLAV. *Měkkýši. Barevný průvodce*. Praha: ARTIA, 1988. ISBN 37-003-88.
- PRŮCHA, JAN, WALTEROVÁ, ELIŠKA, MAREŠ, JIŘÍ. *Pedagogický slovník*. 4. aktualizované vyd. Praha : Portál, 2003. 322 s. ISBN 80-7178-722-8.
- REICHHOLF, JOSEF, KREMER, BRUNO P. A JANKE, KLAUS. *Moře a pobřeží: ekologie mořských životních prostředí Evropy*. Praha: Ikar, 1999. Průvodce přírodou (Ikar). ISBN 80-720409-4.
- SKALKOVÁ, JARMILA. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada, 2007. Pedagogika (Grada). 328 s. ISBN 978-80-247-1821-7.

ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole*. Plzeň, 2020. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ.

ŠPAČEK, JOSEF. *Svět pod mikroskopem: pro kluky, holky a jejich rodiče*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2469-0.

VÁGNEROVÁ, PETRA, MERGL, MICHAL, BENEDIKTOVÁ, LENKA A KOUT, JIŘÍ. *Kritická místa kurikula přírodopisu na 2. stupni základní školy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2019. ISBN 978-80-261-0934-1.

VAŘILOVÁ, ZUZANA, MARTÍNEK, KAREL, JURAČKA, PETR JAN, MIKULÁŠ, RADEK A BRUTHANS, JIŘÍ. *Písky známé i neznámé, aneb, Fascinující svět obyčejného písku: doprovodná publikace k výstavě : Muzeum města Ústí nad Labem*. Ústí nad Labem: Muzeum města Ústí nad Labem, 2020. ISBN 978-80-86475-50-9.

VIEWEGHOVÁ, THEA A BŘICHÁČKOVÁ, EVA. *Přírodopis 6: úvod do přírodopisu : pro 6. ročník základní školy*. Brno: Nová škola - Duha, 2019. Čtení s porozuměním. ISBN 978-80-87591-89-5.

VILČEK, FRANTIŠEK A CVRČEK, SVATOPLUK. *Přírodopis 6 pro 6. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Scientia, 1994. Učebnice pro základní školy a občanské školy. Překlad: Lišková, E. ISBN 80-85827-60-3.

VLK, ROBERT, KUBEŠOVÁ, SOŇA A MUSILOVÁ, ELIŠKA. *Přírodopis*. 3. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2017. Duhová řada. ISBN 978-80-7289-875-6.

ZORMANOVÁ, LUCIE. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod*. Praha: Grada, 2012. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-4100-0.

INTERNETOVÉ ZDROJE

Avktarget.com. Věda A Vzdělávání: *Rozdíl mezi praktickou a laboratorní prací*. [online]. nedatováno [cit. 2023-06-18]. Dostupné z: <https://cs.avktarget.com/articles/nauka-i-obrazovanie/raznica-mezhdu-prakticheskoj-i-laboratornoj-rabotoj.html>.

BRANDANO, MARCO ET AL., 2016. Evaluating the Role of Seagrass in Cenozoic CO₂ Variations. In: *Frontiers in Environmental Science* [online]. 11. 11. 2016, volume 4 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2016.00072/full#B6>.

CBG ZČU. nedatováno. *Charakteristika měkkýšů jako kmene. Charakteristiky tříd, systematické členění. Charakteristické znaky měkkýšů* [online]. Západočeská univerzita v Plzni. Pedagogická fakulta. Centrum biologie, geověd a envigogiky, nedatováno [cit. 2023-06-18]. Dostupné z: https://www.cbg.zcu.cz/OB/studium/invert/skri/mol_tx1.htm.

MARTÍNEK, KAREL A JURAČKA, PETR JAN. Písek, jak ho neznáte. *PŘÍRODOVĚDCI.CZ* [online]. 4. 4. 2014 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/magazin/pisek-jak-ho-neznate>.

MÄRZOVÁ, LENKA. *Praktická cvičení a laboratorní práce ve výuce biologie člověka na ZŠ a SŠ* [online]. Plzeň, 2020 [cit. 2023-06-18]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z:

https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/40461/1/BP_Marzova.pdf.

MATOUŠKOVÁ, JITKA. *Repertoár demonstrací, experimentů a praktických cvičení s problematikou biologie vodních bezobratlých v práci učitele na základní škole a nižším gymnáziu* [online]. České Budějovice, 2014 [cit. 2023-06-19]. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta. Katedra biologie. Vedoucí práce Miroslav PAPÁČEK. Dostupné z: https://theses.cz/id/ur0ax7/Matouskova_-_DP.pdf?zpet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3Dfranti%C5%A1ek%20%C5%A1t%C4%9Bch%26start%3D20.

MERGL, MICHAL. nedatováno a. *Kmen Mollusca – měkkýši* [online]. Západočeská univerzita v Plzni. Pedagogická fakulta. Centrum biologie, geověd a envigogiky, nedatováno [cit. 2023-06-18]. Dostupné z: <https://www.cbg.zcu.cz/OB/veda/paleontologie/zoopaleontologie/pabi09mo.pdf>.

MERGL, MICHAL. nedatováno b. *Kmen Annelida – kroužkovci* [online]. Západočeská univerzita v Plzni. Pedagogická fakulta. Centrum biologie, geověd a envigogiky, nedatováno [cit. 2023-06-18]. Dostupné z: <https://www.cbg.zcu.cz/OB/veda/paleontologie/zoopaleontologie/pabi08an.htm>.

MERGL, MICHAL. nedatováno c. *Kmen Bryozoa - mechovky* [online]. Západočeská univerzita v Plzni. Pedagogická fakulta. Centrum biologie, geověd a envigogiky, nedatováno [cit. 2023-06-18]. Dostupné z: <https://www.cbg.zcu.cz/OB/veda/paleontologie/zoopaleontologie/mechovky/index.php>.

MIKULÁŠ, RADEK. Štěrkopisek z mořských živočichů *Vesmír* [online]. 5. 12. 2000, č. 12 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2000/cislo-12/sterkopisek-z-morskych-zivocichu.html>.

MIKULÁŠ, RADEK. Moře písku. *Vesmír* [online]. 4. 5. 2020, č. 5. [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2020/cislo-5/more-pisku.html>.

PALMER, RICHARD, A. Antisymmetry. *Variation* [online]. Academic Press, 2005, s. 359-397 [cit. 2023-06-18]. ISBN 9780120887774. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/serpulidae>.

PAPÁČEK, MIROSLAV, ED. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: (DiBi 2010) : sborník příspěvků semináře : 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích* [online]. České Budějovice: Pedagogická fakulta, 2010 [cit. 2023-06-18]. ISBN 978-80-7394-210-6. Dostupné z: <https://old.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>.

PAVÉZKOVÁ, JANA. *Ramenonožci z vybraných badenských lokalit karpatské předhlubně na Moravě* [online]. Brno, 2012 [cit. 2023-06-19]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.

Přírodovědecká fakulta. Ústav geologických věd. Vedoucí práce Šárka HLADILOVÁ. Dostupné z: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fis.muni.cz%2Fth%2Fwci6b%2FRamenonozci_z_vybranych_badenskych_lokalit_karpatske_predhlubne_na_Morave.doc&wdOrigin=BROWSELINK.

PIGULA, TOPI. Krab poustevník je squater oceánu. Cizí ulitu si vezme násilím, nepohrdne ani legem. *Prima ZOOM* [online]. 16. 3. 2022. © 2023 [cit. 2023-06-18]. Dostupné z: <https://zoom.iprima.cz/priroda/krab-poustevník-video>.

POŠTULKOVÁ, ANNA. *Foraminifera ostrova Rab* [online]. Praha, 2009 [cit. 2023-06-18]. Středoškolská odborná činnost. Gymnázium Elišky Krásnohorské v Praze. Konzultant Katarína HOLCOVÁ. Dostupné z: <https://socv2.nidv.cz/archiv31/getWork/hash/906a43be-6b3e-102c-aea7-001e6886262a>.

POŠTULKOVÁ, ANNA. Dírkonošci a třetihorní Jadran na Moravě / Foraminifera and the Tertiary Adriatic in Moravia. *Živa* [online]. 2015, č. 1, s. 25 – 26 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/dirkonosci-a-tretihorni-jadran-na-morave.pdf>.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s vyznačenými změnami. [online]. Praha: MŠMT, 2021 [cit. 2023-06-18]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>.

ROSSBACH, FELIX IVO, MERK, BENEDIKT A WILD, CHRISTIAN, 2021. High Diversity and Abundance of Foraminifera Associated with Mediterranean Benthic Red Algae Mats. In: *Diversity* [online]. 30. 12. 2021, Roč. 14, č. 1 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1424-2818/14/1/21>.

SKUPIEN, PETR A MĚCHOVÁ, LUCIE. nedatováno a. Třída Foraminifera – dírkonošci, dírkovci. *Základy stratigrafie a paleontologie* [online]. Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava. Hornicko–geologická fakulta. Institut geologického inženýrství, nedatováno [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/foraminifera.htm>.

SKUPIEN, PETR A MĚCHOVÁ, LUCIE. nedatováno b. Kmen Bryozoa - mechovky. *Základy stratigrafie a paleontologie* [online]. Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava. Hornicko–geologická fakulta. Institut geologického inženýrství, nedatováno [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/Ramenono%C5%BECi%20a%20mechovky/Bryozoa.htm>.

VOHNÍK, MARTIN, MACHAČ, JIŘÍ A HEŘMANOVÁ, ZUZANA. Mrtvé písky Středozevního moře aneb bioeroze schránek invazních dírkovců. *BOTANIKA* [online]. 2020, č. 2, s. 16 – 18 [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://www.ibot.cas.cz/botanika/wp-content/uploads/sites/19/2021/04/2020-02-Vohnik.pdf>.

VYMĚTALOVÁ, KARINA. *Revize učiva měkkýšů v učebnicích pro základní a střední školy* [online]. Praha, 2014 [cit. 2023-06-19]. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Pedagogická fakulta. Katedra biologie a environmentálních studií. Vedoucí práce Dagmar,

ŘÍHOVÁ.

Dostupné

z:

https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/61651/BPTX_2013_2_11410_0_320_320_0_121640.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ZDROJE OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mozaika ze schráněk

DOROTHY. Strand line collection [Online foto]. 11. 9. 2022. In: *@traighalba Instagram* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/CiX-rs3rJrU/?igshid=ZWlzMWE5ZmU3Zg==>.

Obrázek 2 Mozaika ze schráněk

DOROTHY. Finds from Mull and Iona [Online foto]. 25. 3. 2023. In: *@traighalba Instagram* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/CqM-4o2Ig0n/?igshid=ZWlzMWE5ZmU3Zg==>.

Obrázek 3 Mozaika ze schráněk

DOROTHY. Grey topshell colour gradient [Online foto]. 20. 12. 2022. In: *@traighalba Instagram* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/CmY3AU7oyfO/?igshid=ZWlzMWE5ZmU3Zg==>.

Obrázek 4 Mozaika ze schráněk

DOROTHY. Lily & Sea artworks [Online foto]. 9. 3. 2023. In: *@traighalba Instagram* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/CpkYScDobMW/?igshid=ZWlzMWE5ZmU3Zg==>.

Obrázek 5 Obrázek mořského dna

AUTOR NEZNÁMÝ. Voda, příroda, akvárium, jed, mořské řasy, pod vodou, chapadla, chobotnice, png. 1280 x 1130px [Online kresba]. In: *PNG EGG* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.pngegg.com/cs/png-verbe>.

SHILOV, EGOR. Fototapeta: Vektor řasy jedlé skici. mořské podmořské rostliny plevele izolované [Online kresba]. © 2023 In: *Myloview* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://myloview.cz/fototapeta-vektor-rasy-jedle-skici-morske-podmorske-rostliny-plevele-izolovane-c-8AFD263>.

Obrázek 6 Schránky v dekorativní lahvičce

SYDNEY. Mini Treasure Bottles w/ Mini Shells [Online foto]. 27. 1. 2023. In: *TentaclesMaui* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: https://www.etsy.com/listing/1355758212/mini-treasure-bottles-w-mini-shells?click_key=2b8d93f2484036deb7839709e154698cfc3c9106%3A1355758212&click_sum=be4325e8&ref=shop_home_recs_1.

Obrázek 7 Výroba dekorativní krabičky

MARKÉTA. Lepeni-musli-2 [Online foto]. 1. 11. 2015. In: *SERIÁL: JAK ZABAVIT DĚTI (PART I.)* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://tamarki.cz/serial-jak-zabavit-deti-part-i/>.

Obrázek 8 Dekorativní krabička papírová

MARKÉTA. Dekorace-z-musli-7 [Online foto]. 1. 11. 2015. In: *SERIÁL: JAK ZABAVIT DĚTI (PART I.)* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://tamarki.cz/serial-jak-zabavit-deti-part-i/>.

Obrázek 9 Dekorativní krabička dřevěná

AUTOR NEZNÁMÝ. Dřevěná krabička zdobená mušličkami – malá [Online foto]. 17. 6. 2011. In: *fler, kreativní svět* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.fler.cz/zbozi/drevena-krabicka-zdobena-muslickami-mala-1787201>.

Obrázek 10 Rámeček zdobený schránkami

KAI. Fotorámeček s mušlemi [Online foto]. © 1996–2023. In: *SBAZAR.CZ* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.sbazar.cz/Kai.Kati/detail/169174186-fotoramecek-s-muslemi>.

Obrázek 11 Rámeček zdobený schránkami

NOMADS. Rámeček SEA [Online foto]. In: *Férová móda* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: https://www.ferovamoda.cz/katalog/zbozi/bytove-dekorace/ostatni_288/produkt/ramecek-sea.

Obrázek 12 Náramek z ulít

MÍŠA. Mušličkový náramek – přírodní [Online foto]. © 2023. In: *Miska náramky* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: https://www.naramkymiska.cz/provazkove-naramky/lasturovy-naramek/?gad=1&gclid=EAIAIQobChMI_fzun77P_gIVRqXVCh3PIAPTEAQYASABEgJB-vD_BwE.

Obrázek 13 Prstýnek s ulitou

AUTOR NEZNÁMÝ. Prsten s mušličkou [Online foto]. © 2012-2021. In: *POŠTOVNÉ ZDARMA.CZ* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://postovnezdarma.cz/prsten-s-muslickou>.

Obrázek 14 Prstýnek s lasturou

AUTOR NEZNÁMÝ. Mušličkový prstýnek. [Online foto]. In: *fler, kreativní svět* [online]. [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://www.fler.cz/zbozi/muslickovy-prstynek-13610664>.

INTERNETOVÉ ZDROJE K PŘÍLOHÁM

Příloha 1 – Fototabule – Plži

Obrázek 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13

MERGL, MICHAL. Plži [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 11, Příl. 2, obr. 1, 2, 3, 4 Příl. 3, obr. 1, 2, 4, 5, Příl. 4, obr. 5, Příl. 7 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

Příloha 2 – Fototabule – Plži, Mlži

Obrázek 1, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 12

MERGL, MICHAL. Plži, Mlži [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 8, 10, Příl. 3, obr. 1, 5, Příl. 5, obr. 11, Příl. 6, obr. 2, 8, 10, Příl. 7 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

Příloha 3 – Fototabule – Štítkonošci, Kelnatky, Dírkonošci, Mechovky

Obrázek 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

MERGL, MICHAL. Štítkonošci, Dírkonošci, Mechovky [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 2, 3, 4, 6, 7, Příl. 2, obr. 7, 11, Příl. 4, obr. 4, 6, 7, 8, Příl. 6 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

Příloha 4 – Fototabule – Ježovky, Rakovci, Mnohoštětinatci, Ramenonožci, Ruduchy

Obrázek 2, 3, 7

MERGL, MICHAL. Ježovky, Ramenonožec [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 9, Příl. 2, obr. 7, 10, Příl. 5 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

Příloha 5A – Mořští plži vs. plži na našem území I.

Obrázky a fotografie:

AUTOR NEZNÁMÝ. Polohy schránek, nákres, popis a odůvodnění. [Online kresba]. In: *Gymnázium Kladno* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: http://www.gymnasiumkladno.cz/projekty/experiment/metod_listy/biologie/b27_mekkysi/b27_mekkysi_pl_res.pdf.

AUTOR NEZNÁMÝ. Seashell Drawing Sea hlemýžď, ručně malované černé čáry ulita, abstraktní čáry, umění png. 879x1115px [Online kresba]. In: *PNG EGG* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.pngegg.com/cs/png-zmqxp>.

AUTOR NEZNÁMÝ. Slimák největší. [Online foto]. In: *AtlasZvířat.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <http://www.atlaszvirat.cz/slimak-nejvetsi-534>.

AUTOR NEZNÁMÝ. *Tricolia pullus*. [Online foto]. In: *APHOTOMARINE* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://www.aphotomarine.com/snail_tricolia_pullus_pheasant_shell.html.

AUTOR NEZNÁMÝ. Ulita hlemýžďě zahradního. [Online foto]. In: *Oko* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <http://oko.yin.cz/37/snecku-vystrc-ruzky/>.

BARCIA, JOAN. *Smaragdia viridis*. [Online foto]. 2019. In: *reeflex.net* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://www.reeflex.net/tiere/9036_Smaragdia_viridis.htm.

BOHEMIAN, JUNQUE. How To Draw Shells, Step by Step, Drawing Guide, by Dawn. [Online kresba]. In: *Pinterest* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/177258935309486967/>.

DADEROT. *Zostera marina* - National Museum of Nature and Science, Tokyo. [Online foto]. 4. 9. 2013. In: *Wikipedia* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Zostera_marina.

DE LONGE, JEFF. *Aplysia depilans*. [Online foto]. 29. 10. 2008. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ze_j_obrovsk%C3%BD.

KOSTIHOVÁ, MONIKA. Hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*). [Online foto]. 25. 9. 2009. In: *Ekologicko-faunistická charakteristika suchozemských plžů (Gastropoda) hornické krajiny (Karviná-Doly) – Bakalářská práce* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/106412560-Vysoka-skola-banska-technicka-univerzita-ostrava.html>.

MAD, MAX. *Capaea nemoralis*. [Online foto]. 16. 6. 2010. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1skovka_hajn%C3%AD.

MARIANI, MAURO. Kamomil říční. [Online foto]. 14. 3. 2007. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kamomil_%C5%99%C3%AD%C4%8Dn%C3%AD.

MEIJER, TOM. *Neptunea* - links&rechts gewonden.jpg. [Online kresba]. 7. 3. 2009. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ulita>.

MOODY, ERIC. Ruducha, červená řasa. [Online foto]. In: *Islandsko-český studijní slovník* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://www.hvalur.org/search.php?list_kind=alpha&d_h=rau%25C3%25B0%25C3%25BE%25C3%25B6rungur&d_h_n=0.

MORPHART. Roman šnečí ulita neboli bordó šnek nebo šnečí při použití ve vaření, vintage kreslení čar nebo gravírování obrázku. [Online kresba]. In: *depositphotos* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/210874864/stock-illustration-roman-snail-shell-also-called.html>.

OSORIO, J. Smaragdia viridis. [Online foto]. In: *Universidad de Granada – El litoral de Granada* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/gasteropodos/subclase-neritimorpha/smaragdia-viridis/>.

UGARKOVIC, PERO. Retusa truncatula. [Online foto]. In: *i0wp.com* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://i0.wp.com/opistobranquis.info/wp-content/uploads/2021/03/Retusa-truncatula-@-Croatia-by-Pero-Ugarkovic-e1615577128383.jpg?w=900&ssl=1>.

ZELL, H. Plicate Nerite; Length 2.0 cm; Originating from the Maldives; Shell of own collection, therefore not geocoded. [Online foto]. 8. 12. 2012 In: *Wikipédia* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Neritidae>.

Příloha 5B - Mořští plži vs. plži na našem území II.

Obrázky a fotografie:

ARCTINA2059. Laboratoř. Jednoduché související vektorové ikony — Vector. [Online kresba]. In: *depositphotos* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/vector-images/ikon-microscop.html?offset=500>.

AUTOR NEZNÁMÝ. Hlemýžď zahradní (Helix pomatia). [Online foto]. In: *Atlaso.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.atlaso.cz/hlemyzd-zahradni/>.

AUTOR NEZNÁMÝ. Plovatka bahenní. [Online foto]. In: *Oko* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <http://oko.yin.cz/36/vodni-plzi/plovatka-bahenni/>.

BERTRAND, A. Four specimens living on the dorsal face of a Psammechinus miliaris. [Online foto]. In: *idscaro.net* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: http://www.idscaro.net/sci/04_med/class/fam3/species/vitreolina_philippi1.htm.

BRYAN, TODD. Radula. [Online kresba]. In: *End Show Slide 1 of 43 Copyright Pearson Prentice Hall Biology* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://slideplayer.com/slide/10894825/>.

DAHL, JEFF. Hlemýžď. [Online kresba]. 14. 4. 2008. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Anatomie_m%C4%9Bkk%C3%BD%C5%A1%C5%AF.

KESL, MICHAEL. Síťovka dravá. [Online foto]. 1. 10. 2011. In: *BioLib.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id172679/?taxonid=22793&type=1>.

MICHLOVÁ, E. Ostranka jaderská – *Murex brandarius*. [Online foto]. In: QUIZLET [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://quizlet.com/591513379/mekkysi-flash-cards/>.

NICHOLLS, DAVID. Shiny Glass Snail - *Zonitoides nitidus*. [Online foto]. 5. 6. 2012. In: *NatureSpot.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.naturespot.org.uk/species/shiny-glass-snail>.

Příloha 5C – Mořští mlži vs. mlži na našem území

DEISEY. Rukopis vytvořený mušlí a šneků - Vektorový obrázek I. [Online kresba]. In: *vistacreate* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://create.vista.com/cs/unlimited/stock-vectors/167622002/stock-vector-ink-drawn-seashells-and-snails/>.

DEISEY. Rukopis vytvořený mušlí a šneků - Vektorový obrázek II. [Online kresba]. In: *vistacreate* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://create.vista.com/cs/unlimited/stock-vectors/167622010/stock-vector-ink-drawn-seashells-and-snails/>.

DESCOUENS, DIDIER. *Lastura perlotvorky* mořské. [Online foto]. 15. 1. 2013. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Perlotvorka_mo%C5%99sk%C3%A1.

Příloha 5D - Ježovky a mnohoštětinatci – Výhradně mořští živočichové

Obrázky a fotografie:

ARRECIFE, MI. Las ofiuras. [Online foto]. 14. 12. 2020. In: *MI ARRECIFE* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.miarrecife.digital/post/ofiuras-en-el-acuario-marino>.

AUTOR NEZNÁMÝ. Léto. mořská hvězda, vlna, písek. [Online foto]. In: *wallpapers-fenix.eu* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://cz.wallpapers-fenix.eu/Sammer/158/71041/>.

AUTOR NEZNÁMÝ. Pijavice lékařská. [Online foto]. In: *spektrum zdraví* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.spektrumzdravi.cz/zdravi-a-krasa/pijavice-lekarska-opravdu-si-umi-poradit-se-zdravotnimi-problemy>.

AUTOR NEZNÁMÝ. Žížala obecná. [Online foto]. In: *Archiv ireceptar.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.ireceptar.cz/zvirata/prejete-si-urodnou-a-provzdusnenou-pudu-nechte-pracovat-zizaly.html>.

CHARPIN, FLORENT. Bearded Fireworm. [Online foto]. In: *Florent's Guide To The Tropical Reefs* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://reefguide.org/pixhtml/fireworm15.html>.

KLÁTIL, LUBOMÍR. sumýš Forsskalův (Holothuria forskali). [Online foto]. In: *BioLib.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id79883/>.

KOCOUREK, ALEŠ. Antedon mediterranea. [Online foto]. 16. 5. 2003. In: *Strany potápěčské* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.stranypotapecske.cz/biologie/bioldet.asp?ptvr=161&obr=3>.

MOTYČKA, VLADIMÍR. Ježovka velká (Echinus esculentus). [Online foto]. In: *BioLib.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id602088/>.

OREL, MAKY. Ježovka, Schránka, Mořský živočich. [Online foto]. In: *pixabay* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/je%C5%BEovka-schr%C3%A1nka-mo%C5%99sk%C3%BD-%C5%BEivo%C4%8Dich-2276624/>.

SEMENOV, ALEXANDER. Nereis pelagica. [Online foto]. 10. 12. 2008. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Nereidka_hn%C4%9Bd%C3%A1.

Příloha 5E - Opomíjené, přesto úchvatné skupiny mořských živočichů

Obrázky a fotografie:

MERGL, MICHAL. Dírkonošci, Mechovky, Ramenonožci [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, Příl. 2, obr. 4, 6, 7, Příl. 6 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

NOVÁK, JIŘÍ. Chroustnatka středomořská (Chiton olivaceus). [Online foto]. In: *BioLib.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id143860/>.

TJEN, TJEN. SCAPHOPODA – Tusk Shells. [Online foto]. 10. 6. 2018. In: *Hewan* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://hewan0130.wordpress.com/2018/06/10/scaphopoda-tusk-shells/>.

ZICHA, ONDŘEJ. Gyrosoria lata. [Online foto]. In: *BioLib.cz* [online]. [cit. 2023-06-23]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id14960/>.

Příloha 6A - Po stopách vzniku organogenních vápenců

Důkaz oxidu uhličitého ve vápenci. *ČT EDU* [online]. © Česká televize 1996–2021 [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fedu.ceskatelevize.cz%2Fstorage%2Fworksheet%2Fchemie-a-fyzika%2Fdokaz-oxidu-uhliciteho-ve-vapenci.docx&wdOrigin=BROWSELINK>.

HARMATA, JAN. Vápenec a kras. *Egeon* [online]. 19. 8. 2017. © 2015-2021. Poslední změna 27. 4. 2023 [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://egeon.cz/slovník/184/vapenec-a-kras?c=9531>.

Oxid uhličitý. *Wikipedie* [online]. © 2023. Poslední změna 22. 6. 2023 22:15 [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Oxid_uhli%C4%8Dit%C3%BD.

Obrázky a fotografie:

GOMIXER. Obraz: Chemická laboratorní vybavení - zkumavky, baňky a měření. [Online kresba]. © 2023. In: *Myloview* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://myloview.cz/obraz-chemicka-laboratorni-vybaveni-zkumavky-banky-a-mereni-c-1E44211>.

LAVINSKY, ROB. Calcite. [Online foto]. 2010. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kalcit>.

LEIDUS, IVAR. Aragonit. [Online foto]. 12. 3. 2021. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Aragonit#/media/Soubor:Aragonite_-_Pantoja,_Toledo,_Castile-La_Mancha,_Spain.jpg.

MAREK, ŠTĚPÁN. Radula. [Online foto]. In: *Měkkýši, SlidePlayer* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2882799/>.

MORPHART. Šnečí ulita... [Online kresba]. In: *depositphotos* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/395684954/stock-illustration-snail-shell-part-body-snail.html>.

NEOSUMMER. Mořská tráva *Posidonia oceanica*, typická pro Maltu Středozemní moře stock fotografie. [Online foto]. 25. 8. 2016. In: *iStock by Getty Images* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/fotografie/mo%C5%99sk%C3%A1-tr%C3%A1va-posidonia-oceanica-typick%C3%A1-pro-maltu-st%C5%99edozemn%C3%AD-mo%C5%99e-gm594913290-101976873?phrase=mo%C5%99sk%C3%A9+%C5%99asy+vodn%C3%AD+%C5%99asy>.

SJHULS. Kolečko s mušlemi — Stock obrázek. [Online foto]. In: *depositphotos* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/10967003/stock-photo-a-collection-of-sea-shells.html>.

SOUČEK, JAN. Organogenní vápenec. [Online foto]. 25. 8. 2016. In: *Přírodopis 9, 19. hodina, GEOLOGIE, Usazené horniny, organogenní. Základní škola Meziměstí* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/1615335-Prirodopis-9-geologie-usazene-horniny-organogenni.html>.

UWE, T. Dno a vápenec [Online foto]. 13. 3. 2022. In: *RYBICKY.NET* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://rybicky.net/forum/13628-pisek-a-vapenec>.

WEN-LING, CHIU. Stock ilustrace Černé šestiúhelníkové logo černá tenká čára ikona vektor, ochrana životního prostředí a ekologie. [Online kresba]. 10. 11. 2022. In: *iStock by Getty Images* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/%C4%8Dern%C3%A9->

%C5%A1esti%C3%BAheln%C3%ADkov%C3%A9-logo-%C4%8Dern%C3%A1-tenk%C3%A1-%C4%8D%C3%A1ra-ikona-vektor-ochrana-%C5%BEivotn%C3%ADhohgm1440411476-480406591.

WIRESTOCK. Letecký snímek místa, kde se řeka Fauja vlévá do Baltského moře. stock fotografie [Online foto]. 2. 1. 2023. In: *iStock by Getty Images* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/fotografie/leteck%C3%BD-sn%C3%ADmek-m%C3%ADsta-kde-se-%C5%99eka-fauja-vl%C3%A9v%C3%A1-do-baltsk%C3%A9ho-mo%C5%99e-gm1453262817-489298763>.

Příloha 6B - Odolnost ulit mořských a suchozemských plžů

Schránka. *Wikipedie* [online]. © 2023. Poslední změna 24. 3. 2023 11:36. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Schr%C3%A1nka>.

Vápenec. *Wikipedie* [online]. © 2023. Poslední změna 28. 5. 2023 09:44. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1penec>.

Příloha 6C - Struktura schránek a její rozmanitost

Obrázky a fotografie:

AUTOR NEZNÁMÝ. Plzák lesní. [Online foto]. In: *Archiv ireceptar.cz* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://www.ireceptar.cz/zahrada/proc-se-plzak-spanelsky-premnozil.html>.

AUTOR NEZNÁMÝ. Sépiová kost. [Online foto]. 10. 12. 2006. In: *Wikipedie* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9piov%C3%A1_kost.

KHALEEQ, MUHAMMAD. Stock ilustrace Ikona tlusté čáry geologie. [Online kresba]. 23. 12. 2022. In: *iStock by Getty Images* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/ikona-tlust%C3%A9-%C4%8D%C3%A1ry-geologie-gm1451397385-488088795>.

MERGL, MICHAL. Zadožábří plži [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 1, 2, 4, 5, 6, Příl. 4 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

Příloha 7B, 7C– Pexeso I, II - Mikroskopický svět mořských písků ze Středomoří

Obrázky: *Similiphora*, sp., *Bittium*, sp., *Tricolia pullus*, *Smaragdia viridis*, *Alvania beani*, *Rissoa variabilis*, *Vitreolina philippi*, *Haminoea hydatis*, *Retusa truncatula*, *Philine punctata*, *Ctena decussata*, *Barbatia barbata*, *Arca noae*, *Musculus costulatus*, *Chiton olivaceus*, *Chiton corallinus*, *Textularia* sp., *Miniacina miniacea*, *Sertella septentrionalis*, *Margaretta cereoides*, *Schizoporella* sp., *Arbacia lixula*, *Echinocyamus pusillus*, *Argyrotheca* sp. (viz Internetové zdroje k přílohám – Příloha 1 – 4).

Obrázky písků

MERGL, MICHAL. Mořské písky [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 2, 3, 4, Příl. 1 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

Obrázky: *Alvania montagui*, *Vexillum littoralis*, *Chamelea gallina*, *Striarca lactea*, *Brachydontes pharaonis*

MERGL, MICHAL. Plži, mlži [foto]. 2020. In: ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole* [online]. Plzeň, 2020, obr. 5, Příl. 3, obr. 1, 3, 7, 9, Příl. 7 [cit. 2023-06-28]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ. Dostupné z: <https://docplayer.cz/223310347-Na-zakladni-a-stredni-skole-bakalarska-prace-nikola-smidtova-biologie-se-zamerenim-na-vzdelavani.html>.

Příloha 8A - Laboratorní protokol - Svět mořských biogenních písků pod binokulární lupou

Obrázky a fotografie:

AUTOR NEZNÁMÝ. Základní slepá mapa. [Online kresba]. In: *Omaha.cz* [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://omaha.cz/slepa-mapa-sveta/>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Fototabule - Plži

Příloha 2 – Fototabule – Plži, Mlži

Příloha 3 – Fototabule – Štítkonošci, Kelnatky, Dírkonošci, Mechovky

Příloha 4 – Fototabule – Ježovky, Rakovci, Mnohoštětinatci, Ramenonožci, Ruduchy

Příloha 5A – Pracovní list - Mořští plži vs. plži na našem území I.

Příloha 5B – Pracovní list - Mořští plži vs. plži na našem území II.

Příloha 5C - Pracovní list - Mořští mlži vs. mlži na našem území

Příloha 5D - Pracovní list - Ježovky a mnohoštětinatci – Výhradně mořští živočichové

Příloha 5E - Pracovní list - Opomíjené, přesto úchvatné skupiny mořských živočichů

Příloha 6A - Pracovní list - Po stopách vzniku organogenních vápenců

Příloha 6B - Pracovní list - Odolnost ulit mořských a suchozemských plžů

Příloha 6C - Pracovní list - Struktura schránek a její rozmanitost

Příloha 7A - Pracovní list - Badatelské týmy mořských biologů

Příloha 7B– Pexeso I - Mikroskopický svět mořských písků ze Středomoří

Příloha 7C – Pexeso II - Mikroskopický svět mořských písků ze Středomoří

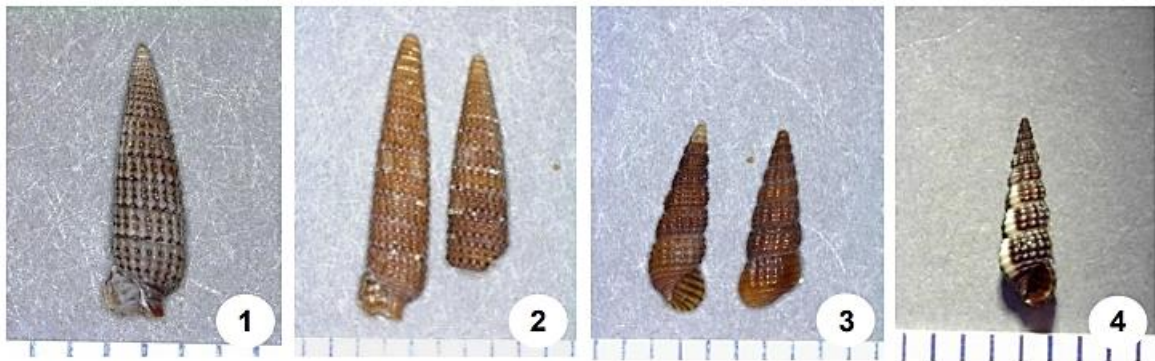
Příloha 7D – Sada kartiček - Živočichové a rostliny mořského dna

Příloha 8A – Laboratorní protokol - Svět mořských biogenních písků pod binokulární lupou

Příloha 8B – Laboratorní protokol - Příprava mikroskopického preparátu a pozorování stélky ruduch

Příloha 9 - Literatura vhodná k tvorbě pracovních listů s tematikou biogenních mořských písků

Příloha 1



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



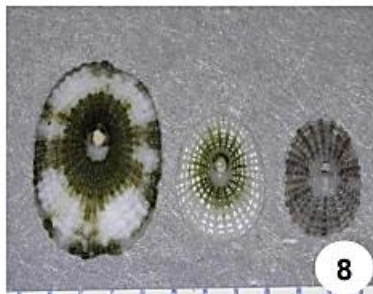
Plži: *Tricolia pullus*



Smaragdia viridis



Trochus sp.



Plži: *Patella* sp.



Cocculina sp.



Haminoea hydatis



Plži: *Retusa truncatula*



Retusa umbilicata



Philine punctata

Příloha 2



Plži: *Alvania beanii*



Rissoa variabilis



Barleeia unifaciata



Plži: *Vitreolina philippi*



Lunatia guilleminii



Trophonopsis muricata



Plž: *Conus* sp.



Miži: *Barbatia barbata*



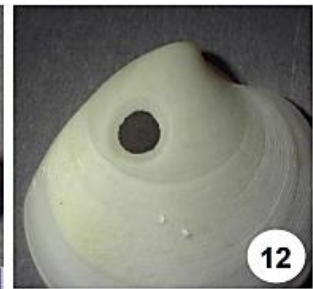
Arca noae



Miži: *Musculus costulatus*



Ctena decussata



Stopy po predaci (vrtby)

Příloha 3



Štítkonošci: *Chiton olivaceus*



Chiton corallinus



Kelnatka: *Dentalium vulgare*



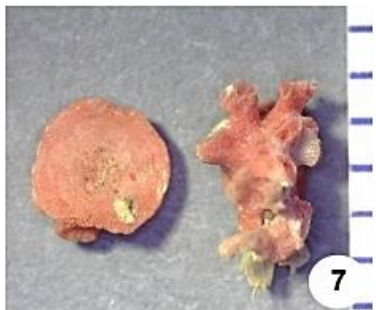
Dírkonošci: *Peneroplis planatus*



Amphistegina sp.



Massilina gualtieriana



Dírkonošci: *Miniacina miniacea*



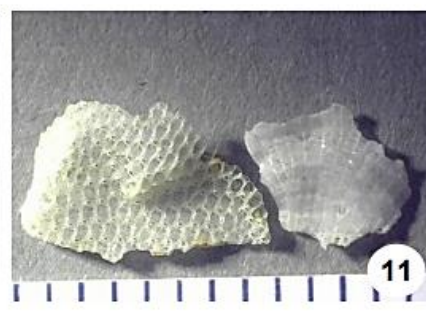
Textularia sp.



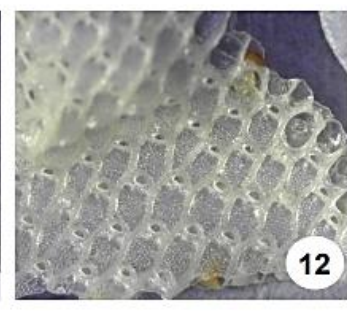
Mechovky: *Margaretta cereoides*



Mechovky: *Reteporella grimaldii*

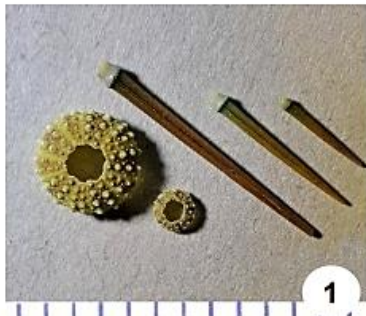


Schizoporella sp.



Detail povrchu zoaria

Příloha 4



Ježovky: *Paracentrotus lividus*



Arbacia lixula



Echinocyamus pusillus



Rakovec: *Pagurus* sp. - klepeto



Mnohoštětinatci: *Spirorbis rupestris*



Hydroïdes sp.



Ramenonožec: *Argyrotheca* sp.



Ruduchy: *Corallina* sp.

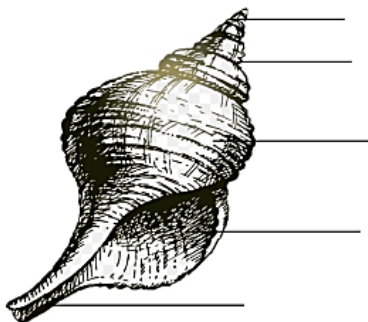


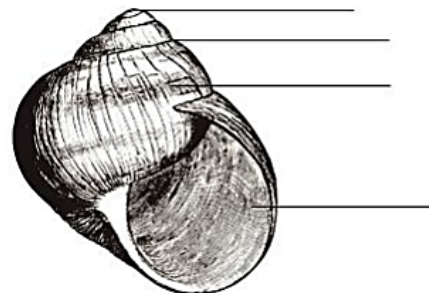
Lithothamnion sp.

Mořští plži vs. plži na našem území I.

Všiml/a sis někdy, kolik prázdných ulitek můžeme nalézt v písku na pláži nebo pod mořskou hladinou? Opuštěné ulitky nás často zaujmou svým tvarem a zbarvením, které je doslova činní nepřehlédnutelnými ozdobami mezi zrnky mořského písku. Základní barevný podklad a vzor ulity jsou dány geneticky. Na výsledné zbarvení však mají vliv i další faktory, a proto nacházíme ty nejrůznější kombinace, často doplněné o nápadné kresby v podobě skvrnek, žíhání nebo proužků. O které konkrétní vlivy se jedná? Jaká zbarvení a zajímavé tvary můžeme mezi mořskými ulitkami objevit? A do jaké míry se odlišují od ulit plžů na našem území? Zahrajte si na badatele a pokuste se odpovědi na tyto otázky sami odhalit.

1. Popiš základní části ulit na obrázku. Využij při tom nápovědu.
Do rámečků pod obrázky uveď, zda se jedná o ulitu mořského nebo suchozemského plže.





vrchol ústí závit šev sifonální kanál

K čemu plžům ulita slouží? _____



2. **Pozorování: Barevná rozmanitost ulit**

- a) Pozoruj mořský písek pod binokulární lupou a pokus se najít dvě ulity, které tě nejvíce zaujmou svým odlišným zbarvením. Následně ulity nakresli a vybarvi, včetně případného vzoru (žíhání, flíčky, proužky, apod.).

Nákres:

- b) Nápadně zbarvené ulity nacházíme i u některých zástupců našich suchozemských plžů. Jedním z nich je například páskovka.

Který druh páskovky je v ČR nejhojnější? _____

Vybarvi ulitu z vrchního a bočního pohledu, podle zbarvení a kresby naší nejhojnější páskovky:

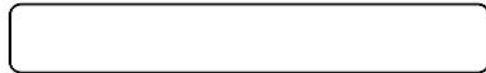


- c) Jaký význam v přírodě, má zbarvení plžů na vyobrazených fotografiích?



Kteří další živočichové tyto strategie rovněž využívají?

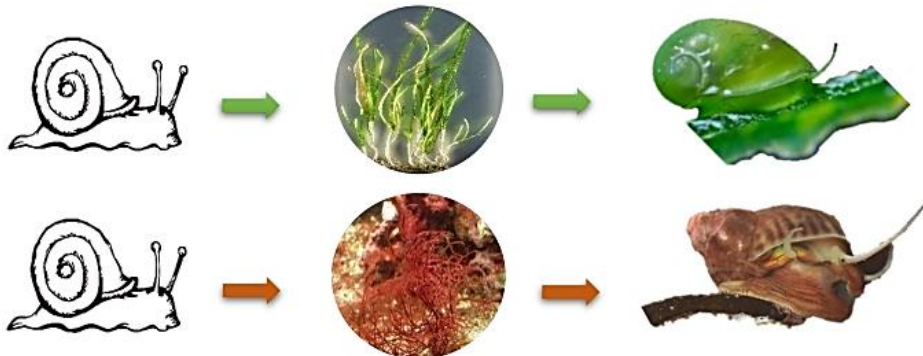
- d) Ulity se zajímavou kresbou rovněž nalezneme u některých zástupců sladkovodních plžů, vzácně se vyskytujících na Moravě. Jedná se o příbuzné druhy zeleného mořského plže *Smaragdia* ze skupiny zubcovitých. Podívej se na fotografii a pokus se odvodit, podle kterého znaku na ulitě je odvozen název této skupiny. Vyznač tento znak na fotografii a své tvrzení zaznamenej do rámečku.



Zakroužkuj správné tvrzení:

Tento znak je typický spíše pro: mořské a sladkovodní/suchozemské plže.

- e) Barevnost ulit vzniká kombinací čtyř základních pigmentů – žlutého, červeného, zeleného a modrého. Jedním z faktorů ovlivňujících zbarvení schránek je prostředí výskytu daného plže. Pozorně si prohlédni obrázky a pokus se přijít na to, jakým způsobem může být výsledné zbarvení ulit plžů dále ovlivněno.



Výsledné zbarvení ulity je ovlivněno: _____

Kromě ulity může být pigmentováno i _____ plže.

- f) Mezi mořskými plži najdeme i takové druhy, jejichž ulity jsou takřka neviditelné. Průsvitné tenkostěnné schránky nacházíme u některých zadožábřích plžů. Čím je tento jev způsoben? Níže uvedené indicie ti napoví, o který jev se jedná.

g)



Zeň obrovský



Pozoruj mořský písek pod binokulární lupou a pokus se „neviditelné ulity“ zadožábřích plžů odhalit.

Kolik „neviditelných ulit“ se ti podařilo v mořském písku najít? _____

- h) Po odumření plže jsou ulity vystaveny působení vnějších vlivů (vzduch, teplota, kyselost vody, bakterie) a své původní zbarvení postupně ztrácí. Tento jev lze běžně pozorovat například u opuštěných ulit hlemýždě zahradního. Porovnej tyto dvě fotografie a stručně vysvětli, čím přesně je postupné vybělování ulity způsobeno.



3. Porovnej velikost ulity hlemýždě zahradního s velikostí drobných ulit z mořského písku. K měření ulit využij posuvné měřítko. Výslednou velikost zaznamenej níže:

Velikost ulity hlemýždě: _____ Velikost ulity plže z mořského písku: _____

Proč jsou podle tebe ulity tak drobné? _____

Znáš některého většího suchozemského cizokrajného plže, než je hlemýžď zahradní?



4. **Pozorování: Zajímavé tvary ulit**

- a) Pozoruj ulitu kotouče (popř. kotoučku), přílipky, jehlanky, ostranky (popř. ostrankovce) a homolice pod binokulární lupou. Následně si vyber dvě z těchto ulit, které tě svým tvarem zaujaly nejvíce, nakresli je a jednoduše popiš (včetně označení, kterému plži ulita náleží).

Nákres:

Co ti ulity svými tvary připomínají? _____

- b) Zajímavé tvary ulit podobné přílipkám, nalezneme i u některých plžů na našem území. Podívej se na fotografii a pokus se určit, o kterého sladkovodního plže se jedná. Při určování můžeš využít určovací klíč:



5. **Pozorování: Pravotočivost vs. levotočivost ulit**

Dle směru vinutí závitů na ulitě, rozeznáváme ulity pravotočivé a levotočivé. Které ulity mají v přírodě větší zastoupení?

Postup při určování točivosti ulit:

Položte ulitu osou svisle, vrchol směřuje nahoru, ústím dolů a k sobě (stejně jako na obrázcích vpravo).

➤ Ústí směřuje doprava = pravotočivá ulita

➤ Ústí směřuje doleva = levotočivá ulita



levotočivá ulita



pravotočivá ulita

- a) Pozoruj ulity plžů z čeledi jehlankovití a jehličkovití pod binokulární lupou a urči točivost těchto mořských plžů.

- b) Pozoruj ulity závrnatek pod binokulární lupou a urči točivost těchto suchozemských plžů.

Většina plžů má _____ ulitu.

Mořští plži vs. plži na našem území II.

Plži jsou nejhojnější třídou měkkýšů, zejména díky svému způsobu života a schopnosti přizpůsobit se (adaptovat) na podmínky v daném prostředí. Asi nikoho nepřekvapí, že většina plžů je býložravých. Ale věděli jste, že existují i všežraví plži, kteří jsou často predátory jiných plžů, mlžů a dalších živočichů? Ojedinělý není ani kanibalismus nebo dokonce parazitismus! Ale jak takoví predátoři, kanibalové nebo parazité mezi plži vypadají? A najdeme je i na pevnině? Nejen s ulitami dravých a parazitických plžů, ale i s důkazy o jejich predaci, se můžete blíže seznámit v mořských písčích. Zahrajte si na badatele a pokuste se ulity těchto plžů odhalit.

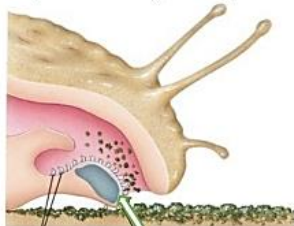
1. Díky své výborné životní strategii a schopnosti přizpůsobit se (adaptovat) plži osídlili širokou škálu prostředí. Kde všude můžeme plže nalézt? Příklady plžů na obrázcích by ti měly napovědět.

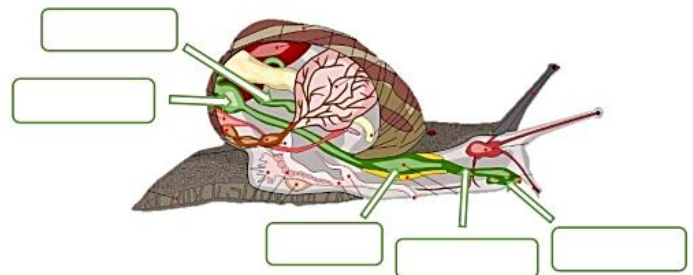


- 1) _____ 2) _____ 3) _____

Které z těchto prostředí čítá nejvíce plžů? _____

2. Popiš obrázky a doplň text, týkající se trávicí soustavy a způsobu obživy plžů:





Většina plžů je _____. Pomocí chitinové pásky se zoubky zvané _____, která se nachází v jejich ústech, doslova _____ listy rostlin. V ústech je obsaženo velké množství _____, které napomáhají zpracování potravy. U dravých plžů mohou být toxické nebo silně leptavé, podobně jako kyselina. Potrava z úst putuje do _____, jícnu rozšířeného ve _____, speciálně uzpůsobeného vakovitého _____ k trávení celulózy a _____. Existují i _____ plži, kteří jsou často _____ jiných plžů, mlžů a dalších živočichů. Výjimkou není ani požívání plžů stejného druhu, neboli _____. A dokonce ani _____ na těle druhých živočichů není některým plžům cizí. Parazitické drobné druhy nalezneme mezi _____ plži.

radula,	mořskými	všežraví	slinných žláz	býložravých	vole
střev	hltanu	žaludku	kanibalismus	parazitování	predátory

3. Vysvětli následující ekologické pojmy:

Býložravec = _____

Všežravec = _____

Predace = _____

Kanibalismus = _____

Parazitismus = _____



4. Pozorování: Ulity dravých plžů

Mezi dravé mořské plže řadíme například ostranky a natiky, které svou přeměněnou radulou ve vychlípitelný chobot se zoubky, doslova vrtají do lastur živých mlžů. Tělo nebohého mlže následně rozkrouhají a spořádají. V lastuře po nich pak zbyde jen vyvrtaný kruhovitý otvor, pomocí kterého do ní pronikly. Ojedinělý není ani kanibalismus, který je typický pro homolice. Ty pro paralyzování kořisti využívají své jedové harpunovité zuby, jejichž bodnutí může být smrtelné i pro člověka.

- a) Pomocí lupy pozoruj ulitu ostranky, natiky a homolice. Všiměj si nápadných znaků, specifických tvarů a zbarvení. Následně proved' nákras, včetně popisku (rodový název plže).

Nákras:

- b) Draví plži, kteří navrtávají ulity jiných plžů, nalezneme i u některých zástupců suchozemských plžů na našem území - konkrétně u skupiny zemounkovití. Příkladem je poměrně vzácný, u nás nepůvodní druh, sítovka dravá. Běžnějším druhem je však plž vyobrazený níže na druhé fotografii. Pokus se určit, o který druh se jedná. Využij určovací klíč Měkkýši (Pfleger, 1988).



Sítovka dravá



Jaké další predátory plžů ještě znáš? _____

Kanibalismus se vyskytuje také u „bezulitnatých“ suchozemských plžů, kteří často škodí na našich zahradách. Dokážeš odvodit, o které druhy plžů se jedná?

Pro které bezobratlé živočichy je kanibalismus typický?

- c) Stopy po predaci: Pozoruj mořský písek pod binokulární lupou a pokus se odhalit „navrtané“ lastury (kruhovité otvory) od dravých plžů. Lasturu s pozůstatkem po predaci jednoduše nakresli a popiš.

Nákras:

Na které části lastur jsou vyvrtané otvory (tzv. vrtby) nejčastěji a proč?



5. Pozorování: Ulity parazitických plžů

V mořských vodách existují parazitické druhy plžů, jejichž drobné nenápadné ulity můžeme nalézt i v mořském písku. Snadno je poznáme podle specifického tvaru protáhlé kuželovité ulitky s šikmo zahnutým vrcholem. Ulitky jsou velice křehké (tenkostěnné), o čemž svědčí i jejich průsvitný sklovitý vzhled. Jejich původní majitelé nejčastěji parazitovali na těle ostnokožců, kteří se prohrabávali mořským dnem. Radula těchto plžů je přeměněna na dlouhý přívěsek (sací ústrojí), pomocí kterého pronikají do těla hostitele.

- a) Prohlédni si specifické ulity drobného parazitického mořského plže (*Vitreoliny*) pod binokulární lupou.

Na jakou stranu směřuje zahnutý vrchol ulit? _____

- b) Podívej se na obrázek a zodpověz následující otázky:



- 1) Na kterém živočichovi tyto plži parazitují a podle čeho je to patrné?

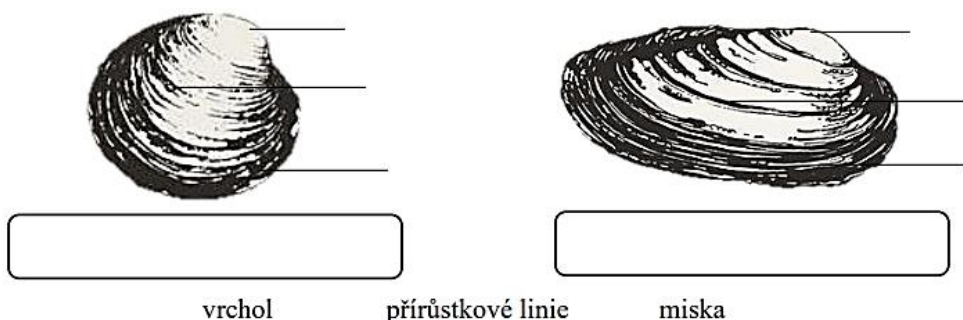
- 2) Proč jsou tyto parazitické plži takto drobní? Platí tento znak i pro většinu ostatních parazitů?

- 3) Jaké další parazitické živočichy znáš?

Mořští mlži vs. mlži na našem území

Mlži jsou druhou nejpočetnější třídou měkkýšů. Na rozdíl od plžů je nenalezneme na pevnině, ale pouze ve vodním prostředí. Své bezesporu největší zastoupení mají v mořích, a proto není náhodou, že jejich lastury často nalézáme v mořském písku. Lastury jsou zajímavé díky svému variabilnímu vzhledu a skrývají v sobě více, než se na první pohled zdá. Kromě možnosti určení, kterému druhu mlže lastura náležela, z nich často můžeme vyčíst i způsob života jejího původního majitele. Které znaky nám to prozradí? A do jaké míry se odlišují mořští mlži od těch sladkovodních? Zahrajte si na badatele a pokuste se odpovědi na tyto otázky sami odhalit.

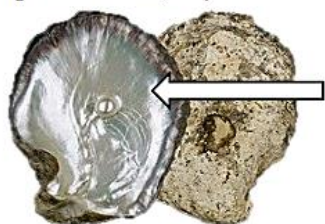
1. Popiš základní části lastur na obrázku. Využij při tom nápovědu. Do rámečků pod obrázky uveď, který tvar lastury je typičtější pro mořské/sladkovodní mlže.



K čemu mlžům lastura slouží? _____

Lastura se skládá ze _____ misek. Misky jsou vzájemně spojeny _____ se zoubky.

2. Doplň do textu, co je označené na fotografii:



Na fotografii je vyznačená _____ vrstva lastury známého mořského mlže _____.

Tato vrstva je nejvíce vyvinutá u schránek třídy _____.



3. **Pozorování: „Chlupaté“ lastury mlžů**

Povrch lastur mlžů zdaleka není pouze hladký. Mezi mořskými zástupci nalezneme mlže s „chlupatou“ svrchní vrstvou lastury. Tímto podivuhodným znakem se pyšní například návka vousatá, jejíž název je odvozen právě od netradičního vzhledu. „Chlupatý“ (vousatý) vzhled misek není náhodný. Lastura porostlá hnědými vousky působí jako kamínek porostlý řasami, což je pro mlže výbornou životní strategií.

- Pozoruj „chlupatou“ lasturu návky vousaté pod binokulární lupou. Následně proved' nákres lastury a jednoduchý popis nápadných znaků, včetně popisku (rodový a druhový název mlže).
- Porovnej lasturu návky s lasturou škeble rybničné.

Nákres:

Na které části lastury se chloupky nenachází? _____

O jakou životní strategii, spjatou s nenápadným vzhledem lastur, se v tomto případě jedná? _____

Nacházíme „chlupatý“ povrch lastur i mezi sladkovodními mlži? _____

Jakým způsobem se maskuje škeble rybničná? _____



4. Pozorování: Mlži s přichytnými (tzv. byssovými) vlákny

Jednou z dalších životních strategií některých druhů mlžů je přichycení k pevnému podkladu (nejčastěji kameny, útesy a skaliska) pomocí přichytných (tzv. byssových) vláken. Tato speciálně uzpůsobená vlákna jsou vylučována žlázou ve svalnaté noze mlže. Struktura vláken je na jednom konci tuhá a na druhém pružná, což vlákna činí dokonale odolnými, podobně jako síť pavučiny. Touto pozoruhodnou schopností se mezi mořskými mlži pyšní zástupci návek, kardit a slávek.

- a) Pozoruj lasturu slávky pod binokulární lupou. Následně proved' nákres lastury, včetně popisku (rodový a druhový název mlže).

Pozn. V mořském písku je hojný drobný druh z čeledi slávkovitých – *Musculus costulatus*.

Nákres:

- b) Lastura slávek je: tenkostěnná / silnostěnná
 Jakým způsobem jsou slávky využívány lidmi? _____
 Přichytná vlákna mlžům slouží také jako ochrana před _____
 Nacházíme přichytná vlákna lastur i mezi sladkovodními mlži? _____



5. Pozorování: Zahrabávání mlžů do písku

Mezi mořskými mlži nalezneme i takové druhy, které jsou schopné se pro svou ochranu před predátory zahrabat do písku. Tato vlastnost se odráží i na vzhledu jejich lastury, která je zdobena žebírky a především speciálními rýžkami (tzv. divarikátními liniemi). Mezi hrabavé mořské mlže řadíme například luciny, dosínky nebo chionky.

- a) Pozoruj lasturu luciny pod binokulární lupou a proved' nákres lastury, včetně její ozdoby. Popiš její nápadné znaky a uveď rodový název mlže.

Nákres:

Zamysli se, k čemu mlžům slouží speciální rýžky na povrchu lastur, při zahrabávání do písku:

Jak jsou lastury nejčastěji zbarvené? _____

Proč není zbarvení lastur méně nápadné jako u většiny mlžů? Jak to souvisí s jejich životní strategií?

Je zahrabávání do písku běžné i mezi sladkovodními mlži? _____

- b) *Luciny žijí v symbiotickém vztahu s bakteriemi, kterým poskytují kyslík. Bakterie těmto mlžům pak na oplátku dodávají živiny. Jedná se o další životní strategii, kdy v případě nedostatku potravy mohou mlži využívat živiny od bakterií pro svou obživu.*

Které další symbiotické vztahy mezi organismy znáš? Uveď 2 příklady symbiózy v přírodě.

+

+

Bonusový úkol pro badatele:

- 6.** Na lasturách některých druhů mlžů jsou patrné stopy po predaci dravých plžů v podobě kruhovitých vyvrtných otvůrků. Pozoruj mořský písek pod binokulární lupou a pokus se tyto lastury odhalit.

Ježovky a mnohoštětinatci – Výhradně mořští živočichové

1) Ježovky – Barevné ozdoby mořského dna

Dokážete si představit moře bez ježovek? Tito pozoruhodní živočichové obývají mořská dna již od pradávna a díky svému pestrému zbarvení a tvarům jsou doslova jejich ozdobou. Tvar těla je dán pevnou vnitřní kostrou tvořící krunýř, jehož povrch je za života ježovky pokryt tenkou pokožkou a ostny. Po odumření živočicha ostny opadnou a schránka potupně klesá ke dnu, kde se později láme na menší kousky. Svou krásu však ani přesto neztrácí. Pozůstatky barevných schránek a ostnů se stávají součástí mořských písků a dávají nám tak možnost pozorovat jejich strukturu zblízka. Představte si, že jste potápěči v moři a ponořte se do hlubin mořských písků pod binokulární lupou, kde jistě na barevné schránky ježovek narazíte.

- 1.** Napiš do rámečku, co je znázorněné na obrázku a pokus se přijít na to, od čeho jsou vystouplé hrbolky označené šipkou:



2. Pozorování: Barevné schránky a ostny ježovek v mořském písku

- a) Pozoruj mořský písek pod binokulární lupou a pokus se najít úlomky nebo celé schránky ježovek a jejich ostnů (jehlic). Následně proved' náskres zvětšené schránky a ostnu, včetně jednoduchého popisu a označení obrázku (o co se jedná). Využij při tom barvy.

Náskres:

Se schránkami a ostny jakých barev jsi se setkal/a? _____

- b) **Skládačka:** Pokus se poskládat ostny pod binokulární lupou tak, aby pasovaly na kloubní plošky (výběžky) na povrchu úlomků schránek.

3. Doplň připravený text a očíslej obrázky podle pojmu, ke kterému náleží:

Ježovky jsou třída kmene _____.
 Jedná se o výhradně _____ živočichy.
 Typickým znakem je _____ kostra, složená z vápenitých destiček tvořících celistvý _____.
 Povrch krunýře vyběhá v _____ plošky, na které jsou napojeny _____, sloužící k _____.
 před predátory, _____ v písku a pohybu.
 K pohybu rovněž slouží nitkovité _____
 vybíhající z kostry, které se pohybují díky tlaku vody v soustavě vodních cév, tzv. ambulakrální soustavě.



- 1 lilijice
 2 sumýši
 3 hvězdice
 4 hadice
 5 ježovky

2) Mnohoštětinatci – Zakroucené rourky

Život pod mořskou hladinou v sobě ukrývá nejednoho zajímavého živočicha. Jedimi z nich jsou mnohoštětinatci vytvářející schránky, v podobě zakroucených vápenitých nebo slepencových rourek ze zrněk písků, úlomků schránek, apod. Spodní část těchto rourek je obvykle přitmelena k pevnému podkladu, například kamenům nebo skaliskám. Některé druhy vytváří vápenaté víčko, podobně jako plži. K pohybu uvnitř rourky používají tyto živočichové drobné štětinky. Schránky se uchovávají dlouho po odumření živočicha, kdy odpadají na dno a stávají se součástí mořského písku. Velké množství těchto rourek však často způsobuje problémy v lodní dopravě, například zvyšováním odporu vody proti trupu lodi, snižováním účinnosti lodních šroubů nebo ucpáváním potrubí.

**1. Pozorování: Zakroucené vápenité rourky**

Pozoruj zakroucené a spirálovité rourky mnohoštětinatců – rournatců pod binokulární lupou. Následně proved' nákres zvětšené schránky, označení obrázku (o co se jedná).

Nákres:

Jaké zbarvení měly rourky nejčastěji? _____

Vzhled schránky kterých živočichů ti spirálovité rourky připomínaly? _____

2. Doplň připravený text:

Mnohoštětinatci jsou jednou ze tříd kmene _____. Jedná se o výhradně _____ živočichy. Typickým znakem mnohoštětinatců jsou tzv. _____ (výběžky) se štětinkami, které jim slouží k _____. Někteří zástupci vytváří pevné vápenité _____ nebo slepencové rourky ze zrněk písku a úlomků schránek, které jim slouží jako ochrana před _____. Rournatci žijí _____ způsobem života, se spodní částí rourky _____ k pevnému podkladu, nejčastěji kamenům nebo _____.

3. K jednotlivým obrázkům napiš, o kterou skupinu kroužkvců se jedná:**4. Který druh mnohoštětinatce je vyobrazen na fotografii?**

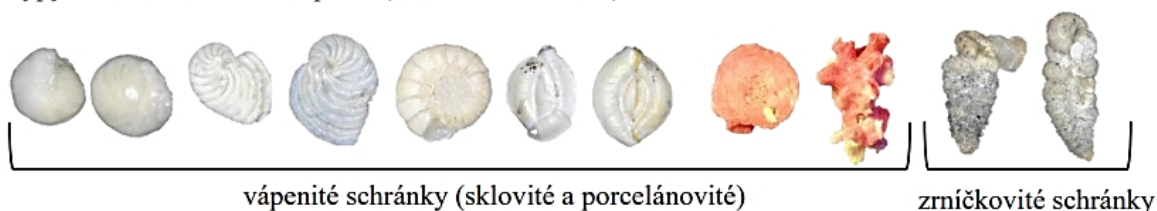
Opomíjené, přesto úchvatné skupiny mořských živočichů

V mořském písku můžete nalézt i schránky takových skupin živočichů, se kterými se v učebnicích setkáte pouze okrajově nebo vůbec. Tyto skupiny živočichů jsou však velice zajímavé, ať už díky svému vzhledu schránek, způsobu života nebo pro svou vzácnost a byla by škoda je blíže nepoznat.

Dirkonošci – Sklovité, porcelánovité a zrníčkovité schránky

Tito drobní jednobuněční živočichové si svůj název vysloužili díky dírkovaným schránkám, ze kterých vyčnívají tenké panožky. Doslova tedy „nosí dírky“. Schránky jsou vylučovány samotným živočichem, nejčastěji dvojího typu: vápenité (sklovitého a porcelánovitého vzhledu) a zrníčkovité (slepené z drobných částecek, například zrněk písku). Schránky se uchovávají dlouho po odumření živočicha a mají horninotvorný význam při vzniku vápence.

Typy schránek v mořském písku (velikost v řádu mm):



a) Pozoruj vápenité (sklovité a porcelánovité) a zrníčkovité schránky dirkonošců pod binokulární lupou. Všiměj si různorodosti tvarů, materiálu schránek a barev. Následně proved' nákres jedné vápenité a jedné slepencové schránky, které tě nejvíce zaujaly.

Nákres:

vápenitá schránka

zrníčkovitá schránka

b) Proč tě zaujaly právě tyto schránky? _____
K čemu dirkonošcům slouží panožky a kde na jejich těle je můžeme nalézt?

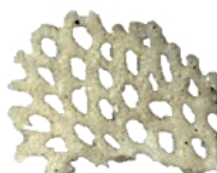
„Bílé koberce“ koloniálních mechovek

Mechovky jsou mořské organismy, vytvářející sněhově bílé kolonie na dně moří. Kolonie nabývají mnoha pozoruhodných tvarů – mřížkovité, keříčkovité a vůbec nejčastěji povlékavé neboli plazivé, připomínající bílé koberce.



a) Pozoruj povlékavé, mřížkovité a keříčkovité schránky mechovek pod binokulární lupou. Všiměj si různorodosti tvarů těchto koloniálních organismů.

b) Uveď k obrázkům, o který typ kolonie se jedná. Využij při tom nápovědu.



povlékavá (plazivá)

mřížkovitá

keříčkovitá

Co je to kolonie? _____

Které koloniální organismy ve vodním prostředí ještě znáš? _____

Barevné destičky štítkonošců a „sloní kel“ kelnatek

Štítkonošci a kelnatky jsou sice méně známými, ale velice zajímavými třídami měkkýšů, vyznačující se svým netradičním vzhledem. Štítkonošci doslova nosí schránku z osmi štítků (destiček), které jsou navzájem spojeny a tvoří ochranný štít. V ohrožení se tyto živočichové stáčí do klubička a svým vzhledem a způsobem obrany tak připomínají svinky či švábi. Není proto náhodou, že jsou jinak nazýváni jako „mořští švábi“. Kelnatky se zase pyšní svými trubičkovitými schránkami, připomínající sloní kel.



a) Pozoruj klenuté barevné destičky štítkonošců pod binokulární lupou, které dříve tvořily jejich schránku. Všiměj si jejich zbarvení a „křídýlkovitých“ nebo oválných tvarů.

b) Jaké zbarvení měly pozorované destičky? _____

Pokus se určit, o který druh štítkonošce, vyobrazeného na fotografii, se jedná. Využij při tom určovací klíč nebo internet:





c) Pozoruj schránky kelnatek pod binokulární lupou. Všiměj si podobnosti tvarů se sloním klem, od kterého je odvozen jejich název.

d) Který živočich níže na fotografii se ukrývá ve schránce kelnatky a proč?



e) Které tři třídy měkkýšů, kromě štítkonošců a kelnatek ještě znáš?

_____, _____, _____

Ramenonožci – Starobylý poklad moří

Ramenonožci jsou velmi vzácnou skupinou živočichů, kteří svého největšího rozmachu dosáhli v prvohorách, kdy měli nezastupitelný horninotvorný význam. Jejich odolná schránka se skládá ze dvou nestejně velkých misek – spodní miska je vždy větší. Ve velké míře se dochovávají ve formě zkamenělin.



a) Pozoruj schránku ramenonožce pod binokulární lupou. Schránkám kterých živočichů se podobá?

b) Co se stalo se schránkami ramenonožců vpravo na fotografii?



Po stopách vzniku organogenních vápenců

Vápenec, jedna z nejznámějších usazených (sedimentárních) hornin, je tvořen uhličitánem vápenatým (CaCO_3), který je rovněž základní složkou schránek většiny mořských živočichů. Podobnost složení rozhodně není náhodná. Po odumření živočicha schránka klesá ke dnu, kde se postupně rozkládá. Uhličitán vápenatý se hromadí v podobě drobných zrníček nebo hmoty obsahující drobné zkameněliny (ulit, lastur, apod.). Výsledkem celého procesu je tzv. organogenní vápenec. Schránky mořských živočichů však nemají pouze horninotvorný význam, a pro planetu jsou důležitější, než se na první pohled zdá.



Chemický pokus

Reakce ulit, lastur a vápence na kyselinu octovou se navenek projevíla _____.

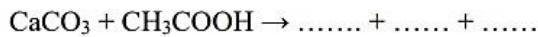
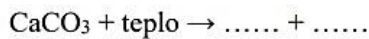
Co se stalo s hořící sirkou ve zkumavce? _____.

Při chemické reakci schránek a vápence s octem došlo k uvolnění:

- a) uhličitánu vápenatého b) oxidu vápenatého c) oxidu uhličitého

Pokus se zdůvodnit své tvrzení: _____

1. Doplň pravou stranu chemických rovnic:

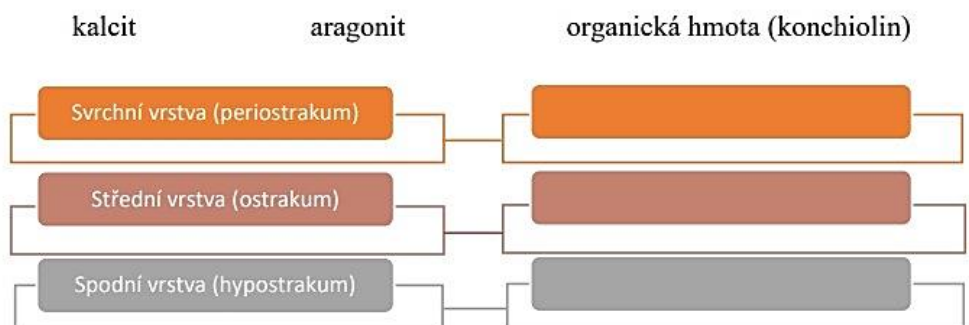


2. V přírodě rozeznáváme 2 základní formy uhličitánu vápenatého (CaCO_3) – **kalcit a **aragonit**. Pokus se tyto pojmy správně přiřadit k následujícím obrázkům:**





3. Kalcit a aragonit je nedílnou součástí schránek měkkýšů. Kromě těchto dvou prvků v nich nalezneme také organickou vrstvu - konchiolin (bílkovinná látka). Pokus se tyto prvky správně přiřadit k jednotlivým vrstvám schránky, které tvoří:



4. Očísluj jednotlivé obrázky ve schématu vzniku vápenců čísly 1 – 8 (1 – začátek procesu; 8 – konec procesu). Následně podrobněji popiš, co přesně se na obrázcích schématu děje.

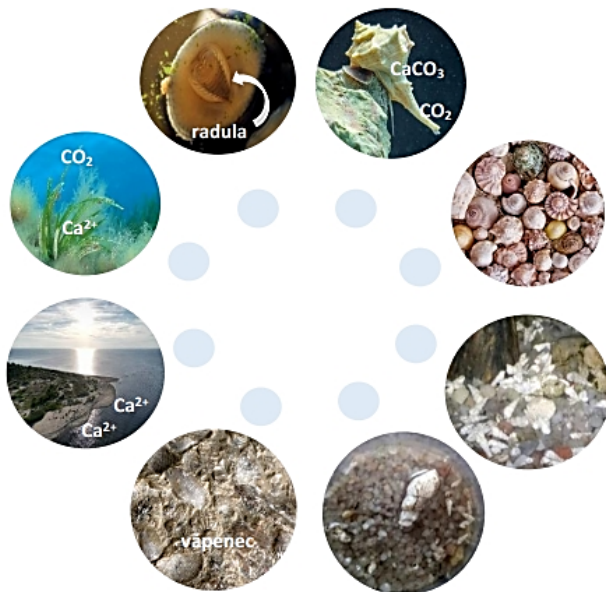


Schéma znázorňuje:



Ekologické okénko: všudypřítomný CO₂ – potřebný plyn, ale i hrozba

Doplň jednotlivé řádky tabulky tak, aby dávaly smysl. Využij pojmy z nabídky.

CO ₂ + sluneční záření + voda	chlorofyl	
kyslík		vydechování CO ₂
	spalování	emise
odlesňování	uvolňování CO ₂ z půdy	
CO ₂ + H ₂ CO ₃		sodová voda
nárůst CO ₂ v oceánech	okyselení oceánů	

H₂O; fotosyntéza; plíce; riziko rozpouštění vápenatých schránek mořských živočichů; uhlí; globální oteplování

Zeleně v tabulce vyznač řádky, které považuješ za **pozitiva** a červeně řádky, které považuješ za **negativa**. Co převažuje?

Vysvětli pojem „skleníkový plyn“. Jakou hrozbu pro planetu přináší?

Které mořské organismy jsou schopny snižovat nadbytek CO₂ v atmosféře? Jakým způsobem?

Odolnost ulit mořských a suchozemských plžů

Ulity jsou nedílnou součástí většiny zástupců plžů a plní nejednu důležitou funkci. Za života plžů se schránky mořských a suchozemských druhů příliš neliší. Jejich základní složkou je uhličitán vápenatý (CaCO_3). Ten vzniká chemickou přeměnou vápenatých iontů a je přítomen ve třech formách, tvořící tři vrstvy schránky – aragonitovou (perleťovou), kalcitovou a organickou (tzv. konchiolin). Pevnost stěn schránek z velké části určuje způsob krystalizace a množství vápníku v těle živočicha. Na výsledném materiálu schránky se často podílí i další faktory (např. strava, pohlavní hormony, životní strategie, teplota prostředí či kyselost vody, apod.). Podle pevnosti a tloušťky rozeznáváme schránky silnostěnné a tenkostěnné a jejich odolnost vůči vnějším vlivům se značně liší.

1. Spoj jednotlivé pojmy:

svrchní vrstva (periostrakum)	kalcit
střední vrstva (ostrakum)	aragonit
spodní vrstva (hypostrakum)	organická hmota (tzv. konchiolin)

**2. Chemický pokus**

Co se s vybranými schránkami mořských a suchozemských plžů stane, když se dostanou do kontaktu s octem? Co by se se schránkami stalo v lidském žaludku, při působení kyseliny chlorovodíkové? A co se se schránkami stane při kontaktu se silným louhem?

Do třech kádinek s připravenými roztoky byly umístěny schránky drobných mořských plžů a suchozemských plžů – hlemýžď zahradní a páskovka keřová. Roztoky na schránky působily několik hodin. Pozoruj současný stav schránek a vzájemně je porovnej.

Výsledky chemického pokusu zaznamenej do tabulky, pomocí bodového hodnocení:

- 3 – neporušená
 2 – mírně poleptaná
 1 – vysoce poleptaná
 0 – rozpuštěná

Skupina živočichů	Druh	Bodové hodnocení výsledného stavu schránek v roztocích			Součet bodů
		8% roztok kyseliny octové	0,5% roztok kyseliny chlorovodíkové	15% roztok hydroxidu sodného	
Mořští plži	drobné druhy z mořských písků				
Suchozemští plži	hlemýžď zahradní				
	páskovka keřová				

3. Vyhodnocení chemického pokusu:

Nejméně odolná schránka: _____

Nejodolnější schránka: _____

Co zbylo z nejodolnější schránky? _____

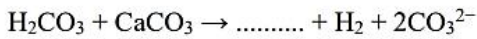
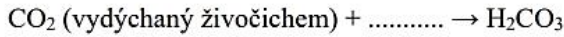
4. Doplň text:

Po působení roztoku zbyla ze schránky její nejodolnější _____ vrstva (tzv. periostrakum), tvořená bílkovinnou látkou zvanou konchiolin. Její přítomnost se u schránek _____ a _____ plžů značně liší. Prázdné ulity mořských plžů tuto svrchní vrstvu, tvořenou hmotou _____ původu, ztrácejí působením _____ vlivů (zejména bakterií), při jejím postupném rozkladu na písčítých _____.

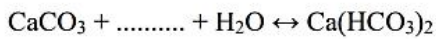
Struktura schránek a její rozmanitost

1. Doplň chemické rovnice:

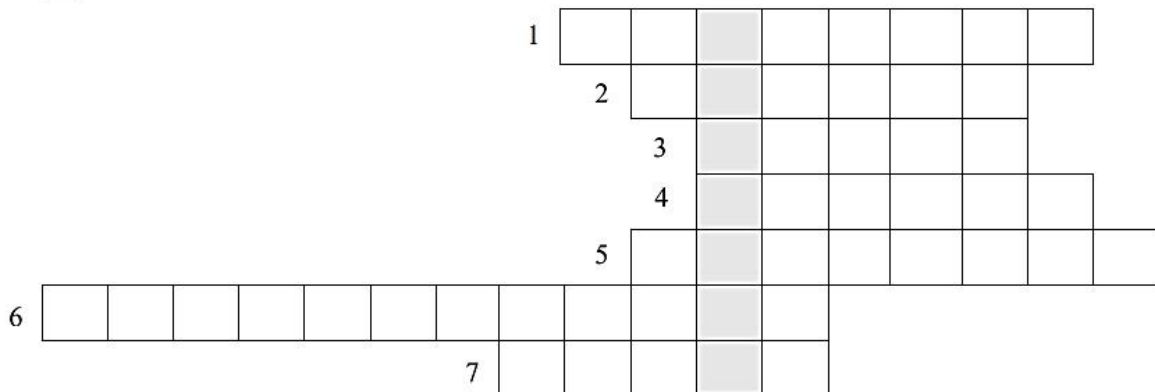
Zjednodušený proces vzniku vápenité schránky plžů a mlžů:



Koloběh uhličitanu vápenatého CaCO_3 v přírodě:



2. Doplň křížovku:



- 1) Schránka živočichů může mít funkci opornou a _____.
- 2) Spodní aragonitová vrstva schránky měkkýšů, nápadně vyvinutá u mlžů se nazývá _____.
- 3) Na základě schránky můžeme určovat (determinovat) dané živočichy na úrovni _____.
- 4) Ve vápenatých schránkách mořských živočichů je, díky koncentraci CO_2 v mořích, obsaženo velké množství _____.
- 5) Jedním z typů vápenatých schránek dírkonošců, které jsou tvořeny pouze jednou vrstvou kalcitových krystalků a na pohled zpravidla průsvitné, jsou schránky _____.
- 6) Pevnost stěn schránek z velké části určuje způsob _____ vápníku v těle živočicha.
- 7) Vnější kostra (krunýř) koryšů je kromě uhličitanu vápenatého z velké části tvořena polysacharidem zvaný _____.

TAJENKA:

U některých živočichů došlo v průběhu evolučního vývoje k částečné nebo úplné:

schránky.

3. Pro kterou třídu měkkýšů je úplná redukce (ztráta) schránky typická?

V této třídě však existují i výjimky, u kterých schránku či její pozůstatek nalezneme. Vymenuj 2 takové zástupce:

Poznáš, co je vyobrazené na fotografii?



4. Zástupce s redukovanou (zaniklou) schránkou nalezneme i ve třídě plžů. U suchozemských (tj. plicnatých plžů) se konkrétně jedná o plzáky.

1) Podívej se na fotografii a pokus se určit, o který druh plzáka se jedná:



2) Který druh plzáka je v ČR invazním? Jaké škody zde páchá?

3) Jaký je důkaz o dřívější přítomnosti schránek na těle plzáků? Kde nalezneme její pozůstatek (rudiment)?

4) I přesto, že plzáci nemají schránku, dokážou se bránit před predátory. Znovu se podívej na fotografii plzáka výše a pokus se objasnit, jakým způsobem je jejich ochrana zajištěna.



5. **Pozorování: „Neviditelné ulity“ zadožábřých plžů**

Redukce (zánik) schránky je typická i pro některé mořské plže, konkrétně drobné, zadožábřé plže. U některých druhů však nedošlo k její plné redukci, ale pouze částečné. Tyto druhy zkrátka zůstaly v „půli cesty“ celého procesu, což se odráží na specifickém vzhledu velice tenkostěnné a křehké schránky. Ulity ztrácí ochrannou a krycí funkci, což vede ke ztrátě jejich pigmentace (zbarvení). Nejčastěji jsou sklovitě průhledné až bezbarvé, snadno přehlédnutelné. Ani tvar ulit není obvyklý a běžné závitky u nich nenajdeme. Jsou spíše válcovité a jejich vzhled připomíná „stočenou ruličku“.

Fotografie schránek (velikost v řádu mm):



1) Pozoruj mořský písek pod binokulární lupou a pokus se „neviditelné ulity“ zadožábřých plžů odhalit.

2) Kolik „neviditelných ulit“ se ti v mořském písku podařilo najít? _____

3) Uveď příklad zástupce zadožábřých plžů: _____



Geologické okénko:

Může mít struktura schránky živočichů vliv na její geologické uchování? Uveď příklad zkamenělin schránek bezobratlých živočichů.

Badatelské týmy mořských biologů

Jako uznávaní mořští biologové jste byli vysláni společně se svým týmem na odlehlý ostrov ve Středomoří, kde budete zkoumat tamní faunu. Vzhledem k tomu, že je ostrov nedotčený lidmi, pravděpodobnost výskytu rozmanitých druhů je vysoká. Na ostrově pro vás byla zhotovena dočasná provizorní laboratoř, do které vám budou přicházet vzorky vybraných schránek, pro jejich další zkoumání. Do výzkumu je zapojeno více badatelských týmů, které plní stejné úkoly. Na konci výzkumu se výsledky všech týmů porovnají a vyhodnotí. A co přesně mají vaše týmy na starost? Veškeré instrukce naleznete níže. Mnoho štěstí při vašem objevování!



Badatelský tým č. _____

Do laboratoře byla vašemu týmu zaslána směsice schránek různých druhů živočichů.

Hlavní úkol týmu: **Vyhledat, identifikovat a určit** schránky živočichů, které se na ostrově nachází.

Postup badatelského výzkumu:

Nejprve je potřeba si ve schránkách udělat pořádek, abychom se v nich lépe vyznali při dalším výzkumu. Pro lepší viditelnost znaků schránek vždy použijte binokulární nebo ruční lupu.

- 1.** Pomocí pinzety rozřadíte schránky do malých plastových krabiček podle toho, které skupině živočichů náleží (krabičky vždy označte napsáním dané skupiny živočichů, např. Plži).

Výzkum bude zaměřen na 3 vybrané schránky, které je potřeba najít.

- 2.** V krabičkách s rozřazenými schránkami pomocí lupy vyhledejte a identifikujte 3 konkrétní schránky na základě níže poskytnutých indicií:

Schránka č. 1

- ulita, silnostěnná, pravotočivá (ústí směřuje doprava), špičatý vrchol, bradavičnatý povrch se světlejšími žebírky, která se křížují a vytvářejí mřížky, věžovitý až jehličkovitý tvar, hnědé zbarvení (může být světlé i tmavé), max. 12 mm

Schránka č. 2

- lastura, protáhlá, zploštělá a na okrajích hranatá, na povrchu žebírka vytvářející mřížky, hnědo oranžové nebo smetanové zbarvení, ze svrchní vrstvičky schránky vyrůstají tmavě hnědé „chloupky“ („vousy“), max. 6 cm

Schránka č. 3

- vnitřní kostra, kloubní plošky, špičaté dlouhé tmavě fialové (někdy hnědé či nazelenalé) ostny, paprscitě souměrná, mírně zploštělá schránka, nazelenalá, max. 7 cm

Tři vybrané schránky, které jste mezi těmi ostatními našli, je potřeba přesně určit. Nebudete na to ale s týmem sami, pomůže vám s tím určovací klíč.

- 3.** Pomocí určovacího klíče určete, kterým konkrétním druhům živočichů náleží 3 vybrané schránky:

Schránka č. 1

druh živočicha: _____

Schránka č. 2

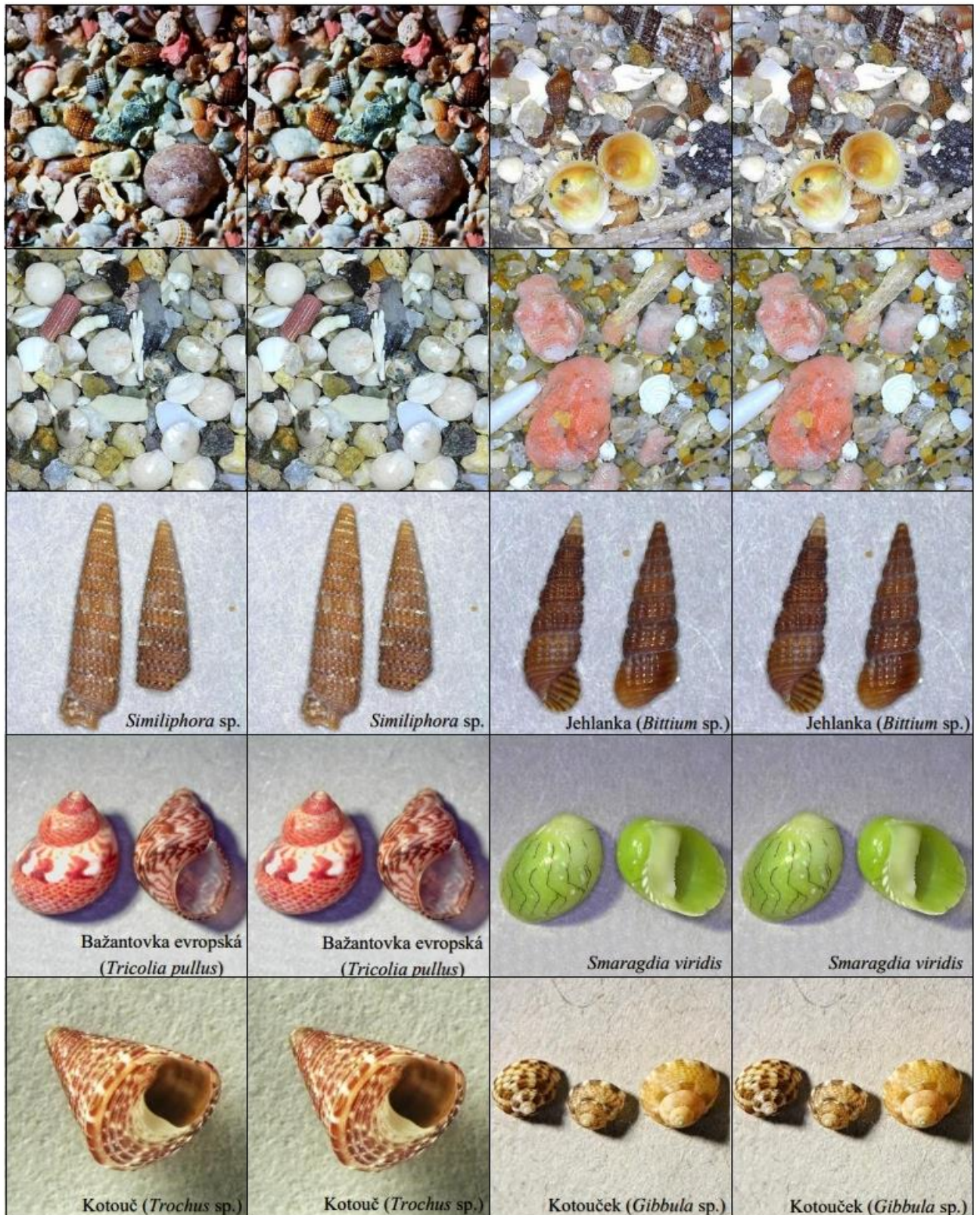
druh živočicha: _____

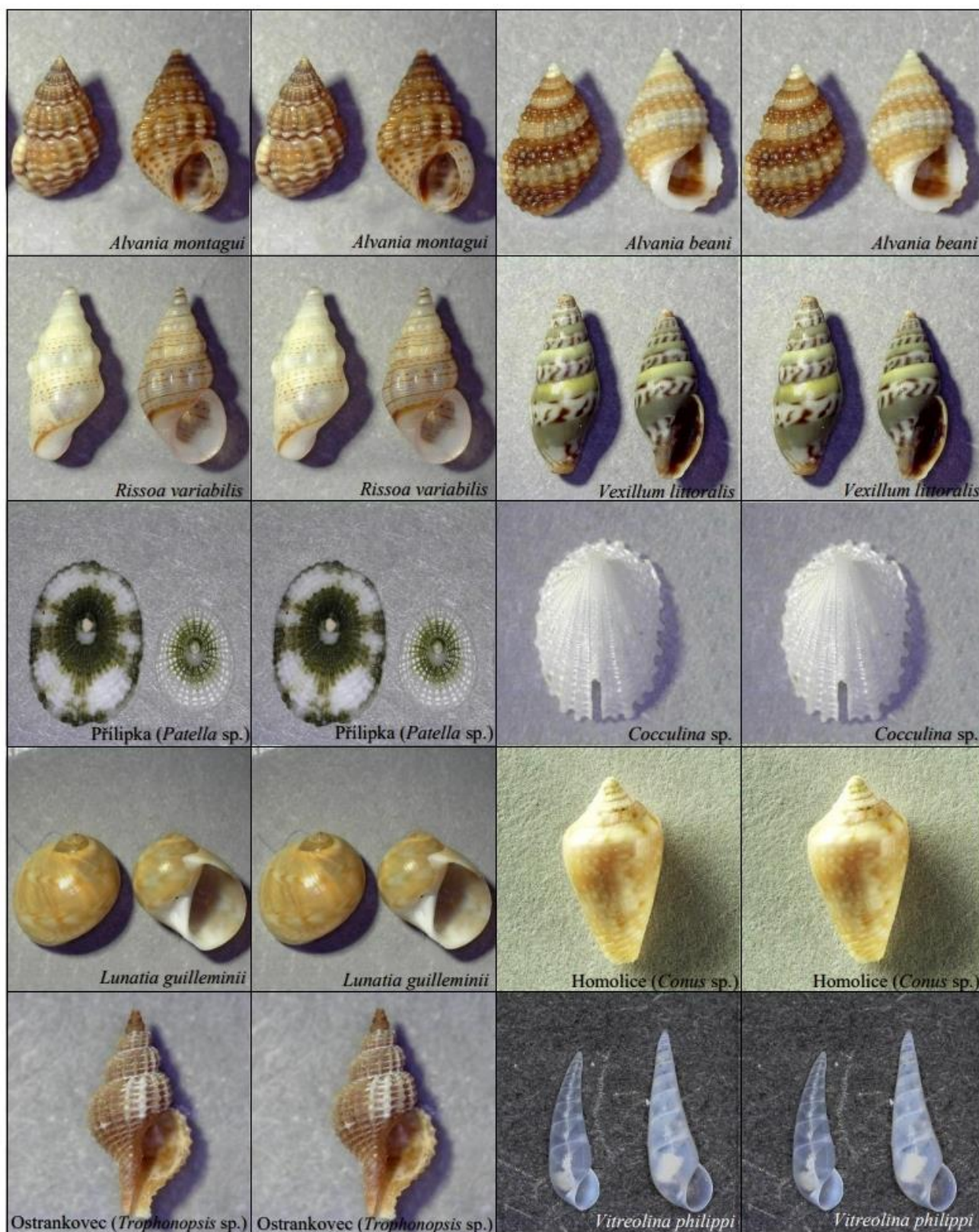
Schránka č. 3

druh živočicha: _____

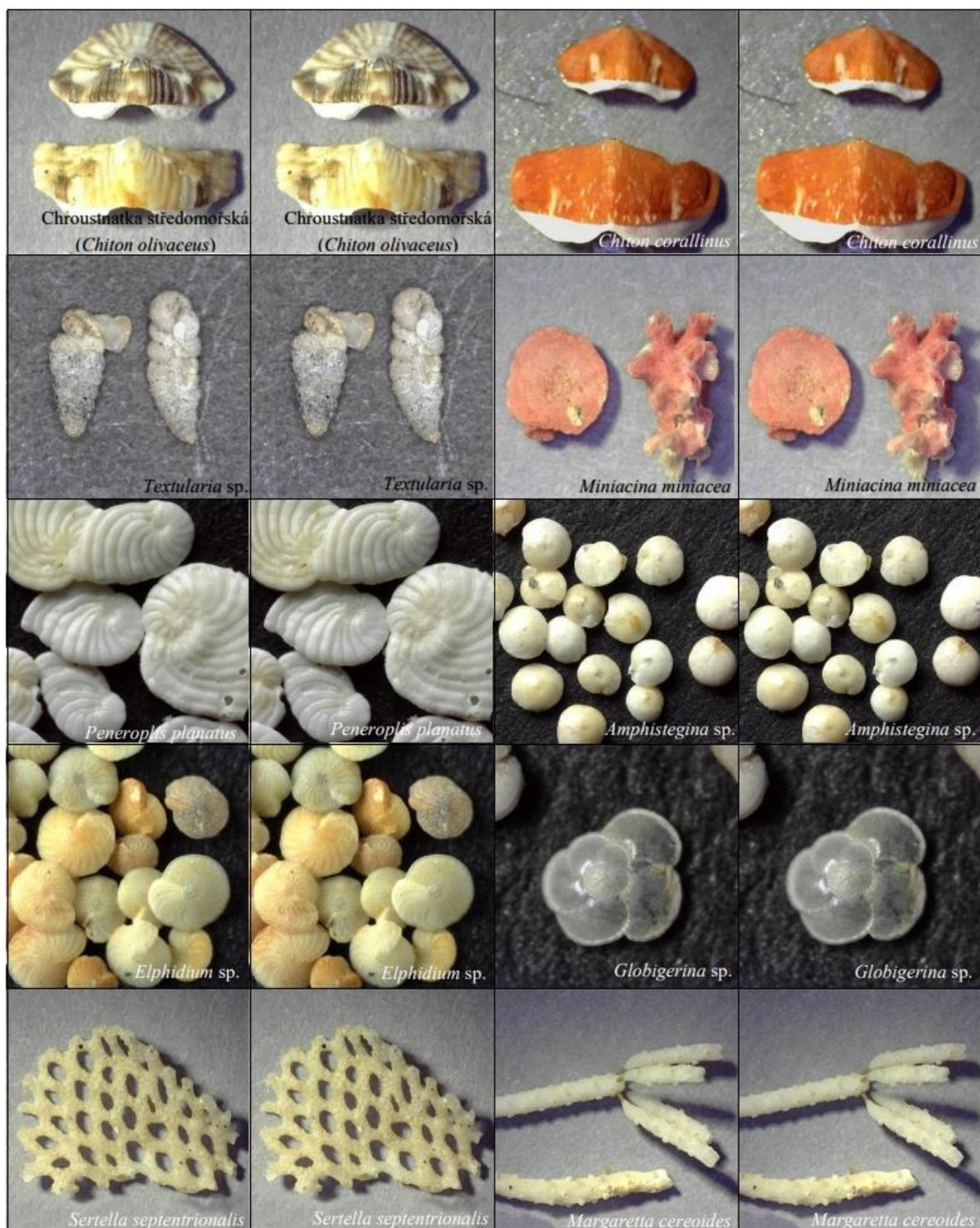
Bonusová otázka pro profesionální mořské biology:

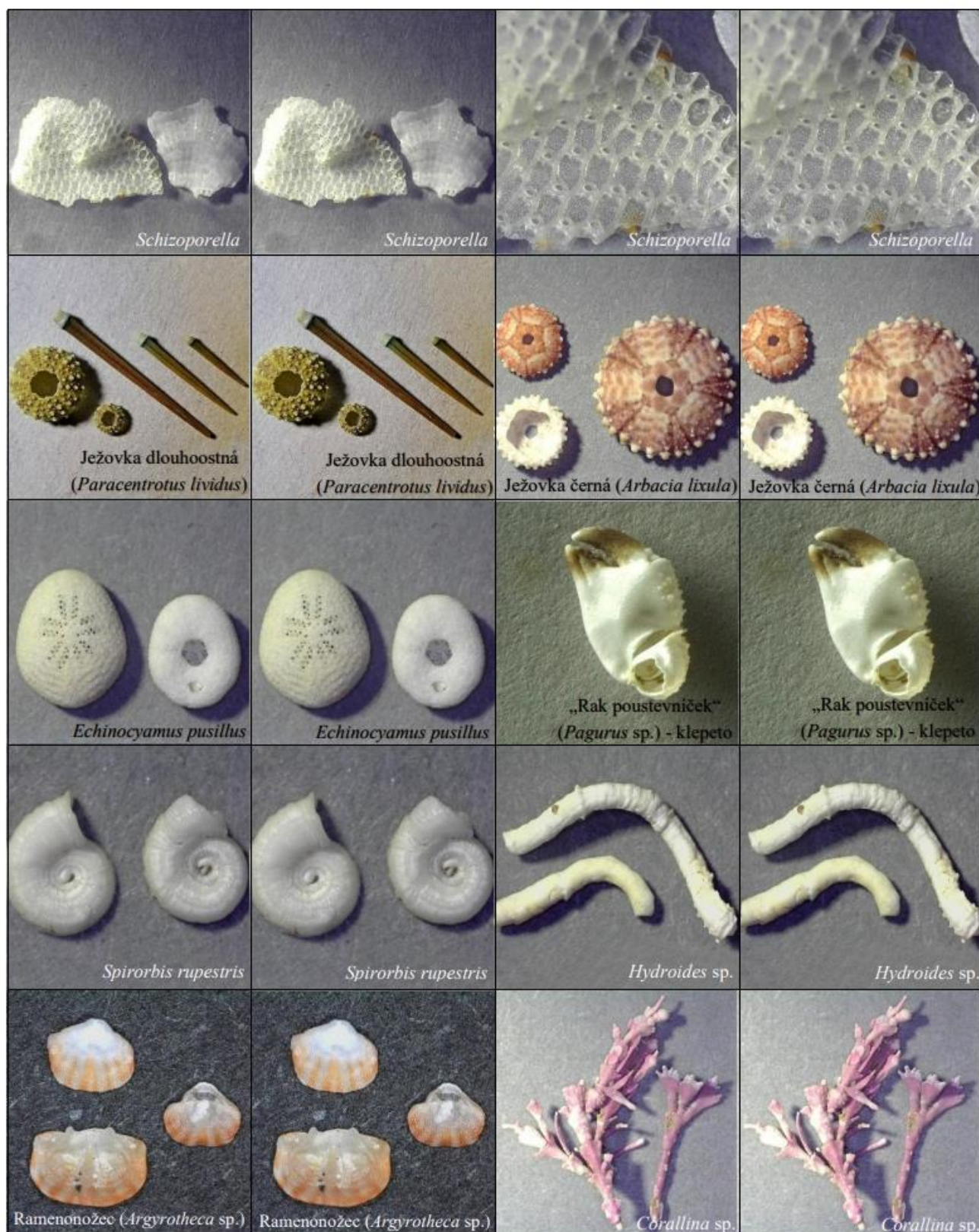
- 4.** Proč je většina schránek pocházejících z mořských písků malých rozměrů?





















	<p>JEHLANKA</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Plži</p>		<p>BAŽANTOVKA</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Plži</p>
	<p>SMARAGDIA</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Plži</p>		<p>KOTOUČ</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Plži</p>
	<p>PŘÍLIPKA</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Plži</p>		<p>RETUSA</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Zadožábří</p>
	<p>OSTRANKOVEC</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Plži</p>		<p>HOMOLICE</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Plži</p>
	<p>NÁVKA VOUSATÁ</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Mlži</p>		<p>CHIONKA SLEPIČÍ</p> <p>Kmen: Měkkýši Třída: Mlži</p>

	<p>HŘEBENATKA Kmen: Měkkýši Třída: Miži</p>		<p>CHROUSTNATKA Kmen: Měkkýši Třída: Štítkonošci</p>
	<p>KELNATKA Kmen: Měkkýši Třída: Kelnatky</p>		<p>DÍRKOVEC KORÁLOVITÝ Kmen: Dírkonošci</p>
	<p>DÍRKOVEC porcelánovitá schránka Kmen: Dírkonošci</p>		<p>DÍRKOVEC zrníčkovitá schránka Kmen: Dírkonošci</p>
	<p>MECHOVKA povlékavá kolonie Kmen: Mehovci</p>		<p>MECHOVKA mřížkovitá kolonie Kmen: Mehovci</p>
	<p>JEŽOVKA DLOUHOOSTNÁ Kmen: Ostnokožci Třída: Ježovky</p>		<p>JEŽOVKA ČERNÁ Kmen: Ostnokožci Třída: Ježovky</p>

	<p>RAK POUSTEVNÍČEK</p> <p>Kmen: Členovci Podkmen: Koryši Třída: Rakovci</p>		<p>ROURNATEC</p> <p>Kmen: Kroužkovci Třída: Mnohoštětinatci</p>
	<p>RAMENONOŽEC</p> <p>Kmen: Ramenonožci</p>		<p>RUDUCHA keříčkovitá stélka</p> <p>Kmen: Ruduchy</p>

Příloha 7D

MĚKKÝŠI	PLŽI	PŘEDOŽÁBŘÍ
ZADOŽÁBŘÍ	MLŽI	ŠTÍTKONOŠCI
KELNATKY	OSTNOKOŽCI	JEŽOVKY
KROUŽKOVCI	MNOHOŠTĚTINATCI	ČLENOVCI
KORÝŠI	RAKOVCI	DÍRKONOŠCI
MECHOVCI	RAMENONOŽCI	ŘASY
RUDUCHY	JEHLANKA	BAŽANTOVKA
SMARAGDIA	KOTOUČEK	PŘÍLIPKA

OSTRANKA	HOMOLICE	RETUSA
NÁVKA VOUSATÁ	SLÁVKA	LUCINA
KARDITA	CHIONKA	CHROUSTNATKA STŘEDOMOŘSKÁ
KELNATKA	JEŽOVKA DLOUHOOSTNÁ	JEŽOVKA ČERNÁ
ROURNATEC	RAK POUSTEVNÍČEK	KRAB
DÍRKOVEC	DÍRKOVEC KORÁLOVITÝ	MECHOVKA
RAMENONOŽEC	RUDUCHA	NEJPOČETNĚJŠÍ TŘÍDA MĚKKÝŠŮ
ULITA	UHLIČITAN VÁPENATÝ	HLAVA

SVALNATÁ NOHA	ÚTROBNÍ VAK	PLÁŠŤ
RADULA	VYCHLÍPITELNÝ CHOBOT	ŽÁBRY
REDUKCE SCHRÁNKY	LASTURY	ZÁMEK
VODNÍ SIFON	PERLEŤOVÁ VRSTVA	VÁPENATÉ DESTIČKY (ŠTÍTKY)
SCHRÁNKA JAKO "SLONÍ KEL"	PAPRSČITÁ SOUMĚRNOST	VNITŘNÍ KOSTRA
OSTNY (JEHLICE)	PANOŽKY	AMBULAKRÁLNÍ SOUSTAVA
ARISTOTELOVA LUCERNA	REGENERACE	STEJNOMĚRNÉ ČLÁNKY
PARAPODIA SE ŠTĚTINKAMI	ŽEBŘÍČKOVITÁ NERVOVÁ SOUSTAVA	HLAVOHRUĎ

ZADEČEK	VNĚJŠÍ KOSTRA	KUTIKULA
KRUNÝŘ (KARAPAX)	CHITIN	KLEPETA
SLOŽENÉ OČI	SVLÉKÁNÍ (EKDYZE)	JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY
DÍRKY VE SCHRÁNKÁCH	ZRNÍČKOVITÉ SCHRÁNKY	VÁPENATÉ SCHRÁNKY SKLOVITÉ
VÁPENATÉ SCHRÁNKY PORCELÁNOVITÉ	KOLONIE	BEZCÉVNÉ ROSTLINY
STÉLKA	ČERVENÉ BARVIVO	CHLOROFYL
VĚŽOVITÁ ULITA	ULITA S RŮŽOVOU KRESBOU	ZELENÁ (SMARAGDOVÁ) ULITA
KOTOUČOVITÁ ULITA	ČEPIČKOVITÁ ULITA	TRNOVÉ VÝRŮSTKY A VÝBĚŽKY NA ULITĚ

„VRTAČI“ LASTUR	ULTA VE TVARU „OBRÁCENÉHO KUŽELU“	JEDOVÉ ZOUBKY
SMRTELNÉ BODNUTÍ	CHLUPATÁ (VOUSATÁ) LASTURA	PŘÍCHYTNÁ (BYSSOVÁ) VLÁKNA
TENKOSTĚNNÉ LASTURY	RÝŽKY A ŽEBÍRKA NA POVRCHU LASTUR	OLIVOVĚ ZBARVENÉ DESTIČKY (ŠTÍTKY)
ZELENÝ „KRUNÝŘ“ (VNITŘNÍ KOSTRA)	TMAVĚ FIALOVÉ OSTNY	NARŮŽOVĚLÝ „KRUNÝŘ“ (VNITŘNÍ KOSTRA)
ČERNÉ OSTNY	VÁPENATÉ ROURKY	MĚKKÝ ZADEČEK
ÚKRYT V PRÁZDNÝCH ULITÁCH	ŠIROKÝ OVÁLNÝ PLOCHÝ KRUNÝŘ (KARAPAX)	ZADEČEK PŘITISKNUTÝ ZESPODU HLAVOHRUDI
SCHRÁNKA PODOBNÁ KORÁLU	BÍLÉ POVLAKY („KOBERCE“)	SCHRÁNKA PODOBNÁ LASTURÁM MLŽŮ
KEŘÍČKOVITÁ	FOTOSYNTÉZA	BÝLOŽRAVCI

PREDACE	KANIBALISMUS	PARAZITISMUS
PRODUCENTI	HERMAFRODIT	GONOCHORISTA
SYMBIÓZA	PLANKTON	DNA MOŘÍ
MOŘSKÉ TRAVINY	ÚTESY, SKALISKA	ZAHRABÁVÁNÍ DO PÍSKU
NA KAMENECH	VOLNĚ VE VODĚ	MASKOVÁNÍ
HORNINOTVORNÝ VÝZNAM	VÁPENEC	ZKAMENĚLINY
VÝHRADNĚ MOŘŠTÍ	MOŘŠTÍ I SLADKOVODNÍ	OHROŽENÍ

Laboratorní protokol – Svět mořských biogenních písků pod binokulární lupou

Úkoly:

1. Pozoruj mořský písek pod binokulární lupou. Pomocí pinzety vyber 3 schránky (každou z odlišné skupiny živočichů), které tě zaujmou svým zbarvením či tvarem.
2. Vyznač lokalitu původu mořského písku na slepé mapě.
3. Každou schránku pozoruj pod binokulární lupou zvlášť a ke každé uveď následující:
 - ✓ co bylo objektem pozorování (typ schránky);
 - ✓ zařazení do příslušné systematické skupiny živočichů na úrovni kmene a třídy;
 - ✓ náčrt schránky s popisem základních částí (např. ústí, obústí, závit, vrchol, apod.);
 - ✓ míru zvětšení pozorovaného objektu.
4. Uveď pomůcky a materiál, se kterým jsi pracoval/a.
5. Krátce (v bodech) popiš, jak jsi při pozorování postupoval/a, a na základě čeho sis dané schránky vybral/a (čím tě zaujaly).
6. Doplň připravený text k závěru pozorování.

Vyznačení lokality původu mořského písku na slepé mapě:



Objekt pozorování č 1:

Náčrt:

Kmen:

Třída:

Míra zvětšení:

Objekt pozorování č 2:

Nákres:

Kmen:

Třída:

Míra zvětšení:

Objekt pozorování č 3:

Nákres:

Kmen:

Třída:

Míra zvětšení:

Pomůcky a materiál:

Postup při pozorování:

Závěr:

V mořském písku můžeme nalézt schránky
_____. Nejčastěji nacházíme schránky
_____, což je nepočtenější třída kmene _____. Některé schránky jsou
narušené z důvodu jejich _____ či pozůstatků od _____. V mořských píscích
lze nalézt i drobné _____ řas, nejčastěji _____.

Tyto schránky jsem si vybral/a k pozorování, protože:

Laboratorní protokol – Příprava mikroskopického preparátu a pozorování stélky ruduch

Úkoly:

1. Připrav si mikroskopický preparát ze stélky ruduch:
 - a) odděl část stélky ruduchy pomocí nůžek a umísti ji na podložní sklíčko;
 - b) připravenou stélku na podložním sklíčku pomocí pipety zakápní vodou;
 - c) na zakápnutou stélku ruduchy opatrně přilož krycí sklíčko (nejprve kolmo k podložnímu sklíčku tak, aby se krycí sklíčko dotýkalo pouze jednou hranou, následně jej pomalu pokládej celou jeho plochou – zamezíš tak vzniku vzduchových bublinek);
 - d) připravený preparát umísti na stolek mikroskopu.
2. Pozoruj mikroskopický preparát (stélku ruduch) pod mikroskopem, nejprve na nejmenší míru zvětšení objektivu, poté zvětšení postupně navyšuj.
3. Proveď záznam z pozorování, který bude obsahovat následující:
 - ✓ objekt pozorování (co přesně jsi pozoroval/a pod mikroskopem, typ stélky);
 - ✓ zařazení do příslušné systematické skupiny rostlin na úrovni kmene a oddělení;
 - ✓ náskres zvětšené stélky ruduchy s jednoduchým popisem;
 - ✓ míru zvětšení pozorovaného objektu.
4. Uveď pomůcky a materiál, se kterým jsi pracoval/a.
5. Krátce (v bodech) popiš, jak jsi při přípravě preparátu a jeho pozorování postupoval/a.
6. Doplň připravený text k závěru pozorování.
7. Bonusový úkol: Doplň připravený text „ekologie a význam ruduch“.

Objekt pozorování:

Kmen:

Náskres:

Oddělení:

Míra zvětšení:

Pomůcky a materiál:

Postup při pozorování:**Závěr:**

Ruduchy, neboli _____, jsou dle systematického dělení klasifikovány jako _____, které se dříve řadilo do skupiny tzv. nižších rostlin. Jedná se o řasy, které se vyskytují v _____, ale i _____ vodách. Pro pozorování jsme zvolili poměrně hojný, velice drobný druh, který byl součástí _____ písků, pocházejících z oblasti _____. Typ stélky ruduchy, kterou jsme pozorovali pod mikroskopem je _____. Její zbarvení je typicky _____. Stélka i přesto obsahuje zelené barvivo _____, které je součástí chloroplastů, avšak to je skryté pod červeným pigmentem.

**Ekologie a význam ruduch:**

Zelené barvivo je pro ruduchy, stejně jako pro ostatní rostliny, velice důležité, k procesu zvaný _____. Právě díky tomuto jevu jsou ruduchy a další řasy na dně moří ekologicky velice významné. Podílí se totiž na polovině světové produkce _____, který živočichové využívají k dýchání. Krom toho jsou také potravou a úkrytem některých živočichů. Některé ruduchy jsou do sebe schopny ukládat minerální látky, zejména uhličitán vápenatý, díky kterému dochází k zvápenatění (inkrustaci) stélek. Takové stélky pak přispívají k tvorbě _____ útesů. Ruduchy mají obrovský význam také pro člověka. Získává se z nich speciální gel, neboli agar, který se využívá v potravinářství jako zahušťovadlo, ale i v lékařství, pro kultivaci (růst) zkoumaných bakterií. Ruduchy známé pod názvem řasa „nori“ jsou populární pochutinou, například při výrobě japonského pokrmu _____.

Literatura vhodná k tvorbě pracovních listů s tematikou biogenních mořských písků**Didaktické náměty**

DOBROUKOVÁ, JANA. *Přírodopis: inspirace a projekty : 100 námětů pro tvořivou výuku*. Praha: Scientia, 2008. ISBN 978-80-86960-37-1.

DUFKOVÁ, EDITA. *Netradiční metody ve výuce biologie*. Praha: Generation Europe, 2011. ISBN 978-80-904974-0-5.

Teoretická východiska

BERGBAUER, MATTHIAS A HUMBERG, BERND. *Co žije ve Středozezemním moři?: určovací příručka pro amatérské potápěče*. Praha: Svojtka & Co., 2001. ISBN 80-7237-310-2.

BRUYNE, R. H. DE. *Encyklopedie ulit a lastur*. Čestlice: Rebo Productions, 2004. ISBN 80-7234-288-6.

DANCE, S. PETER. *Ulity a lastury*. V Praze: Knižní klub, 2006. Příroda v kostce. 256 s. ISBN 80-242-1537-3.

DAŘBUJAN, HYNEK. *Průvodce mořskou faunou & flórou*. [Čáslav]: Studio Press, 2001. ISBN 80-902316-0-8.

HAYWARD, PETER, NELSON-SMITH, TONY A SHIELDS, CHRIS. *Živočichové a rostliny evropského pobřeží*. Praha: Svojtka & Co., 2006. ISBN isbn80-7352-252-7.

CHINERY, MICHAEL. *Flóra a fauna Evropy*. Praha: Slovart, 1998. ISBN 80-7209-038-0.

KAREŠOVÁ, PETRA ET AL. *Hravý přírodopis 6: pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Praha: Taktik, 2017-. ISBN 978-80-7563-094-0.

MOTYČKA, VLADIMÍR A ROLLER, ZDENĚK. *Bezobratlí*. Ilustroval Pavel DVORSKÝ. Praha: Albatros, 2001. Svět zvířat (Albatros). ISBN 80-00-00884-x.

PECL, KAREL. *Toulky po mořském pobřeží*. Ilustrovala Eva BEBEROVÁ. Praha: Brio, 2003. Příroda do kapsy (Brio). ISBN 80-86113-49-3.

PFLEGER, VÁCLAV. *Měkkýši. Barevný průvodce*. Praha: ARTIA, 1988. ISBN 37-003-88.

REICHHOLF, JOSEF, KREMER, BRUNO P. A JANKE, KLAUS. *Moře a pobřeží: ekologie mořských životních prostředí Evropy*. Praha: Ikar, 1999. Průvodce přírodou (Ikar). ISBN 80-7202409-4.

ŠMÍDTOVÁ, NIKOLA. *Využití biogenních mořských písků ve výuce biologie na základní a střední škole*. Plzeň, 2020. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická. Centrum biologie, geověd a envigogiky. Vedoucí práce PETRA VÁGNEROVÁ.

ŠPAČEK, JOSEF. *Svět pod mikroskopem: pro kluky, holky a jejich rodiče*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2469-0.