

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Didaktické typy bezobratlých živočichů ve výuce
biologie na vyšších a čtyřletých gymnáziích**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:	Bc. Jan Voltemar
Studijní program:	Biologie
Specializace:	Učitelství biologie a geografie pro střední školy
Forma studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	RNDr. Ivona UVÍROVÁ, Ph.D.
Rok:	2024

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Olomouci dne

.....

Bc. Jan Voltemar

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce RNDr. Ivoně Uvírové, Ph.D. za její odborné vedení. Hlavně bych však chtěl poděkovat mým rodičům, kteří mě podporují ve studiu i osobním životě a své sestře, která mi nikdy neváhá podat pomocnou ruku. Také bych chtěl poděkovat své snoubence, která mně je vždy psychickou oporou.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora	Bc. Jan Voltemar
Název práce	Didaktické typy bezobratlých živočichů ve výuce biologie na vyšších a čtyřletých gymnáziích
Typ práce	Diplomová
Pracoviště	Katedra botaniky
Vedoucí práce	RNDr. Ivona Uvírová, Ph.D.
Rok obhajoby práce	2024

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá bezobratlými živočichy, jejich pozicí a využíváním ve výuce na gymnáziích. Zpracovává přehled zástupců uváděných ve středoškolských učebnicích biologie a věnuje se postoji středoškolských učitelů k využívání reálného biologického materiálu při výuce bezobratlých. Dále práce vysvětluje pojem didaktický typ a jeho význam a uvádí příklady didaktických typů u vybraných taxonomických skupin bezobratlých živočichů.

Klíčová slova	Didaktický typ, bezobratlé organismy, učebnice biologie, výuka biologie, gymnázium
Počet stran	67
Počet příloh	1
Počet elektronických příloh	1
Jazyk	český

Bibliographical identification

Autor's first name and surname	Bc. Jan Voltemar
Title	Didactic types of invertebrates in the teaching of biology at higher level of eight-year high schools and at four-year high schools
Type of thesis	Master
Department	Department of Botany
Supervisor	RNDr. Ivona Uvírová, Ph.D.
They ear of presentation	2024

Abstract

This diploma thesis deals with the topic of invertebrates, their role and use in the teaching practices of secondary schools. It reviews the representatives featured in high school biology textbooks and examines the attitudes of high school teachers towards the use of real biological material in teaching invertebrates. Furthermore, the paper explains the concept of didactic type and its meaning and gives examples of didactic types in selected taxonomic groups of invertebrates.

Keywords	Didactical types, invertebrates, biological textbooks, biology, highschool
Number of pages	67
Number of appendices	1
Number of electronic appendices	1
Language	Czech

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Motivace.....	1
1.2. Cíle	1
2. Metodika	2
2.1. Dotazník	2
2.1.1. Tvorba dotazníku	2
2.1.2. Distribuce dotazníku	3
2.2. Rešerše	4
2.3. Odběr a fixace vzorků	6
2.4. Fotografie	6
2.5. Výběr didaktických typů	7
3. Teoretická část	8
3.1. Vymezení učiva bezobratlých organismů v rámci RVP G, předepsaný obsah probíraného učiva.....	8
3.2. Vymezení pojmů modelový organismus, didaktický typ, didaktický vzor a význam a pozice využívání přírodnin ve vyučování.....	9
3.3. Výhody práce s reálným materiálem (živým či fixovaným).....	11
3.4. Alternativy využívání didaktických typů bezobratlých organismů bez práce s reálným materiálem (živým či fixovaným)	12
3.5. Vybrané metody odběru bezobratlých.....	13
3.5.1. Odběr vodních bezobratlých	13
3.5.2. Odběr suchozemských bezobratlých.....	14
3.5.3. Zpracování odebraných vzorků půdy nebo hrabanky	19
3.5.4. Zásady při odebírání vzorků.....	20
3.6. Usmrcení a fixace bezobratlých	20
3.7. Školní sbírky	21
3.8. Vybrané metody chovu bezobratlých	22
3.8.1. Insektárium.....	22
3.8.2. Školní akvárium s bezobratlými	23
3.8.3. Žížalník	25
3.8.4. Formikárium.....	25
3.8.5. Další metody chovu bezobratlých ve školním prostředí	25
4. Výsledky.....	27

4.1. Rešerše	27
4.1.1. Odmaturuj! z biologie (Benešová, 2003)	27
4.1.2. Biologie v kostce: pro střední školy (Hančová a Vlková, 2008)	29
4.1.3. Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2004)	31
4.1.4. Biologie živočichů pro gymnázia (Smrž et al., 2004)	33
4.1.5. Biologie: pro 2. ročník gymnázií (Šíma, 2023)	35
4.1.6. Začínající učitel biologie (Vinter a Králíček, 2016)	37
4.1.7. Biologická olympiáda (Bogush et al., 2013)	39
4.2. Dotazník	41
4.3. Charakteristika vybraných skupin bezobratlých a jejich didaktické typy	47
4.3.1. Houbovci	47
4.3.2. Žahavci	47
4.3.3. Kroužkovci - opaskovci	48
4.3.4. Měkkýši	50
4.3.5. Členovci	52
4.3.6. Členovci – pavoukovci	52
4.3.7. Členovci – mnohonoží	54
4.3.8. Členovci – korýši	55
4.3.9. Členovci – Křídlatí	56
4.3.10. Hmyz – s proměnou nedokonalou	56
4.3.11. Hmyz – s proměnou dokonalou	58
5. Diskuze	62
5.1. Rešerše učebnic	62
5.2. Ověření hypotézy	65
5.3. Srovnání s literaturou	65
6. Závěr	67

1. Úvod

1.1. Motivace

Hlavní motivací k vypracování této práce byla snaha upozornit na význam využívání reálného biologického materiálu v hodinách biologie na vyšších a čtyřletých gymnáziích. Na základě mých pedagogických praxí a rozhovorů s jednotlivými učiteli biologie jsem zformoval hypotézu, že se v posledních letech výrazně omezilo využívání reálného (tzn. živého či usmrčeného a nafixovaného) biologického materiálu, zejména pak v rámci výuky zoologie – bezobratlých živočichů. Učitelé žákům ve velké míře v hodinách biologie prezentují jednotlivé druhy živočichů a případně části jejich těl zejména formou promítnutí fotografie. Fotografie mají své kladné vlastnosti jako názornost, možnost zvětšení a detailního zachycení jednotlivých částí, ale také řadu informací neposkytují či zkreslují, například velikost zástupců.

Jako hlavní důvody opouštění od využívání reálného biologického materiálu vnímám zejména nepřehlednost dostupných dokumentů k využívání tohoto typu materiálu, nutnost materiál najít a sesbírat a v neposlední řadě také etické hledisko. Etickým hlediskem se pro jeho rozsah a komplexnost v této práci zabývat nebudu, jelikož si toto téma zaslouží samostatnou práci. Tato práce se tedy zaměřuje zejména na odběr a využití biologického materiálu. S ohledem na mou bakalářskou práci jsem se rozhodl věnovat bezobratlým živočichům.

1.2. Cíle

Jako cíle této práce jsem si stanovil následující:

- 1) Vytvořit jednoduchý a přehledný podpůrný dokument k práci s reálným biologickým materiálem;
- 2) zpracovat rešerši středoškolských učebnic biologie a vytvořit seznam uváděných zástupců bezobratlých organismů;
- 3) ze seznamu uváděných zástupců vybrat několik nejčastějších a pro výuku vhodných zástupců;
- 4) vytvořit přehled odběrových metod biologického materiálu;
- 5) vypracovat přehled didaktických typů u vybraných skupin a uvést tipy na možnost zapojení a využívání reálného biologického materiálu v hodinách biologie zaměřených na bezobratlé živočichy na čtyřletých a vyšších gymnáziích.

2. Metodika

2.1. Dotazník

2.1.1. Tvorba dotazníku

K tvorbě dotazníku jsem využil platformu Google Forms, která poskytuje snadnou a intuitivní tvorbu dotazníků s širokou škálou typů otázek (otevřené, uzavřené, hodnotící, ...). Platforma rovněž umožňuje snadnou distribuci dotazníku přes odkaz na webovou stránku. Dotazník lze vyplnit bez nutnosti registrace či zadávání emailové adresy. Využití Forms také usnadňuje zpracování odpovědí od respondentů, jelikož data z dotazníků lze exportovat do Microsoft Excel (soubor typu .xlsx). Grafy využívané v kapitole 4. *Výsledky* jsou z velké části generovány rovněž v Google Forms a menší část v Microsoft Excel.

Otázky do dotazníku jsem tvořil tak, aby mně potvrdily či vyvrátily hypotézu zformovanou v rámci této diplomové práce v kapitole 1.1. *Motivace*. Zároveň aby mně pomohly nahlédnout do situace na českých gymnáziích z hlediska využívání modelových organismů u různých skupin včetně bezobratlých. Dále aby mi napomohly zjistit, jak moc učitelé biologie na gymnáziích ve výuce využívají reálný biologický materiál.

Na začátku dotazníku jsou dvě nečíslované otázky zjišťující stav respondenta. V první nečíslované otázce zjišťuji status respondenta, zda učí biologii aprobovaně či neaprobovaně. V druhé nečíslované otázce zjišťuji biologické pohlaví respondentů.

Číslovaných otázek je v dotazníku celkem 10. V otázce číslo 1 respondenti odpovídají, jak často v hodinách pracují s modelovými organismy. Vybírají vždy právě jednu variantu z možností „Velmi často“, „Občas“, „Zřídka“, „Vůbec“.

Otázka č. 2 je opět jednoduchá uzavřená otázka, ve které zjišťuji, kterou skupinu modelových organismů respondenti využívají nejvíce. Možnosti na výběr zde jsou „Nižších rostlin“, „Vyšších rostlin“, „Bezobratlých živočichů“, „Obratlovců“ a „Hub“.

V otázce č. 3 respondenti odpovídají na tvrzení „Dává mi smysl využívání skutečných těl modelových organismů při probírání těchto skupin:“ vždy vyberou právě jednu z odpovědí „Ano“, „Nevím“, „Ne“ k jednotlivým skupinám „Nižší rostliny“, „Vyšší rostliny“, „Bezobratlí živočichové“, „Obratlovci“, „Houby“.

Otázka č. 4 je podobného charakteru jako otázka č. 3. Respondenti zde k tvrzení „Aktivně ve výuce využívám skutečná těla modelových organismů těchto skupin:“

vybírají u jednotlivých skupin stejných jako v otázce č. 3 jednu z odpovědí „Velmi často“, „Občas“, „Zřídka“, „Nikdy“.

Otázka č. 5 je zaměřená na zjištění, jak často využívají učitelé jednotlivé formy prezentace modelových organismů. Ptám se na reálný živý materiál, reálný čerstvě usmrcený materiál, reálný dlouhodobě nafixovaný materiál, školní entomologické a jiné sbírky, fotografie organismů a 3D modely (z 3D tiskáren, internetových obchodů a podobně). Respondenti vždy volí mezi variantami „Velmi často“, „Občas“, „Zřídka“, „Nikdy“.

V šesté otázce zjišťuji, co vnímají respondenti jako výhody využívání reálného materiálu a v otázce č. 7 pak zjišťuji, co vnímají respondenti jako překážky k využívání reálného materiálu ve výuce. U každé z těchto otázek jsou návrhy odpovědí. Respondenti mohou vybrat libovolný počet navržených odpovědí. Navíc je u obou otázek možnost „Jiné“, kde mají respondenti možnost napsat své důvody, které nebyly zahrnuty v návrzích odpovědí.

Otázky č. 8, 9 a 10 jsou zaměřeny na středoškolské učebnice biologie. Tyto otázky jsem zařadil do dotazníku, neboť součástí této práce je i rešerše učebnic biologie. V otázce č. 8 zjišťuji, jaké učebnice mají respondenti při výkonu svého povolání k dispozici. V otázce č. 9 pak, zda tyto učebnice využívají a v desáté otázce zjišťuji míru jejich spokojenosti s těmito učebnicemi.

Na závěr jsou v dotazníku ještě 3 nečíslované dobrovolné otevřené otázky. V první dobrovolné otázce se ptám, jaké bezobratlé živočichy ve výuce respondenti využívají. V druhé dobrovolné otázce zjišťuji, jaká praktika či pokusy s bezobratlými živočichy ve výuce provádí. Poslední dobrovolná otázka dává volný prostor k doplnění dotazníku mimo položené otázky.

2.1.2. Distribuce dotazníku

Dotazník, který je součástí této práce, má jako cílové respondenty učitele biologie na gymnáziích, jedná se ale o poměrně úzkou a specifickou skupinu respondentů. Proto jsem se rozhodl dotazník distribuovat zejména pomocí sociálních sítí. Cílem bylo obsáhnout co největší skupinu učitelů z různých škol napříč republikou. Dotazník jsem sdílel na platformě Facebook ve skupinách „Přírodovědná výuka“, „Přírodopis a biologie – náměty a inspirace pro učitele“, „Učitelé přírodovědných předmětů“, „Učitelé biologie SŠ“, „Určování bezobratlých“ a „Nálezy a určování živočichů“. Dále na platformě Instagram

můj dotazník sdílely stránky „_biozem_“, „chodim_ucim“, „Kvizypanilizy“, „zeměpis a přírodopis“, „ucitele_ucitelum“ a „biologieprovsechny“. Ve všech případech se jedná o stránky či skupiny sdružující přírodovědně zaměřené lidi se zastoupením učitelů biologie.

Aby se dotazník dostal i mezi učitele, kteří nejsou součástí skupin nebo nemají sociální síť, bylo každé sdílení dotazníku doplněno prosbou o sdílení mezi kolegy. Mimo to, abych s jistotou zajistil distribuci napříč republikou, rozeslal jsem dotazník také na školní emaily učitelů biologie ze škol: Stojanovo Gymnázium Velehrad, Gymnázium Nad Kavalírkou Praha 5, Gymnázium České Budějovice, Gymnázium Karviná, Gymnázium Tachov, Gymnázium Příbram, Gymnázium Žatec, Gymnázium Čajkovského Olomouc, Gymnázium Teplice, Gymnázium Boskovice, Gymnázium Brno Vídeňská, Gymnázium Brno Křenová, Gymnázium Jana Ámose Komenského Uherský Brod.

Gymnázia jsem vybíral tak, aby byla rozprostřena napříč republikou. Dalším kritériem byly informace na stránkách školy. Vybíral jsem pouze ta gymnázia, která na svých stránkách u seznamu učitelů uvádí také jejich aprobaci, abych dotazník distribuoval výhradně mezi učitele biologie.

2.2. Rešerše

Součástí této práce je rešerše uváděných zástupců skupin bezobratlých živočichů v učebnicích biologie určených pro gymnázia. Do rešerše jsem zahrnul následující učebnice:

- Odmaturuj! z biologie (Benešová, 2003);
- Biologie v kostce: pro střední školy (Hančová a Vlková, 2008);
- Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2004);
- Biologie živočichů pro gymnázia (Smrž et al., 2004);
- Biologie: pro 2. ročník gymnázií (Šíma, 2023).

Výběr učebnic pro rešerši jsem konzultoval s oborovým didaktikem PaedDr. Ing. Vladimírem Vinterem, Ph.D. Dále jsem do rešerše zařadil také dva neučebnicové zdroje, a to knihu „Začínající učitel biologie“, která ve své příloze č. 13 obsahuje základní seznam organismů pro určování (Vinter a Králíček, 2016). Druhým neučebnicovým zdrojem je „Seznam přírodnin pro poznávačku kategorie A, B“ Biologické olympiády (Bogush et al., 2013).

Cílem rešerše bylo zjistit, kteří bezobratlí jsou autory těchto učebnic používání jako ukázkoví a jestli existuje nějaká jejich část, která se vyskytuje ve všech nebo většině těchto učebnic. Dále jsem chtěl zjistit, jaký taxonomický systém je jednotlivými autory používán.

Za tímto účelem jsem si manuálním přepisem uváděných zástupců bezobratlých založil základní databázi, která pak sloužila pro všechny zmíněné analýzy. Tato databáze byla založena v prostředí softwaru Excel z kancelářského balíku Microsoft office 365. Obsahem databáze byl název organismu a informace o jeho zařazení dle systému používaného v publikaci. Struktura jednotlivých listů databáze tak byla pro jednotlivé publikace různá. Pro vlastní analýzu však bylo nutno použít pouze ty údaje, které byly obsaženy ve všech částech databáze. Vzhledem k různorodosti zpracování problematiky jednotlivými autory se tak daly použít pouze informace o zařazení organismu do kategorií „Kmen“ a „Rod“. Všechny ostatní data byla natolik různá a bohužel i neúplná, že to jejich použití znemožnilo.

Z každé jednotlivé části databáze (odpovídající jedné publikaci) pak byly pomocí nástroje Kontingenční tabulka zpracována dvě tabulky, která obsahovaly údaje:

- o počtu zástupců v publikaci z každého jednotlivého kmene (tedy např. že zástupci členovců byli v publikaci zmíněni 78 x);
- o počtu zástupců v publikaci z každého jednotlivého rodu (tedy např. že zástupci talířovek byli zmíněni 2 x).

Z tabulek prvního typu pak byl pro každou publikaci zpracován koláčový graf, který ukazoval počty zástupců pro jednotlivé kmény. Data byla předtím ještě seřazena od nejvyššího výskytu po nejnižší tak, aby bylo na první pohled jasné, které kmény jsou zastoupeny nejčastěji a bylo tak možno i jednotlivé publikace navzájem porovnat.

Druhé typy tabulek byly zpracovány jinak – byly sloučeny do jedné (nové) společné tabulky, kam byla ještě doplněna i informace, ze které konkrétní učebnice každá jednotlivá datová položka pochází. Takto vzniklá databáze pak byla znovu pomocí nástroje Kontingenční tabulka zanalyzována a výsledkem bylo zjištění, v kolika analyzovaných publikacích je konkrétní rod zmíněn. Tímto jsem získal údaje o tom, které rody jsou nejčastěji používány. Z této tabulky jsem pak i zpracoval přehled nejčastěji používaných rodů. Do něj jsem zařadil ty rody, které byly zmíněny v nejméně 5 publikacích z celkového počtu 7 analyzovaných.

Údaje o taxonomii používané v jednotlivých publikacích pak byly zpracovány samostatně. Přehled o jednotlivých kategoriích byl zpracován a vizualizován pomocí poloautomatického nástroje SmartArt SW Excel, konkrétně pomocí jeho části Hierarchie / Hierarchická tabulka.

2.3. Odběr a fixace vzorků

Vzorky pro potřeby této diplomové práce jsem odebíral průběžně během období zhruba jednoho roku (05/2023–07/2024). Zaměřil jsem se zejména na školní pozemky a okolí Gymnázia Uherské Hradiště a okolí mého bydliště. Odběry probíhaly všemi způsoby popsány v kapitole „Vybrané metody odběru bezobratlých“, která se nachází v teoretické části této práce. Využíval jsem běžně dostupné pomůcky a zapůjčenou bentosovou a smýkací síťku. Odběry probíhaly spíše namátkově. Tím jsem chtěl dosáhnout co nejvěrnější simulace situace, ve které se ocitne učitel během terénního cvičení či v průběhu školního roku. Snažil jsem se v práci pracovat s takovými organismy, u kterých je velká pravděpodobnost nálezu učitelem v terénu například během terénního cvičení. To znamená takové organismy, které jsem potkával opakovaně při náhodných odběrech.

Vybrané odchycené zástupce jsem fixoval pro účely pozdějšího použití a pořízení fotografií. Fixace probíhala pomocí ethanolu. Nejdříve jsem organismy usmrtil v 85% ethanolu a po zhruba 48 hodinách je přemístil do 75% ethanolu. K tomuto kroku jsem přistoupil, protože při prvotní fixaci dochází k naředění fixačního média tělními tekutinami fixovaných organismů. Pro vědecké účely by často byl vhodnější 4% formaldehyd, ale v celé své práci jsem se snažil co nejvíce napodobit školní podmínky, ve kterých by žáci s formaldehydem neměli přijít do styku, neboť se jedná o karcinogen (Mourek a Lišková, 2010).

Jako hlavní nevýhodu fixace v ethanolu jsem vnímal ztuhnutí zástupců a horší manipulaci s nimi při pořizování fotografií. U déle nafilixovaných zástupců došlo k vyblednutí až ztrátě barev.

2.4. Fotografie

Všechny fotografie v této práci jsou autorské. Tyto fotografie jsem pořizoval několika způsoby.

První způsob je fotografie na telefon Huawei P30 Lite. Tímto způsobem jsem fotil živé organismy bez usmrcení a fixace. Jedná se o fotografie Obr. 1, Obr. 6, Obr. 7, Obr. 9, Obr. 10, Obr. 30 a Obr. 34.

Druhý způsob pořizování fotografií je focení telefonem Huawei P30 Lite pomocí okulárového adaptéru od firmy Hama. Jednalo se o fotografie označené jako Obr. 8, Obr. 16, Obr. 17 a Obr. 29.

Třetí způsob pořizování fotografií byl pomocí digitálního mikroskopu Levenhuk DTX 90 připojeného přes USB k počítači. Jedná se o všechny ostatní fotografie v této práci.

U fotografií jsem se snažil využívat pouze pomůcky, které jsou ve školách běžně dostupné. Binokulární lupy i digitální mikroskopy/USB kamery jsou součástí vybavení většiny gymnázií a okulárový adaptér, vzhledem k nízké pořizovací ceně, nepředstavuje pro školu velkou investici. Mým cílem bylo vytvořit takové fotografie, ke kterým se můžou dopracovat i vyučující nebo žáci během vyučování.

2.5. Výběr didaktických typů

Didaktické typy uváděné ve výsledkové části této práce jsem se snažil vybírat komplexně na základě několika různých aspektů. Mezi tyto aspekty patřilo časté uvádění v učebnicích, dobrá dostupnost v lokalitě mého bydliště, resp. okolí Gymnázia Uherské Hradiště, případně snadná možnost zakoupení. Dalšími aspekty byly všeobecná známost organismu a předpoklad, že daného živočicha budou studenti již alespoň mírně znát, vhodnost pro různá laboratorní cvičení proveditelná ve výuce na gymnáziu a názornost v určitých znacích či vlastnostech organismu.

U didaktických typů uvádím často rodové i druhové jméno, jelikož se často jedná o obecně známé názvy. Uvádím zde také latinské názvy, jelikož je práce zaměřená na výuku na gymnáziích, kde po studentech latinské názvy ještě nevyžadujeme, ale je vhodné, aby s nimi přicházeli do styku a zvykali si na jejich podobu a znění. Jedná se o přípravu na případné studium na vysoké škole, kde se latinské (odborné) názvy používají běžně.

3. Teoretická část

3.1. Vymezení učiva bezobratlých organismů v rámci RVP G, předepsaný obsah probíraného učiva

Kapitola bezobratlých živočichů v rámci rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G) spadá do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Do této vzdělávací oblasti se řadí předmět Biologie. V rámci předmětu Biologie zařadíme téma bezobratlých do vzdělávacího obsahu Biologie živočichů, ve kterém rozlišujeme dvě hlavní skupiny Strunatci a Bezobratlí.

V této kapitole by měly být naplněny očekávané výstupy, které nám RVP G předkládá. Jedná se o následující výstupy:

- 1) Žák charakterizuje hlavní taxonomické jednotky živočichů a jejich významné zástupce;
- 2) žák popíše evoluci a adaptaci jednotlivých orgánových soustav;
- 3) žák objasní principy základních způsobů rozmnožování a vývoj živočichů;
- 4) žák pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné živočišné druhy a uvede jejich ekologické nároky;
- 5) žák posoudí význam živočichů v přírodě a v různých odvětvích lidské činnosti;
- 6) žák charakterizuje pozitivní a negativní působení živočišných druhů na lidskou populaci;
- 7) žák charakterizuje základní typy chování živočichů;
- 8) žák zhodnotí problematiku ohrožených živočišných druhů a možnosti jejich ochrany.

Pokud jde o obsahu probíraného učiva, je shodné pro všechny kapitoly v rámci tématu Biologie živočichů. V RVP je uvedeno, že by žáci měli projít kapitoly morfologie a anatomie živočichů (v našem případě bezobratlých živočichů), fyziologii živočichů, systém a evoluci živočichů, etologii živočichů a také by se měli zabývat vztahem živočichů a prostředí, ve kterém se nachází. Tyto kapitoly jsou pro všechny školy závazné, avšak rozsah a hloubku probíraného učiva si stanovuje každá škola (resp. předmětová komise) zvlášť ve svém ŠVP (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, 2021).

Je potřeba brát na zřetel i to, že se s velkou pravděpodobností v blízké době dočkáme škrťů v rámci obsahu učiva stanoveného v RVP G. Tyto změny již nastávají v rámci RVP základních škol. RVP gymnázií bude pravděpodobně následovat. Důvodem

je přetížení a nadměrný rozsah požadovaných informací, které jsou pro žáky v dnešní době již lehce dohledatelné. Řada odborníků se shoduje na tom, že je potřeba rozsah učiva kriticky proškrtat z důvodu stále se nabalujícího množství pro žáky nepodstatných informací, které žáky přehlčuje (EDUin, 2021). Takový přetlak informací zpomaluje učení a částečně blokuje rozvoj klíčových kompetencí (Holec, 2020).

3.2. Vymezení pojmů modelový organismus, didaktický typ, didaktický vzor a význam a pozice využívání přírodnin ve vyučování

Obecně používaný pojem „Modelový organismus“ označuje v didaktice biologie takový organismus, na kterém učitel žákům představuje či předvádí nové učivo. Pojem „Didaktický typ“ je již specifitější a označuje organismus, který optimálně reprezentuje probíranou skupinu organismů. Takový organismus musí splňovat konkrétní kritéria.

Těmito kritérii jsou:

- 1) dostatečná známost organismu – nejlépe tak, aby si všichni žáci dokázali tento organismus představit
- 2) dostatečná velikost organismu – pro možnosti názorných ukázek a další práce s organismem
- 3) dostupnost v přírodě - resp. v okolí školy
- 4) organismus by neměl spadat pod žádný stupeň ochrany – to by bránilo v další manipulaci s organismem mimo pozorování. (Vodová, 2016a)

S pojmem didaktický typ se také setkáváme v publikaci od Vintera a Králíčka Začínající učitel biologie (2016). Vinter didaktický typ definuje obdobně, jako modelové organismy vhodně reprezentující určitou skupinu organismů. Vinter také uvádí, že tyto organismy by měly být obecně známé a snadno dostupné, případně snadno pěstovatelné/chovatelné, aby učitel v momentě, kdy daný organismus do výuky potřebuje, neměl problém jej sehnat. Organismy, které jsou hůře sehnatelné, ale těžko nahraditelné můžeme zastoupit například exponáty z entomologické sbírky, umělými modely nebo fotografiemi (Vinter a Králíček, 2016).

K zavedení didaktických typů nás dovedlo zejména velké množství organismů, které nás nutí k výběru typů organismů, které zastávají roli zástupců jednotlivých skupin s velmi podobnými znaky (Maslowski, 1990).

Také Maslowski ve své publikaci uvádí kritéria, která by didaktické typy měly splňovat. Stejně jako Vodová a Vinter uvádí i Maslowski, že didaktické typy by měly

reprezentovat větší skupinu organismů, měly by být všeobecně známé a dobře dostupné. S Vodovou se shodují na tom, že didaktické typy by neměly být chráněné, vzácné ani ohrožené. Na rozdíl od výše uvedených autorů pak Maslowski uvádí, že didaktické typy by měly být snadno preparovatelné a naopak přímo neuvádí otázku velikosti organismu či chovatelnosti organismů (Maslowski, 1990). V tabulce 1 jsou uvedeny vlastnosti didaktického typu uváděné různými autory.

Vhodným příkladem didaktického typu je např. u kroužkovců žížala obecná *Lumbricus terrestris*. Didaktické typy můžeme doplnit také didaktickými vzory, což jsou organismy, které dokreslují rozmanitost probírané skupiny organismů (Vodová, 2016a).

U již zmiňovaných kroužkovců to mohou být například pijavice, nereidky, nitěnky apod. Ve všech 3 případech se jedná o výukové, popřípadě didaktické prostředky (Vodová, 2016b).

Tabulka 1 Vlastnosti didaktických typů uváděných různými autory

Vlastnost didaktického typu:	Vodová	Vinter	Maslowski
Reprezentace charakteristických znaků skupiny	✓	✓	✓
Všeobecná známost	✓	✓	✓
Snadná dostupnost	✓	✓	✓
Preparovatelnost	X	X	✓
Nesmí být chráněný, vzácný ani ohrožený	✓	X	✓
Snadná chovatelnost/pěstovatelnost	X	✓	X
Dostatečná velikost organismu	✓	X	X

Altman ve svém Úvodu do didaktiky biologie uvádí, že označení didaktický typ není závazné pro konkrétní druhy. Učitel si může stanovit vlastní didaktické typy v návaznosti na charakter regionu, ve kterém se nachází. Znamená to, že pokud se některý zástupce uváděný jako didaktický typ v dané lokalitě nevyskytuje, může být nahrazen jiným organismem, který splňuje další podmínky a v dané lokalitě nebo okolí školy je běžný (Altmann, 1974).

Práce s modelovými organismy je pevně zasazena do didaktických zásad výuky biologie. Jedná se o soubor obecných norem, které by měly být závazné pro výuku biologie, aby byly dosaženy didaktické cíle a zároveň respektovány potřeby žáků (Pavlasová, 2014). Altman vymezil celkem 11 didaktických zásad. Jednou z těchto zásad je zásada názornosti. Tato zásada je postavená na práci s modelovými organismy, resp. obecně přírodninami v rámci výuky biologie. Altman v této zásadě klade důraz na

zapojování co nejvíce smyslů (zrak, čich, hmat, sluch, chuť). Přímo zde uvádí, že žáci by měli s přírodními manipulovat a provádět pokusy. Tím u žáka dochází k bezprostřednímu vnímání přírodnin a vytváření či rozšiřování biologických představ (Altmann, 1975). Již Jan Amos Komenský ve své knize *Didactica magna* formuloval tzv. „Zlaté pravidlo didaktiky“, ve kterém klade důraz na to, aby učitelé žákům umožňovali vnímat nové učivo co nejvíce smysly to bude možné (Komenský, 1948).

Demonstrace přírodnin výrazně zvyšuje názornost výkladu (Vinter a Králíček, 2016). Mojžíšek uvádí, že respektování principu názornosti vede k revoluci v didaktice, a naopak nerespektování tohoto požadavku vede téměř vždy na scestí (Mojžíšek, 1988). To, že názorné předvádění je přímo provázané s výkladem si uvědomoval také Oton Maslowski, který ve svém díle *Didaktika biologie* uvádí, že názornost bez slova je málo účinná (Maslowski, 1990). Mezi názorností a výkladem se tedy nachází vzájemně prospěšný vztah, kdy se tyto dvě metody výuky vzájemně doplňují a tím dochází ke zvýšení efektivity procesu učení.

Dochází zde k aktivnímu učení, kdy žáci často sami formují (přímo či nepřímo) své poznání, což je v souladu také se současnou vzdělávací strategií do roku 2030+ a rámcovým vzdělávacím programem pro gymnázia. Důraz na aktivní poznávací činnost žáků však není v biologii nic nového, jelikož ji zdůrazňuje i Altman ve své publikaci *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie* z roku 1985 (Altmann a Horník, 1985). Práce s přírodními byla silně prosazována již v tzv. Lübenovu směru, který byl už v roce 1869 uzákoněn i na našich školách (Altmann, 1974). V kontextu moderní pedagogiky bychom mohli říci, že práce s živými přírodními rozvíjí u žáků badatelství, což je jedna z aktivizačních metod výuky v přírodovědných předmětech (Chrobáková et al., 2021).

3.3. Výhody práce s reálným materiálem (živým či fixovaným)

V současné době se v českých školách vyskytuje trend, kdy se žáci více a více s přírodními setkávají pouze na obrázcích v učebnicích, výukových aplikacích a fotografiích (Mourek a Lišková, 2010).

Živé přírodniny mají ve výuce biologie svou nezastupitelnou pozici. Jak jsem uvedl v předchozích kapitolách, jsou ukotveny v základních zásadách výuky biologie (zejména v zásadě názornosti) podle Altmana (Altmann, 1975). Díky zkoumání živých přírodnin si žáci mohou utvořit představu o reálných vlastnostech organismů, jako je skutečná velikost, zbarvení, tvar, poměry mezi různými tělními částmi, ale také typické

chování a pohyb, zvuky, zápach a mnoho dalšího. Maslowski rozlišuje dva základní typy práce s přírodními, a to v přirozeném prostředí v přírodě a v umělém životním prostředí, jako je terárium, akvárium, laboratoř, ale i zkumavka či Petriho miska.

Studium přírodnin v přirozeném prostředí je ze všech metod nejcennější, jelikož je nejautentičtější. Zároveň je však často velmi náročné a je k němu potřeba technických pomůcek jako je dalekohled, lupa či fotoaparát. Pozorováním v přirozeném prostředí získáváme poznatky o organismech se všemi okolními i vnitřními biotickými i abiotickými vlivy. Ve školním prostředí je tato práce náročná, jelikož s velkou skupinou se prakticky nedá provést. Také je často potřeba větší časová dotace, než nám poskytuje 1 vyučovací hodina. Proto je tento typ práce s živými přírodními soustředěn převážně na terénní výuku a exkurze.

Mnohem častěji lze provádět práci s živými přírodními v umělém prostředí. Tento typ je velmi dobře osvědčený a nese řadu výhod. Přírodniny jsou pro žáky snadněji pozorovatelné. Zároveň žáci mají na pozorování většinou více času a učitel může v průběhu pozorování upozornit na důležité znaky či doplnit informace o pozorovaném organismu. Velkou výhodou je, že umělé prostředí můžeme modifikovat a pozorovat reakci organismu na změny v prostředí. Takovými změnami mohou být změna teploty, zastínění nebo naopak osvětlení a podobně (Maslowski, 1990).

V případě fixovaných organismů nebo biologických sbírek je výhodou dostupnost v jakýkoliv čas a jakoukoliv roční dobu. Řada znaků jako velikost těla, poměry, tvar a další zůstávají zachované. Některé znaky však mohou být pozměněné – například barva. Pohyb, fyziologické děje, chování a reakce organismů na sbírkách či fixovaných preparátech nelze pozorovat vůbec (Vinter a Králíček, 2016).

3.4. Alternativy využívání didaktických typů bezobratlých organismů bez práce s reálným materiálem (živým či fixovaným)

Již Maslowski uvádí, že u řady skupin je složité vybrat vhodný didaktický typ, zejména z důvodů rozměrů organismů nebo obtížného obstarání organismu. V těchto případech autor uvádí jako vhodné využití zjednodušené formy těla zastoupené schématem, kresbou, obrazem, modelem (Maslowski, 1990). V tomto případě mluvíme o nepřímém předvádění. O nepřímé předvádění se jedná tehdy, pokud předváděný objekt není přímo objekt, o kterém mluvíme, ale zastává jeho pozici a slouží k imaginaci. Může se jednat o film, obraz, zvukovou stopu a podobně (Mojžíšek, 1988).

3.5. Vybrané metody odběru bezobratlých

3.5.1. Odběr vodních bezobratlých

Odběr makroskopických vodních bezobratlých

K odběru makroskopických vodních bezobratlých nám bude stačit kuchyňský cedník. V případě větších vodních ploch či potřeby dosáhnout dále jej můžeme pomocí drátu upevnit na dřevěnou násadu. Tímto způsobem můžeme lovit například bruslařky, vodoměrky, jehlanky, znakoplavky, různé vodní brouky a další. Alternativně lze využít také síťky na čištění bazénů.

Další možností je zvedání kamenů a větví, na jejichž povrchu bývá často řada bezobratlých uchycena. Tyto bezobratlé poté do epruvet přenášíme pomocí entomologické pinzety či štětce. Na kamenech a větvích často najdeme ploštěnky, chrostíky, chobotnatky, slávičky a další.

Tento způsob odběru je velmi vhodný pro biologické exkurze, žáci mohou pracovat jak samostatně, tak ve skupinách (Mourek a Lišková, 2010).

Bentoska

Bentosová síťka neboli Bentoska je jeden z mnoha typů odběrových sítěk na bezobratlé. Skládá se z násady, hlavice a sítě. Délka celé sítě (tzn. násady a hlavice) by nám měla sahat přibližně po střed hrudníku, kvůli praktické manipulaci se sítí pod vodou. Síť by měla být hustá a vyrobená z nesmáčivého materiálu – silonu, skleněné síťoviny a podobně. Síť musí dobře propouštět vodu (Kunst et al., 1954). Hustota sítě pak záleží na velikosti cílených organismů. Pro školní potřeby postačí řidší síť, jelikož se školní praktika často zaměřují na makroskopické organismy pozorovatelné pouhým okem.

Pro odběr vzorků bentoskou existuje řada metodik, jako je například metoda PERLA, kterou popisují Kokeš a Němejcová (2006). Pro školní potřeby však není nutné se touto metodou příliš řídit a spíše ji jen žákům představit, aby měli v podvědomí, že výzkum musí mít jasné stanovené podmínky.

S žáky při odběru bentoskou pracujeme následovně. Určíme si úseky, ve kterých budeme lovit. Určíme si odběrová místa – vodní porost, příbřežní partie, dno koryta apod. Následně provedeme samotný odběr, kdy se sítí pohybuje ve tvaru osmiček a postupně procházíme předem stanovená odběrová místa. Můžeme také nabírat i materiál ze dna vodního toku nebo plochy (Gerecke et al., 2007). Pohybem ve tvaru

osmiček víříme vodu a sítíkou nabíráme živočichy stržené zvířenou vodou (Kunst et al., 1954). V tekoucích vodách odebíráme vždy proti proudu vody (Adámek, 2006).

Nalovený materiál poté prohlížíme v bílé misce, do které obsah sítě vysypeme. Je vhodné dávat zvlášť materiál z různých odběrových míst, abychom mohli pozorovat rozdíly ve složení fauny v různých částech vodního biotopu. Ulovené organismy přenášíme do epruvet pomocí štětečku nebo entomologické pinzety (Kunst et al., 1954).

Tento způsob odběru je vhodný pro biologické vycházky v rámci běžné výuky či exkurzí.

Planktonka

Planktonka je další z využívaných sítěk pro zisk vodních organismů. Slouží k lovu zooplanktonu zejména na stojatých vodách. Jedná se o dlouhou kuželovitou síť, která je našitá na kruhu ze silného drátu o průměru 12-15 cm. Délka sítě je 20–35 cm (Kunst et al., 1954). Pro zooplankton se používá hustota sítě s velikostí ok zhruba 100 µm. Planktonka může být buď upevněna napevno na tyči nebo můžeme mít tzv. vrhací planktonku, která je třemi lanky připevněná k provazu (Mourek a Lišková, 2010).

Planktonku si můžeme také vyrobit, kdy jako síť použijeme dámskou punčochu. Pevně uchycenou planktonkou lovíme plankton z loďky a v blízkosti břehu. Vrhací planktonku nahazujeme a pomalu stahujeme, čímž dochází k zachytávání zooplanktonu (Kunst et al., 1954).

Nejčastěji narazíme na větší druhy perlooček a buchanek (Mourek a Lišková, 2010).

3.5.2. Odběr suchozemských bezobratlých

Individuální odchyt

Jedná se o nejjednodušší způsob odchytu bezobratlých organismů. Prakticky k němu nepotřebujeme žádné pomůcky, pokud je chytaný zástupce dostatečně velký a víme, že není nebezpečný. Mezi nejzákladnější pomůcky patří rukavice, které nám umožní odchytit nebezpečnější druhy nebo druhy, které jsou slizké či vylučují různé aromatické látky (Kundrata, 2012).

U drobnějších živočichů nám pomůže exhaustor. Jedná se o širší skleněnou či plastovou trubičku, která je zavíčkovaná a má dva vývody s hadičkami. Jedna hadička je delší a uvnitř trubičky je opatřena sítkem nebo hustou gázou. Druhá hadička je kratší a

bez sítka. S exhaustorem pracujeme tak, že kratší hadičku přiblížíme k organismu, který chceme odebrat a delší hadičku vložíme do úst. Poté silně nasajeme. Nasátím v trubičce vzniká podtlak, který způsobí nasátí organismu kratší hadičkou do trubičky, kde se zastaví o sítko na delší hadičce, které brání vdechnutí živočicha. Nasátý živočich zůstává v trubičce, odkud nemůže uniknout (Kunst et al., 1954).

U větších živočichů si můžeme pomoci pinzetou. Pinzet existuje celá škála, při odběru bezobratlých však většinou využíváme entomologickou pinzetu, která je vyrobena z pružného plechového pásu (Mourek a Lišková, 2010). Díky tomu cílený organismus uchopíme, ale neponičíme. U pevnějších a odolnějších organismů, u kterých nehrozí poškození, můžeme využít tvrdší pinzetu, kterou docílíme pevnějšího stisku (Kunst et al., 1954).

Po odchycení organismus přesuneme do epruvety nebo do smrtničky podle toho, jak chceme s organismem dále pracovat.

Motýlářská síť

Jedná se o síťku na středně delší násadě, obvykle 120–150 cm. Hlavice je většinou kruhovitého či oválného tvaru s průměrem nejčastěji 30 cm. V hlavici je uchycen rukáv samotné sítě, který je poměrně hluboký, alespoň 60 cm a je vyrobený z jemné a vzdušné tkaniny. Hloubka rukávu není nutností, je však výhodou. Umožňuje přehnutí sítě přes hlavici, čímž zamezíme uniknutí odchycených organismů (Nováková et al., 2015).

Tato síťka se používá k odchytu hmyzu s velkými a křehkými křídly, jako jsou například motýli, vážky a další. Jemný a lehký materiál sítě minimalizuje riziko poškození odchyceného organismu a je možné jeho opětovné vypuštění. Většinou se síťkou lovíme konkrétní organismy, které nejdříve hledáme pomocí zraku (Mourek a Lišková, 2010). Vzhledem k materiálu sítě není tento typ sítě vhodný pro odběr z vegetace, jelikož by se síť brzy potrhala a zničila.

V domácích podmínkách si můžeme síťku na motýly snadno vyrobit. Jako tyč poslouží násada na smeták, hlavici vytváříme pomocí pevného drátu a samotnou síť nahradíme punčochou či jemnou záclonou (Nováková et al., 2015). Vhodný materiál na výrobu sítě je i tyl.

Lov pomocí síťky na motýly je poměrně snadný. Samotné motýlí síťky jsou dobře dostupné a lze si je i vyrobit. Tento typ odběru je tedy velmi vhodný do školního prostředí a můžou ho provádět i samotní žáci (Mourek a Lišková, 2010).

Smýkácí síť

Smýkácí síť neboli smýkačka, je síťka, kterou využíváme k odběru organismů z vegetace – vysoké trávy, keřů, křovin a podobně. Jedná se o obdobu síťky na motýly, má však silnější konstrukci a samotná síť je z pevnějšího a hustšího materiálu. Je vhodné, aby násada byla kratší než motýlářské síťky, jelikož se smýkácí sítí potřebujeme více pohybovat a delší násada by pohyb komplikovala. S ohledem na kontakt sítě s vegetací, je třeba uchycení sítě k hlavici chránit obšitím pevnou látkou nebo kůží, či zavěsit síť na hlavici pomocí kovových kroužků. V ideálním případě pak může být chráněna celá síť pomocí rukávu z šustákoviny či jiné lehké, avšak odolné látky (Kunst et al., 1954).

Smýkácí sítí již nelovíme konkrétní zástupce, jak tomu bylo u sítě motýlářské. Smýkačkou pročešáváme vegetaci před sebou pomocí pohybu sítí, který opisuje tvar „osmiček“. Tím sbíráme větší spektrum zástupců nacházejících na pročešávané vegetaci. Odebrané organismy je poté potřeba přetřídít (Nováková et al., 2015). K tomu využíváme exhaustory nebo entomologickou pinzetu (viz. níže). Další variantou je přesunutí vzorků do síťových sáčků a následné přebrání v laboratorním prostředí pomocí např. fotelektoru (viz. níže). Při vybírání organismů na místě uvádí Kunst et al. možnost polítky konce sítě smýkačky etherem, který po chvíli ulovené organismy omámí a poté je můžeme nehybně vysypat do nádoby, kde je přebereme (Kunst et al., 1954). Vzhledem k tomu, že se však jedná o toxickou látku (acute tox. 4) s toxicitou pro specifické cílové orgány i při jednorázové expozici (STOT SE 3) a vysoce hořlavou látku (Flam. Liq. 1), není na základě §12a nařízení vlády č. 361/2007 Sb. doporučeno s těmito látkami pracovat, pokud práce s nimi není přímo nutná k přípravě na povolání. Odběr pro potřeby výuky lze provést i bez využití etheru.

Výroba smýkácí sítě je snadná a obdobná jako u motýlářské sítě, je však potřeba dbát na vhodně zvolený materiál, který musí vydržet opakovaný přímý kontakt s vegetací. Smýkání provádíme v době nejvyšší aktivity hmyzu, tzn. přes den za teplého a suchého počasí. Ve vlhké vegetaci není smýkání vhodné (Mourek a Lišková, 2010).

Odběr s pomocí smýkácí síťky je nenáročný a jako vhodný pro provedení přímo žáky jej autoři zařadili také v knize Rok mladého přírodovědce (Nováková et al., 2015).

Sklepávadla

Sklepávadlo je další z nástrojů využívaných při odběru bezobratlých organismů. Jedná se o bílou plachtu různého tvaru, např. čtvercovou plachtu napnutou mezi dvěma pružnými skládacími laminátovými tyčemi (Mourek a Lišková, 2010) nebo o vaky kruhovitěho tvaru s průměrem 70 – 100 cm a rukojetí umístěnou vevnitř kruhu (Kunst et al., 1954).

Sklepávadlo slouží k odběru organismů, které žijí v keřích, větvích či korunách stromů, kam se nedostaneme se smýkací sítí. Odběr probíhá tak, že sklepávadlo umístíme pod větev či keř, ze kterého chceme odběr provádět a následně rukou s větví zatřeseeme či provedeme několik úderů gumovou palicí. Organismy, které se nacházejí na větvi poté padají do sklepávadla. Neustálým třesením sklepávadlem zamezíme úniku sklepaných organismů (Kundrata, 2012). Sklepávání je vhodné v době, kdy hmyz co nejméně aktivní. To je například brzy ráno nebo při výrazném ochlazení (Suchomel, 2007).

Sklepávadlo lze snadno vyrobit ze čtverce bílého plátna, které opatříme rámem z dřevěných hranolů nebo jej napneme mezi konstrukci rybářského čeřenu. Další variantou je rozprostření plátna na konstrukci deštníku, ale pro potřeby výuky bohatě postačí i obráceně postavený rozevřený bílý deštník, bez nutnosti shánění plátna.

Lov na světlo

Lovem na světlo se rozumí lákání hmyzu na zdroj světla. Lov na světlo využívá toho, že spousta druhů hmyzu má pud se pohybovat směrem ke světelnému zdroji – jde o tzv. pozitivní fototaxi (Kundrata, 2012). Při tomto lovu si vystačíme se silným zdrojem bílého světla (např. lovecká či rybářská baterka) a plachtou z bílé látky. Plachtu napneme pod úhlem na libovolnou konstrukci, postačí i napnutá prádelní šňůra, přes kterou plátno přehodíme a upevníme (Mourek a Lišková, 2010).

Lov na světlo provádíme zpravidla v noci, nejčastěji krátce po západu slunce. Světlo odrážející se od bílé plachty láká hmyz, který na plachu sedá nebo do ní naráží a padá na zem. Proto je důležité mít část plachty položenou i na zemi pod nakloněnou částí (Mazáč, 2014). Nejlépe se odběr provádí v teplých letních večerech, kdy bývají úlovky největší (Mourek a Lišková, 2010).

Mezi nejčastější úlovky patří zejména noční motýli. Často můžeme narazit na sršeň, chrousta a řadu dalších organismů (Mazáč, 2014).

Z hlediska vybavení je tento lov nenáročný a dobře proveditelný s pomůckami dostupnými ve škole. Nicméně je komplikovaný díky době odběru, jelikož odběr nelze provést v rámci běžného vyučování. Je proveditelný pouze v rámci vícedenních exkurzí či školních výletů.

Vlajkování

Metoda zvaná vlajkování je určená výhradně k lovu a monitoringu výskytu klíšťat. Spočívá ve vláčení bílé flanelové látky o rozměrech 1x1 m po vegetaci. Bílou flanelovou látku upevníme na násadu na koště a aktivně s ní přejíždíme po různých typech vegetace nebo k látce upevníme provázek a látku vláčíme volně za sebou po zemi. Zachycená klíšťata vybíráme entomologickou pinzetou či exhaustorem a přemísťujeme do epruvet (Espada et al., 2021). Vlajkování můžeme provádět prakticky kdekoliv, včetně školního pozemku.

Zemní pasti

Zemní pasti patří mezi pasivní způsoby odběru bezobratlých živočichů. Spočívá v nastražení pasti, kterou ponecháme v zemi a pravidelně ji chodíme kontrolovat (Nováková et al., 2015). Do zemních pastí lovíme převážně organismy žijící na povrchu půdy. Jedná se o tzv. epigeon (Mourek a Lišková, 2010).

Typů zemních pastí existuje celá řada. Jednotlivé pasti se mohou lišit tím, zda chytají živé organismy nebo je po chycení usmrcují a fixují. Další rozdíly pak mohou být ve tvaru pasti, způsobu krytí pasti nebo třeba v konzervačním médiu u pastí, které organismy usmrtí (Kundrata, 2012). Ačkoliv může zemní past vypadat různě, vždy se jedná o krytou nádobku zapuštěnou do země obsahující konzervační médium nebo návnadu. Nastražení pasti spočívá ve vyhloubení díry přesně velikosti pasti a vložením pasti do této díry (tak, aby celá past byla v zemi a horní okraj pasti byl na úrovni povrchu). Do pasti poté vložíme konzervační médium nebo návnadu. Nedílnou součástí pasti je také stříška, která brání ředění konzervačního média nebo utopení organismů nalákaných návnadou. Zároveň také zabraňuje vniknutí nechtěného materiálu jako je jehličí, listů a podobně. Stříška by měla být v ideálním případě z přírodního materiálu (kámen, kus kůry, větší list, ...). V případě umělých materiálů si musíme pohlídat pevné uchycení stříšky a po ukončení odběrů stříšku odstranit, aby po nás v přírodě nezůstala. Mezi stříškou a odběrovou nádobou musí být mezera, jejíž velikost uzpůsobíme předpokládané

velikosti odebraných organismů. Mezeru zajistíme vložení kamínků nebo větviček pod stříšku (Mazáč, 2014).

Samotnou past nejčastěji vyrobíme z kelímku od jogurtu, PET lahve nebo sklenice od jogurtu či přesnídávky. V živochytných pastech máme nastraženou návnadu. Ta se liší podle cíleného organismu. Na dravé zástupce, jako jsou třeba střevlíci, využijeme maso nebo paštiku, na jiné druhy můžeme využít například kousek hnilého ovoce, pivo, víno, a podobně. Živochytné pasti je třeba vybírat častěji, aby nedocházelo k vzájemnému požrání organismů mezi sebou a také k úmrtí organismů vyčerpáním. Pasti s fixačním médiem nemusíme vybírat tak často, stačí např. 1x týdně. Hmyz, který spadne do pasti je bezprostředně usmrcen a nakonzervován fixačním médiem. Jako fixační médium se nejčastěji používá 4% formaldehyd, který ale kvůli svým vlastnostem (kancerogen a jed) není vhodný k využití ve školních podmínkách (Mourek a Lišková, 2010). Existují však alternativy, jako je silný roztok NaCl, do kterého přidáme trochu saponátu. Ethanol není k využití příliš vhodný, jelikož se velmi rychle odpařuje a po krátké době by byly pasti prázdné. Velkou nevýhodou odběru do smrtících zemních pastí je absence možnosti selekce, tudíž v pastech můžou končit i ohrožené druhy nebo druhy, které do výuky nutně nepotřebujeme. S tím je propojeno i etické hledisko, které může vadit mnoha žákům. Proto je potřeba zemní pasti užívat s rozmyslem (Mourek a Lišková, 2010).

Nekonvenční metody získání bezobratlých

Živočišný materiál pro potřeby výuky lze obstarat i řadou nekonvenčních metod. Například vybíráním hladinového filtru v bazénu. Včely se dají obstarat po dohodě se včelařem vždy na jaro při odzimování úlů. Od chovatelů můžeme získat svlečky pavouků. Řadu organismů využitelných ve výuce můžeme zakoupit v akvaristikách, zverimexech či rybářských potřebách. Dají se tak sehnat například pijavice, různí červi, cvrčci, žížaly, nitěnky a podobně. Zde je prostor pro fantazii a kreativitu každého učitele.

3.5.3. Zpracování odebraných vzorků půdy nebo hrabanky

Ke zpracování vzorků půdy nebo hrabanky využíváme Berlese-Tullgrenův extraktor, který slouží k extrakci drobných půdních členovců. Extrakce trvá delší dobu, 5-7 dní. Na sestavení extraktoru potřebujeme stojan, stolní lampu, nálevku, síto a nádobku s fixačním roztokem. Na stojan připevníme nálevku, nad kterou umístíme síto (Mourek a Lišková, 2010). Na síto vložíme v tenké vrstvě vzorek půdy a nad sítem zapneme stolní lampu, čímž urychlíme proces extrakce (Kunst et al., 1954). Pod nálevku umístíme

nádobku s fixačním roztokem. Vlivem zahřívání žárovkou stolní lampy dochází k vysoušení odebraného vzorku, díky čemuž se organismy přesouvají do nižších vrstev vzorku. Dochází k tzv. pozitivní geotaxi. Postupně se organismy dostávají přes síto k nálevce, odkud padají do připravené nádoby s fixačním médiem (Kundrata, 2012).

Některý létající hmyz je však světlem přitahován (pozitivní fototropismus). Takové organismy v Berlese-Tullgrenově extraktoru neodebereme. K odběru pozitivně fototropických organismů použijeme fotoeklektor (Mourek a Lišková, 2010).

3.5.4. Zásady při odebírání vzorků

Při odebírání vzorků je třeba dodržovat určitá základní pravidla a tato pravidla vštěpovat i žákům.

- 1) Nenarušujeme řád krajiny.
- 2) Smrtíme s rozmyslem jen to, co opravdu potřebujeme – samotný proces smrcení organismů může být pro žáky emočně náročný a zároveň se dotýká i ochrany přírody.
- 3) Místo odběru vrátíme co nejvíce na původní místo – všechny kameny vrátíme zpět na své místo, zbytečně neničíme vegetaci, odstraníme jen takový kousek kůry, jaký je opravdu nezbytný, odneseme po sobě všechny odpadky apod. (Mourek a Lišková, 2010).

3.6. Usmrcení a fixace bezobratlých

Smrcení a fixace organismů jsou nedílnou součástí zakládání biologických sbírek či přípravy materiálu pro laboratorní cvičení. Mourek a Lišková uvádí, že pokud má učitel v plánu sbírat a smrtit živočichy pro výukové účely, měl by preferovat lov bez přítomnosti žáků. Smrcení živých organismů může být pro řadu žáků emočně náročné a učitel by měl být připraven odpovědět na otázky, proč tento krok byl nutný nebo jaké výhody přináší (Mourek a Lišková, 2010). Usmrcení organismu by mělo být co nejrychlejší a bez zbytečného trápení živočicha.

Pro menší vodní živočichy Kunst et al. uvádí jako vhodné metody usmrcení vhození do 4% formaldehydu či 70 – 80% alkoholu. Obě tyto látky jsou současně i konzervační tekutiny, ve kterých můžeme dlouhodobě odebrané organismy uchovávat (Kunst et al., 1954).

Pokud chceme hmyz preparovat suchou cestou, je smrcení lihem či formaldehydem zcela nevhodné. Důvodem je silná svalová křeč a následné ztuhnutí

organismu v nepřírozené poloze. Využíváme proto smrtničky s tampónky napuštěnými ethylacetátem, jehož páry hmyz nejdříve omámí a do pár minut usmrtí. Pozor, využití vaty je ve smrtničce zcela nevhodné, jelikož může dojít k omotání vaty kolem nohou živočichů. Díky omamným účinkům ethylacetátu se minimalizuje utrpení smrceného živočicha. Můžeme se také setkat s využíváním diethyletheru (triviálně Ether). Ten má obdobně jako ethylacetát narkotizační účinky, které však nastupují mnohem rychleji. Díky tomu dochází k menšímu poškození, resp. otlučení, smrceného živočicha. Má však i několik vlastností, díky kterým se používá výrazně méně anebo ve směsi s ethylacetátem (Mourek a Lišková, 2010).

V případě konzervace dlouhodobým potopením ve fixačním médiu doporučuje Kunst et al. pro členovce roztok složený ze 70 ml 70% ethanolu, 20 ml glycerinu a 4 ml kyseliny octové. Pro larvy a kukly pak využití Pempelova roztoku, který je složen ze 100 ml 40% formaldehydu, 450 ml 95% ethanolu, 20 ml kyseliny octové a 430 ml destilované vody (Kunst et al., 1954). V tomto roztoku necháme organismus několik dnů a poté jej převádíme do ethanolu.

Glycerol přidáváme do ethanolu z toho důvodu, že ethanol velmi rychle vysychá. Díky glycerolu však zůstávají objekty i po vypaření ethanolu vláčné (Mourek a Lišková, 2010).

3.7. Školní sbírky

Jednou z možností, jak mít neustále k dispozici reálný biologický materiál jsou školní biologické sbírky. Tyto sbírky sdružují tekutinové i suché preparáty.

Učitelé v dnešní době tyto sbírky využívají stále méně a ty pomalu chátrají a ze škol postupně mizí. Důvodem chátrání je zejména nahrazování funkce sbírek digitálními materiály. Dalšími důvody pak mohou být nedostatečné finanční zdroje na udržování sbírek, nedostatek času na obnovování a rozšiřování sbírek a často také zpříšňující se legislativa (Frišhons et al., 2017).

U tekutinových preparátů neřešíme tolik problémů s údržbou jako u suchých preparátů. Když nějaký problém nastane, jedná se většinou o poškození nádoby, ve které je preparát uložen nebo o vyschnutí fixačního média, zejména pokud je tímto médiem ethanol (Mourek a Lišková, 2010). V případě formaldehydových preparátů (a to zejména těch starších) může dojít k zakalení fixačního média vlivem vzniku paraformaldehydu.

U novějších preparátů k tomu již tolik nedochází, neboť se k formaldehydu přidává také methanol, který zabraňuje polymeraci formaldehydu za vzniku paraformaldehydu (Frišhons et al., 2017). Ve všech uvedených případech je nejvhodnější preparát otevřít (případně nahradit nádobu za novou) a vyměnit fixační médium. Následně preparát neprodyšně uzavřeme. Příliš suché preparáty necháme nejdříve 2-3 dny nabobtnat v destilované vodě a až poté zalejeme fixačním médiem (Mourek a Lišková, 2010).

Optimální podmínky pro skladování tekutinových preparátů jsou teplota 18- 21 °C, místnost či skříň bez přístupu světla a UV záření, s relativní vlhkostí vzduchu okolo 55%. Vhodné je také omezit pohyb a vibrace na nutné minimum (Frišhons et al., 2017).

Suché zoologické sbírky jsou na údržbu poněkud náročnější, protože představují relativně přístupný organický materiál, který je potravou jiných organismů. Důležitá je hlavně prevence. Sbírký musíme pravidelně kontrolovat, abychom případné napadení včas odhalili. Zároveň se snažíme sbírky držet v uzavřeném prostoru, kde mají ostatní organismy omezený přístup. Lze také využít různých repelentních přípravků, kterých je na trhu celá řada (Vinter a Králíček, 2016).

Nejčastěji suché sbírky napadají kožojed obecný, rušník muzejní, červotoč hlavatý, mol šatní, mol kožešinový a roztoči (Frišhons et al., 2018). V případě napadení těmito organismy je nutné aplikovat insekticid. Nejrychleji působí sprejové insekticidy, které však mohou preparáty výrazně poničit. Je proto potřeba být opatrný a sprejové insekticidy používat jen lokálně na vybraná místa. Vhodné je také umístění sbírky do krabice, do které insekticid umístíme, případně nastříkáme víko krabice insekticidem ve spreji. Poškozené části suchých sbírek lze obnovit velmi těžko nebo vůbec (Vinter a Králíček, 2016).

3.8. Vybrané metody chovu bezobratlých

3.8.1. Insektárium

Většina života bezobratlých probíhá pro člověka skrytě. Pokud chceme pozorovat chování živočichů v různých vývojových stádiích, je vhodné vytvořit si tzv. insektárium (Macháčková et al., 2015). V insektáriích můžeme chovat celou škálu organismů – stonožky, mnohonožky, pavouky (vhodní jsou zejména slíďáci

a pokoutníci), larvy kovaříků, chroustů či zlatohlávků, potemníky, housenky motýlů, cvrčky, šváby a další (Kunst et al., 1954).

Při přípravě insektária je nejdůležitější stanovit, co chceme chovat. Musíme být schopni chovaného živočicha nakrmit a poskytnout mu podmínky, které vyžaduje. Tyto informace je vhodné hledat konkrétně k určitým druhům na internetu. Poté upravíme insektárium tak, aby bylo pro daného živočicha vhodné. Obecně můžeme využít akvárium či plastový průhledný box. U zástupců pohybujících se po povrchu je vhodné, aby měl box co největší plochu, u živočichů pohybujících se vertikálně využijeme spíše vyšší nádoby s menší plochou. Pro suchomilné druhy na dno nádoby umístíme písek či šterk, pro vlhkomilné druhy místo písku použijeme rašelinu nebo mech. V nádobě by nemělo chybět množství předmětů, které poslouží jako přirozený úkryt. Může se jednat o suché listy, větší kameny, větve, kusy kůry a podobně. Na větve nesmíme zapomenout zejména u druhů pohybujících se vertikálně (Macháčková et al., 2015).

Takto připravené insektárium uzavřeme. Někteří autoři doporučují jako víko skleněnou desku (Kunst et al., 1954), v tomto případě je třeba dbát na to, aby v nádobě byl stálý přísun vzduchu. Jiní autoři se proto přiklání spíše k prodyšné látce nebo jemné síťovině (Macháčková et al., 2015).

Insektárium uskladníme tak, aby bylo v chladnu mimo přímé sluneční záření, aby v uzavřených prostorech nedocházelo k přehřívání chovaných živočichů. Některé druhy však přímé sluneční záření vyžadují (skákavky, křižáci, ...) a insektária s těmito zástupci umístíme tak, aby na ně část dne sluneční světlo přímo dopadalo (Macháčková et al., 2015).

3.8.2. Školní akvárium s bezobratlými

Školní akvárium je další z vhodných typů insektárií. Jedná se o vhodnou pomůcku k demonstraci druhů vodních bezobratlých. Vodní bezobratlí jsou pro většinu žáků neznámí, jelikož se s nimi běžně nesetkávají, pokud se zrovna nekoupou v rybníce či potoce. Díky akváriu můžeme žákům tyto bezobratlé dostat do povědomí bez nutnosti vyrazit na terénní cvičení anebo bez nutnosti živočichy smrtit (Hanel, 2004).

K provozu potřebujeme pouze samotné akvárium, lampu a vzduchovač. Akvárium pro bezobratlé zařídíme obdobně jako akvárium pro chov ryb. Je třeba si však rozmyslet, jaké druhy chceme v akváriu mít. U druhů typických pro stojaté vody není nutné nijak výrazně řešit filtraci, a i vzduchovat stačí méně (Drahotušský, 2000). Naopak u druhů

z rychlých horských potoků bude potřeba filtrace a silné vzduchování, které v ideálním případě bude vytvářet proud vody (Kunst et al., 1954). Vždy je potřeba mít v akváriu dostatek překážek, které slouží chovaným organismům jako úkryt (Drahotušský, 2000). Vhodné je také umístění vodních rostlin. Kunst et al. (1954) uvádí například vrbinu penízkovou, okřehek či zdrojůvku. Macháčková et al. (2015) zase uvádí vodní mor kanadský, stolítek, růžkatec a šípatky a naopak u okřehku upozorňuje na jeho nevhodnost z důvodu jeho rychlého množení a zamezení přístupu světla do akvária. Rostliny jsou v akváriu důležité nejen jako úkryty a zdroje potravy pro některé organismy, ale také zpracovávají oxid uhličitý, který se jinak v akváriu hromadí. Akvárium umístíme na světlé místo, ale ne na přímé slunce, jelikož přebytek světla může živočichům v akváriu uškodit a může také snižovat kvalitu vody (Kunst et al., 1954).

Také se musíme předem zamyslet, které druhy do akvária dáme. Pokud do akvária umístíme dravé zástupce, musíme počítat s jejich krmením. U nedravých zástupců většinou postačí zbytky rostlin, které v akváriu slouží jako úkryt. Pokud k dravým zástupcům přidáme některé drobnější bezobratlé, můžeme očekávat, že budou průběžně mizet (Macháčková et al., 2015). I to však má svůj didaktický význam a můžeme žákům demonstrovat potravní řetězce, specializace a roli různých organismů v ekosystému. Krom trofických vztahů jednotlivých organismů můžeme v akváriu pozorovat řadu dalších jevů, jako je způsob pohybu, způsob dýchání, zbarvení (popř. mimeze), které druhy patří k pleuston, planktonu, bentosu, specializace různých tělních částí a podobně (Hanel, 2017).

Velkou výhodou akvárií s bezobratlými živočichy je jejich funkce zásobníku reálného biologického materiálu. Ten do akvária vyučující doplní tehdy, kdy má časovou dispozici pro odběr vodních bezobratlých. Většina zástupců v akváriu vydrží až do doby, kdy mají proběhnout praktika, ve kterých tyto zástupce plánuje učitel využívat. Zároveň má akvárium i estetickou hodnotu a doplňuje atmosféru biologické učebny či laboratoře. Mimo to, pokud je akvárium umístěno na místě, kam mají studenti volný přístup, podporuje také neformální vzdělávání, jelikož studenti často tráví volný čas pozorováním živočichů v akváriu. Obzvláště pak, pokud se osazenstvo akvária průběžně mění.

Přes zimu, kdy není možné odebírat vzorky z přírody, můžeme do akvária umístit krevety a vodní šneky běžně dostupné v akvaristice.

3.8.3. Žížalník

Žížala obecná je velmi dobře známým organismem a zároveň nedílnou součástí makroedafonu. Může posloužit jako didaktický typ kroužkovců i hermafroditů, dá se velmi snadno pozorovat a poměrně snadno si můžeme zařídit i její chov.

Žížaly chováme v jakékoliv nádobě naplněné hlínou. Pro jejich sledování je však vhodné, aby nádoba byla průhledná, jelikož žížaly většinu času tráví pod povrchem. Macháčková et al. (2015) ve své publikaci uvádí návod na výrobu speciální krabice k chovu žížal, která ještě lépe umožňuje jejich pozorování. Nováková et al. (Nováková et al., 2015) uvádí jednodušší návod na výrobu žížalníku ze sklenice od okurek (o objemu 3-5 l). Nádobu vyplníme střídavě vrstvami písku a kypré půdy (např. z kompostéru nebo z krtince). Každá vrstva by měla mít 5-7 cm. Zaplníme zhruba dvě třetiny nádoby a na povrch umístíme několik listů. Celou sklenici omotáme novinami. Poté přidáme několik žížal a nádobu prodyšně (např. kusem látky) uzavřeme. Nádobu necháme několik dní ladem a poté pozorujeme.

3.8.4. Formikárium

Formikárium, neboli umělé mraveniště, je další z možných způsobů chovu bezobratlých ve školních podmínkách. Umožňuje nám nahlédnout do života mravenců uvnitř mraveniště a jejich sociálního chování.

Základem formikária je většinou skleněné akvárium částečně zaplněné zeminou. Zakládání formikária je již složitější proces, než je tomu např. u žížalníku a proto jej v této práci nebudu detailně rozebírat. Vše je přehledně popsáno v článku z časopisu Živa dostupném na následujícím odkaze: <https://ziva.avcr.cz/2012-6/umela-mraveniste-okna-do-mravenciho-sveta.html> (Amcha, 2012).

3.8.5. Další metody chovu bezobratlých ve školním prostředí

Existuje řada dalších metod k chovu bezobratlých ve školním prostředí. S žáky můžeme chovat různé organismy, jejichž vajíčka se dají pořídit na internetu, jako jsou třeba listonozi nebo žábronožky (na internetu uváděné pod názvem aqua dragons neboli vodní dráčci).

Další z možností chovu je ve spolupráci se včelařem umístění včelího úlu na školní pozemek. To se dá také spojit se zavedením včelařského kroužku v rámci volnočasových aktivit žáků.

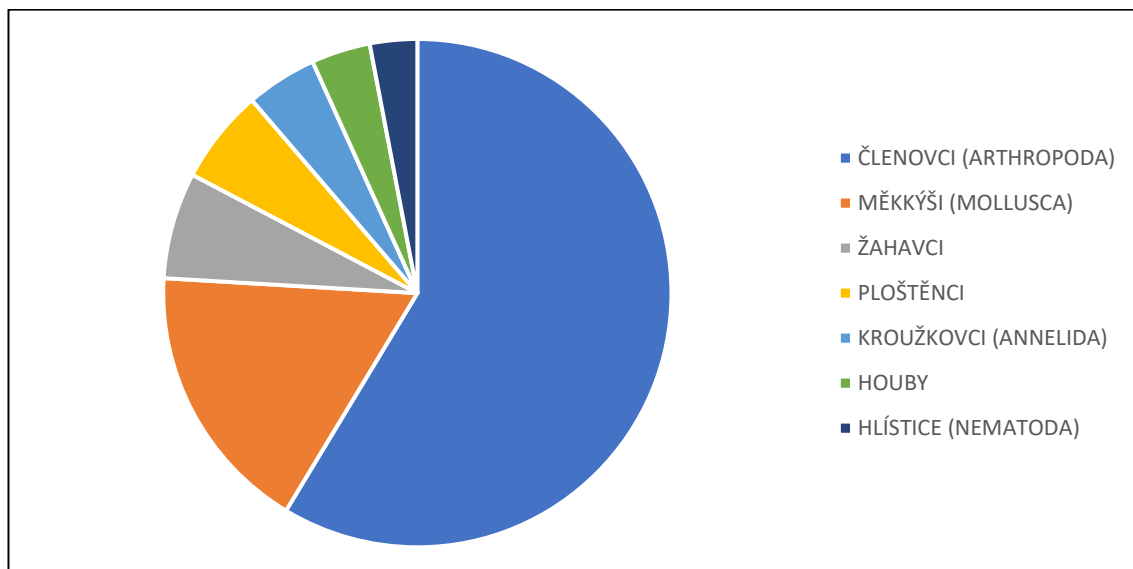
K chovu jsou velmi vhodné také plži – v akvaristikách a zverimexech jsou běžně dostupní různé vodní plži nebo třeba oblovky. Tito plži jsou nenároční na chov i údržbu.

Na středních školách, resp. gymnáziích již můžeme u žáků předpokládat zodpovědný přístup a respektování pravidel, a proto je škála druhů vhodných k chovu tak široká. Můžeme se díky tomu pouštět i do náročnější akvárií a insektárií, chovu pavouků, exotických švábů a zlatohlávků, strašilek, kudlanek a dalších. Pokud se na chovu podílejí sami žáci, přebírají také částečně zodpovědnost za chov a rozvíjí tak své kompetence (Kellnerová, 2013).

4. Výsledky

4.1. Rešerše

4.1.1. Odmaturuj! z biologie (Benešová, 2003)



Graf 1 Procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých v učebnici *Odmaturuj! z biologie*

Tabulka 2 Počet zástupců bezobratlých uváděných v učebnici *Odmaturuj! z biologie*

KMEN	Počet zástupců
ČLENOVCI	78
MĚKKÝŠI	23
ŽAHAVCI	9
PLOŠTĚNCI	8
KROUŽKOVCI	6
HOUBY	5
HLÍSTICE	4
Celkový součet	133

Tato učebnice (*Graf 1*) obsahuje nejmenší počet zástupců bezobratlých (*Tabulka 2*) ze všech v této rešerši posuzovaných publikací. Z pohledu seznámení se s bezobratlými je jí proto možno použít pro základní seznámení se s problematikou podobně jako je tomu v případě publikace *Začínající učitel biologie* (Vinter a Králíček, 2016). Na rozdíl od ní ale obsahuje detailnější zařazení jednotlivých zástupců do taxonomického systému, který je zde poměrně podrobně popsán. Systém uváděný touto učebnicí je zachycen na *Schéma 1*.

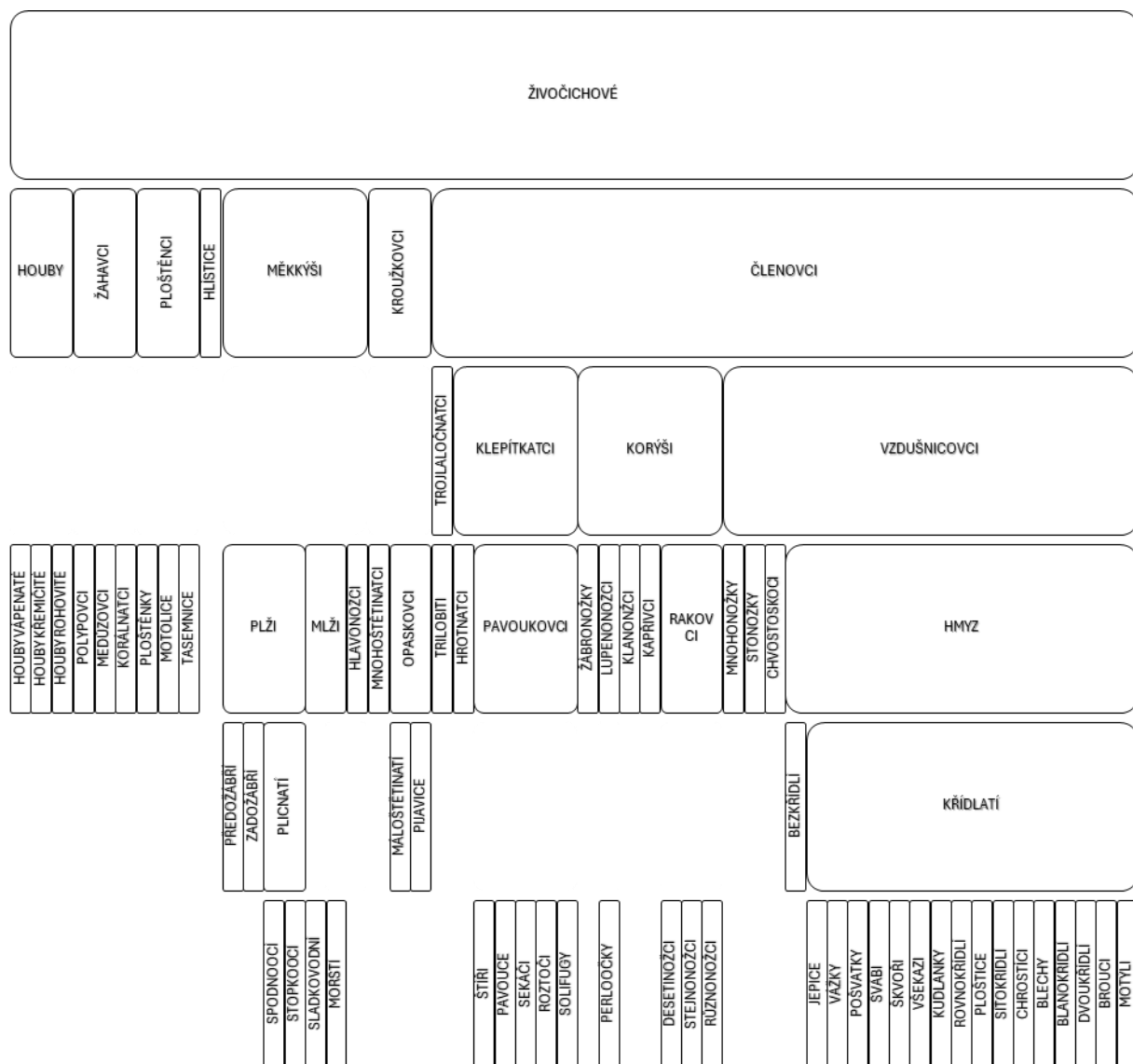
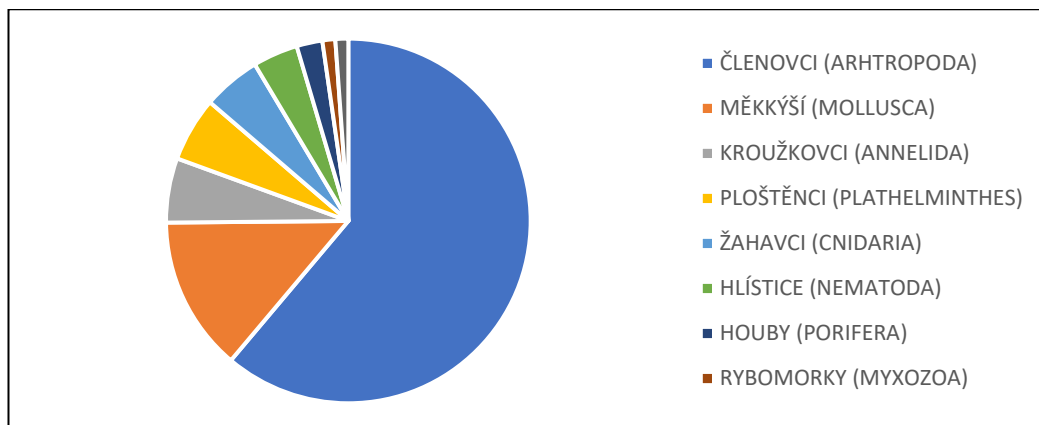


Schéma 1 Taxonomický systém skupin bezobratlých využívaný v učebnici Odmaturuj! z biologie

4.1.2. Biologie v kostce: pro střední školy (Hančová a Vlková, 2008)



Graf 2 Procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých v učebnici *Biologie v kostce*

Tabulka 3 Počet zástupců bezobratlých uváděných v učebnici *Biologie v kostce*

KMEN	Počet zástupců
ČLENOVCI	107
MĚKKÝŠÍ	24
KROUŽKOVCI	10
PLOŠTĚNCI	10
ŽAHAVCI	9
HLÍSTICE	7
HOUBY	4
RYBOMORKY	2
ŽEBERNATKY	2
Celkový součet	175

Tato učebnice (*Graf 2*) obsahuje v porovnání s ostatními publikacemi v této rešerši střední počet zástupců bezobratlých (*Tabulka 3*), patří ale k těm lepším z pohledu různorodosti jejich kmenové příslušnosti (celých 39 % zástupců je z kmenů mimo nejvíce zastoupený kmen členovců). Systém uváděný touto učebnicí je zachycen na *Schéma 2*. U respondentů dotazníkové akce z jiné části této práce je středně využívána (používá ji 13 % respondentů, top učebnice je využívána cca. 30 % respondentů).

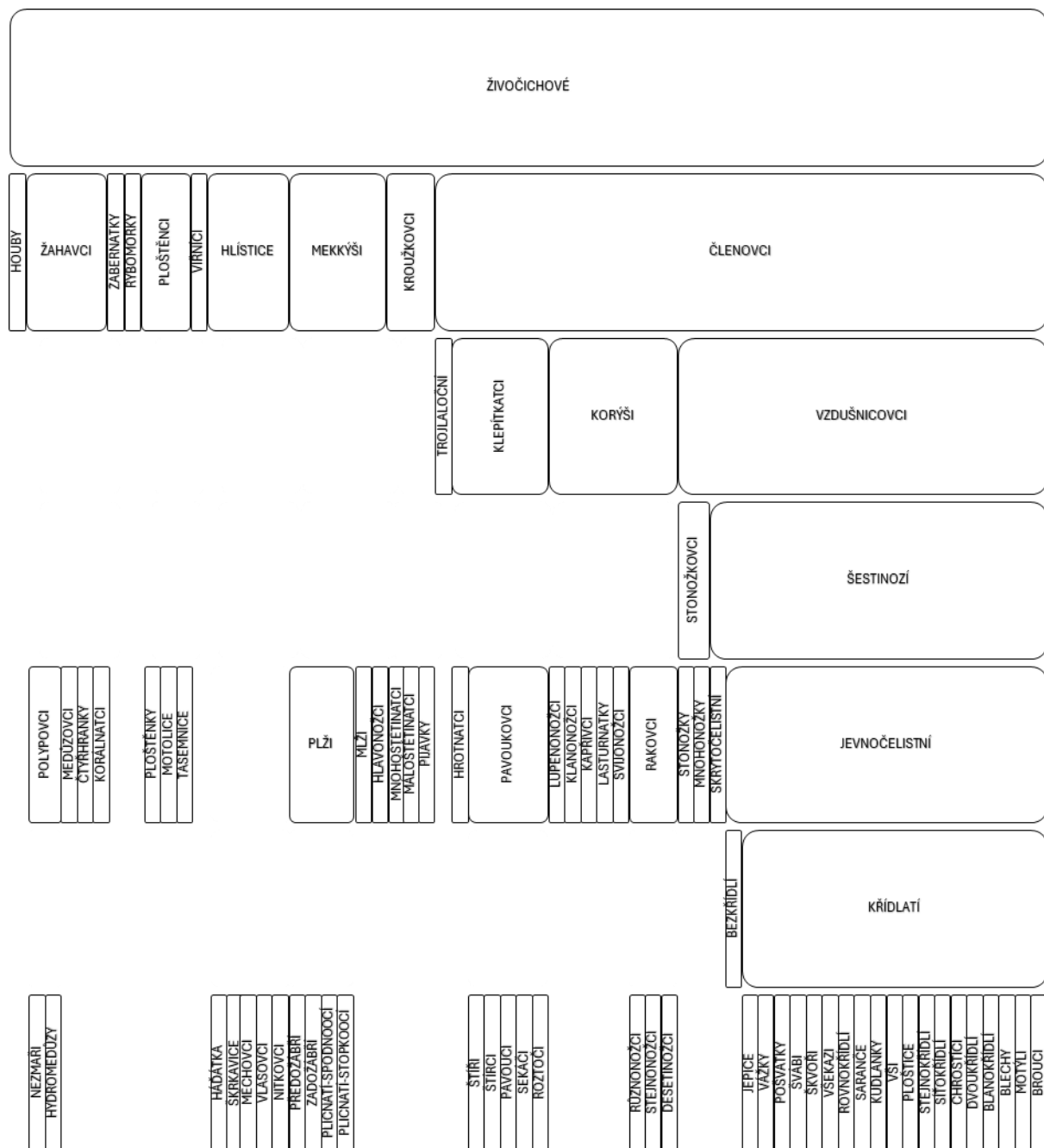
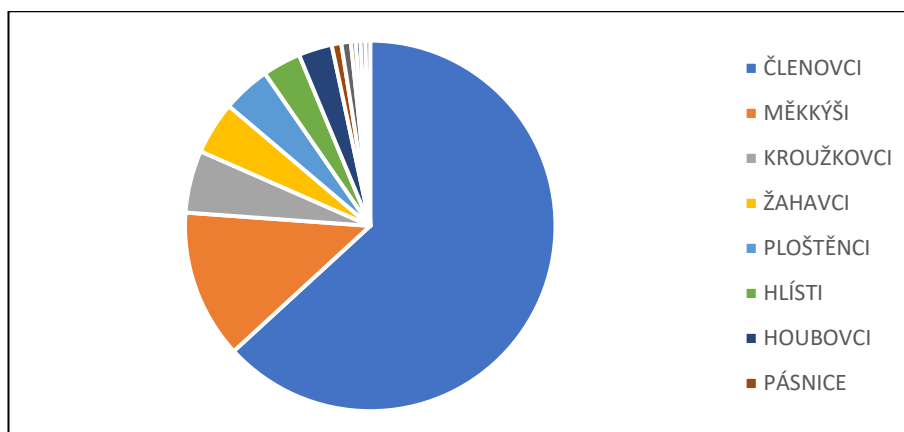


Schéma 2 Taxonomický systém skupin bezobratlých využívaný v učebnici Biologie v kostce

4.1.3. Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2004)



Graf 3 Procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých v učebnici *Biologie pro gymnázia*

Tabulka 4 Počet zástupců bezobratlých uváděných v učebnici *Biologie pro gymnázia*

KMEN	Počet zástupců
ČLENOVCI	151
MĚKKÝŠI	31
KROUŽKOVCI	13
ŽAHAVCI	11
PLOŠTĚNCI	10
HLÍSTI	8
HOUBOVCI	7
PÁSNICE	2
ŽEBERNATKY	2
DRÁPKOVCI	1
MORULOVCI	1
OSTNOKOŽCI	1
VÍŘNÍCI	1
Celkový součet	239

Tato učebnice (*Graf 3*) obsahuje velký počet zástupců bezobratlých (*Tabulka 4*) a uvádí i jejich podrobné zařazení do taxonomického systému. U respondentů dotazníkové akce se jedná o nejpoužívanější učebnici, používá ji 39,6% všech respondentů. Systém uváděný touto učebnicí je zachycen na *Schéma 3*.

4.1.4. Biologie živočichů pro gymnázia (Smrž et al., 2004)

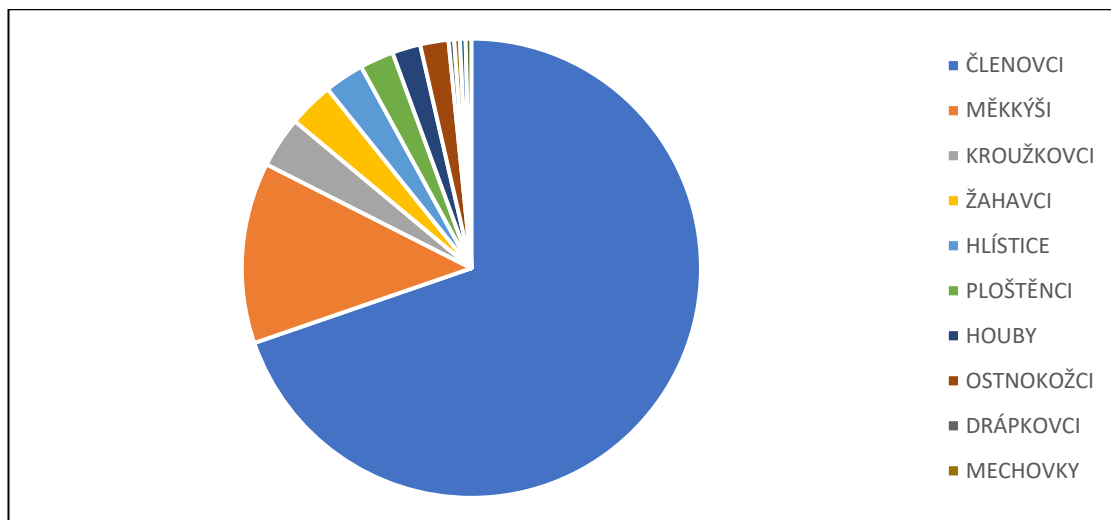


Schéma 4 Procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých v učebnici *Biologie živočichů pro gymnázia*

Tabulka 5 Počet zástupců bezobratlých uváděných v učebnici *Biologie živočichů pro gymnázia*

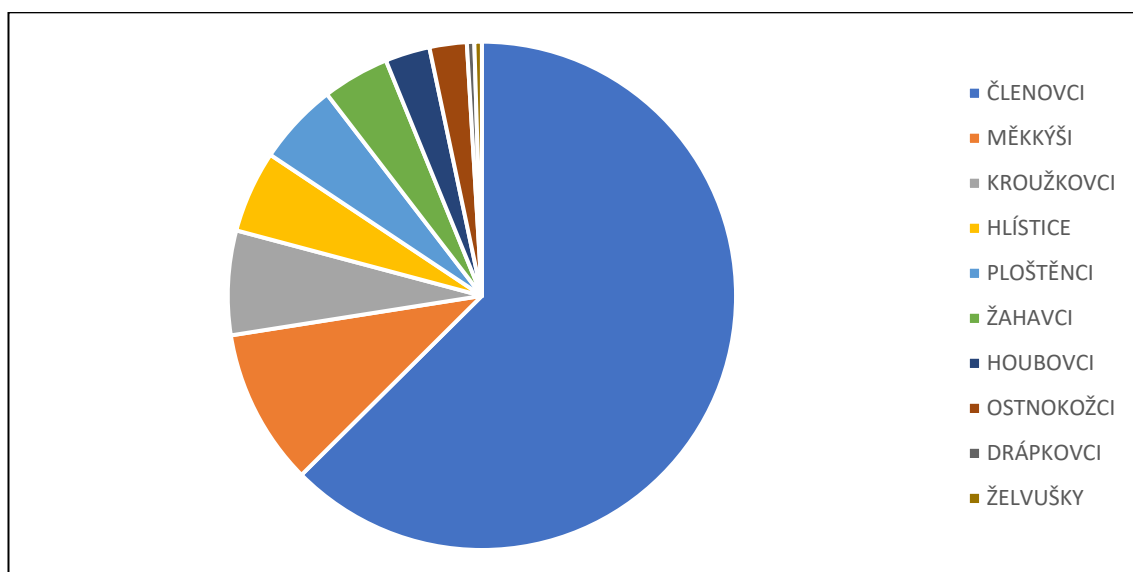
KMEN	Počet zástupců
ČLENOVCI	175
MĚKKÝŠI	32
KROUŽKOVCI	9
ŽAHAVCI	8
HLÍSTICE	7
PLOŠTĚNCI	6
HOUBY	5
OSTNOKOŽCI	5
DRÁPKOVCI	1
MECHOVKY	1
VÍŘNÍCI	1
ŽELVUŠKY	1
Celkový součet	251

Tato učebnice (*Graf 4*) obsahuje největší počet zástupců bezobratlých - stejně jako publikace *Biologická olympiáda* (Bogushet al., 2013), má ale oproti ní detailněji zpracovanou taxonomii. Systém uváděný touto učebnicí je zachycen na *Schéma 4*. Počet zastoupených rodů patří rovněž k nejvyšším (*Tabulka 5*). Jedná se o druhou nepoužívanější učebnicí u respondentů dotazníkové akce.



Schéma 4 Taxonomický systém skupin bezobratlých využívaný v učebnici Biologie živočichů pro gymnázia

4.1.5. Biologie: pro 2. ročník gymnázií (Šíma, 2023)



Graf 5 Procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých v učebnici Biologie: pro 2. ročník gymnázií

Tabulka 6 Počet zástupců bezobratlých uváděných v učebnici Biologie: pro 2. ročník gymnázií

KMEN	Počet zástupců
ČLENOVCI	132
MĚKKÝŠI	21
KROUŽKOVCI	14
HLÍSTICE	11
PLOŠTĚNCI	11
ŽAHAVCI	9
HOUBOVCI	6
OSTNOKOŽCI	5
DRÁPKOVCI	1
ŽELVUŠKY	1
Celkový součet	211

Tuto učebnici (*Graf 5*) můžeme zařadit do středu mezi posuzovanými publikacemi, a to jak z pohledu zástupců bezobratlých, tak i z pohledu detailů uvedené taxonomie. Učebnice uvádí 211 druhů (*Tabulka 6*) Systém uváděný touto učebnicí je zachycen na *Schéma 5*.

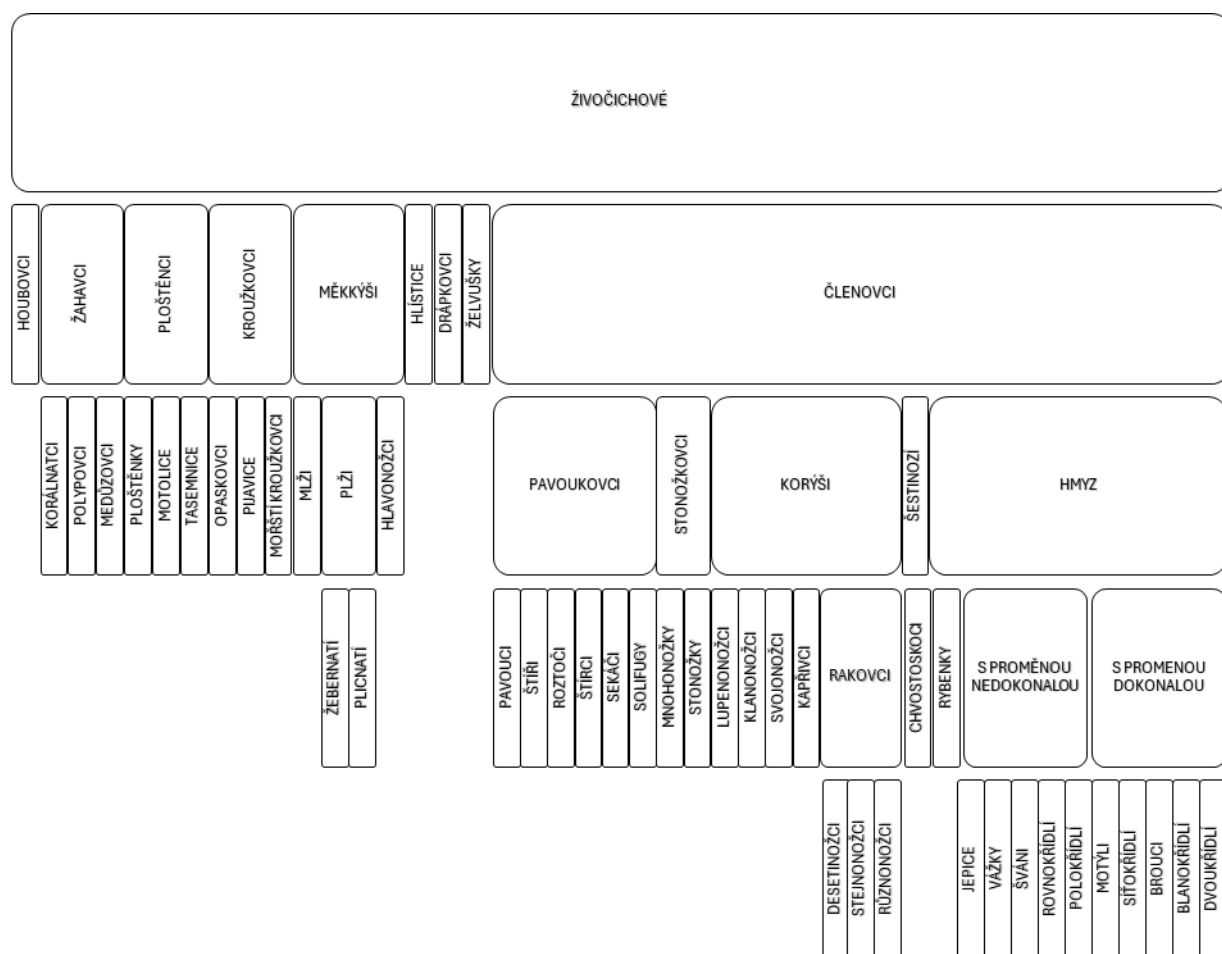
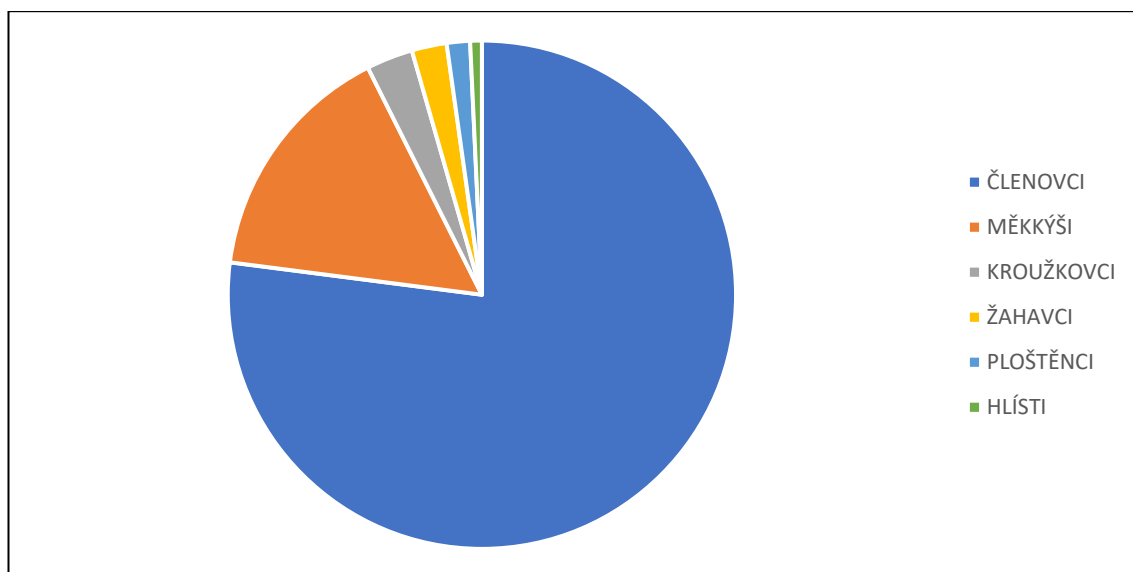


Schéma 5 Taxonomický systém skupin bezobratlých využívaný v učebnici Biologie: pro 2. ročník gymnázií

4.1.6. Začínající učitel biologie (Vinter a Králíček, 2016)



Graf 6 Procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých v knize *Začínající učitel biologie*

Tabulka 7 Počet zástupců bezobratlých uváděných v knize *Začínající učitel biologie*

SKUPINA	Počet zástupců
ČLENOVCI	104
MĚKKÝŠI	21
KROUŽKOVCI	4
ŽAHAVCI	3
PLOŠTĚNCI	2
HLÍŠTI	1
Celkový součet	135

Tato publikace (*Graf 6*) slouží pouze jako podpůrný materiál pro učitele a uvádí doporučený seznam organismů k určování. Uvádí 135 druhů (*Tabulka 7*). Nejedná se však o gymnaziální učebnici. Tomu odpovídá i velmi zjednodušená taxonomie. Z pohledu zastoupených kmenů je zaměřena hodně na členovce, kteří tvoří více než $\frac{3}{4}$ uvedených zástupců. Systém uvádění publikací je zachycen na *Schéma 6*.

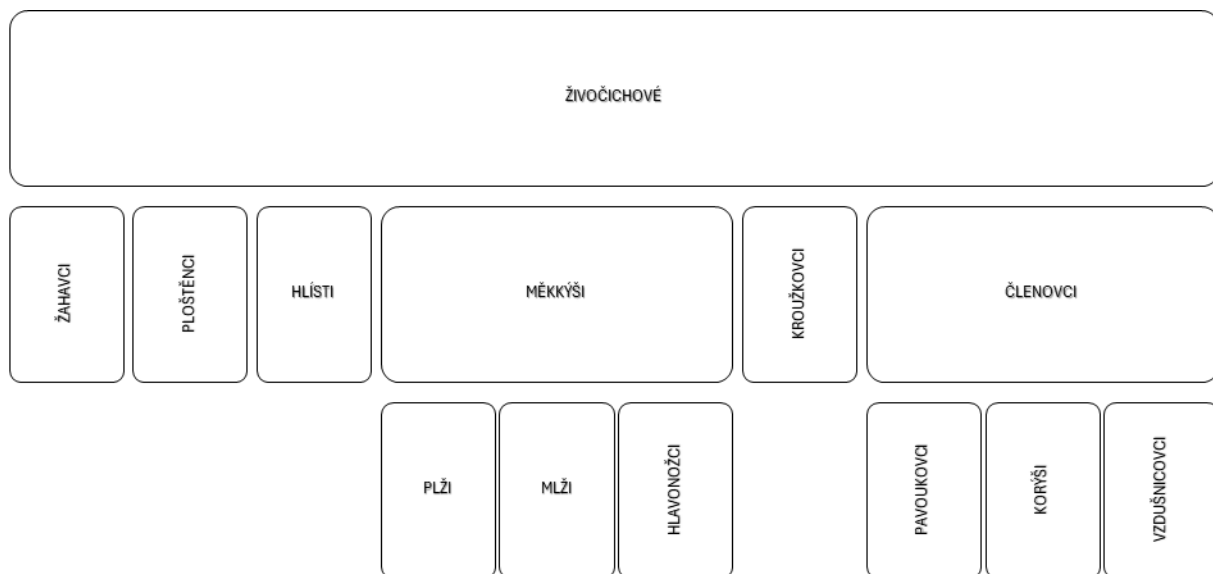
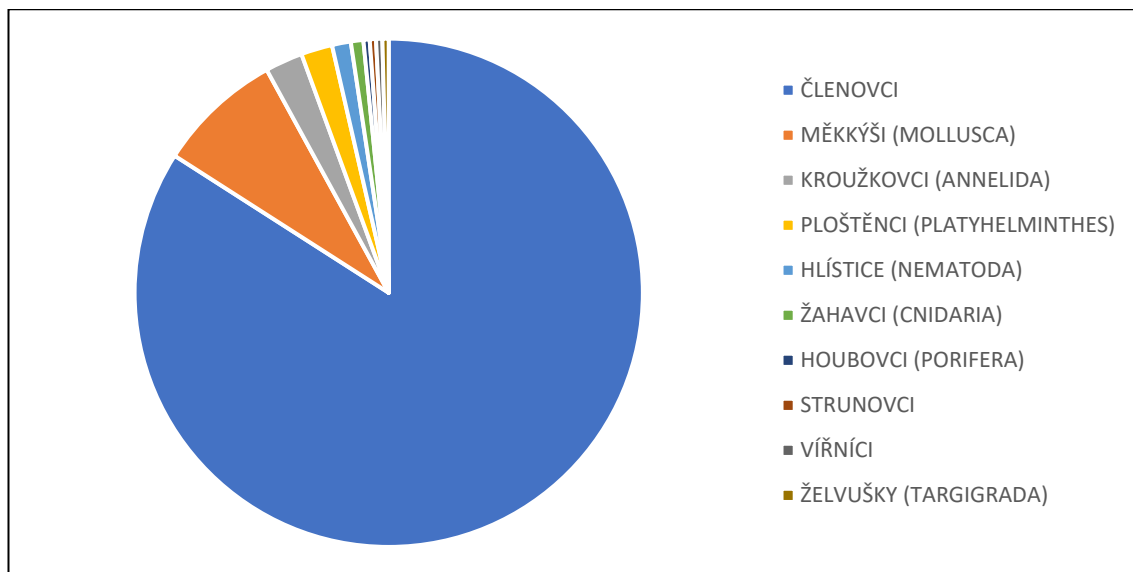


Schéma 6 Taxonomický systém skupin bezobratlých využívaný v knize Začínající učitel biologie

4.1.7. Biologická olympiáda (Bogush et al., 2013)



Graf 7 Procentuální zastoupení jednotlivých skupin bezobratlých v seznamu přírodnin k Biologické olympiádě

Tabulka 8 Počet zástupců bezobratlých uváděných v seznamu přírodnin k Biologické olympiádě

KMEN	Počet zástupců
ČLENOVCI	211
MĚKKÝŠI	20
KROUŽKOVCI	6
PLOŠTĚNCI	5
HLÍSTICE	3
ŽAHAVCI	2
HOUBOVCI	1
STRUNOVCI	1
VÍŘNÍCI	1
ŽELVUŠKY	1
Celkový součet	251

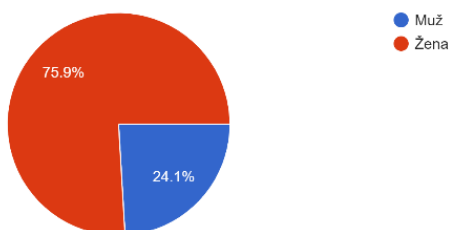
Tato publikace (Graf 7) obsahuje stejně jako učebnice Biologie živočichů pro gymnázia (Smrž et al., 2004) největší počet (Tabulka 8) zástupců bezobratlých (jedná se dokonce o úplně stejný počet 251 zástupců), je však hodně zaměřená na kmen členovců. Z tohoto pohledu se jedná o nejhůře kmenově zastoupenou publikaci, pouze 16 % uvedených zástupců bezobratlých nepatří do kmene členovců. Systém uváděný publikací je zachycen na Schéma 7.



4.2. Dotazník

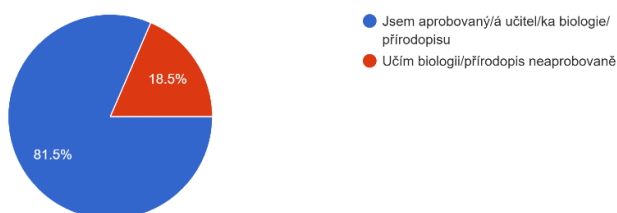
Dotazníku, který je součástí této práce se zúčastnilo celkem 54 učitelů biologie na gymnáziích. Mezi respondenty bylo 41 (75,9 %) žen a 13 (24,1 %) mužů (*Graf 8*). Z celkových 54 respondentů bylo 44 (81,5 %) aprobovaných učitelů biologie a 10 (18,5 %) učitelů učících biologii neaprobovaně (*Graf 9*).

Mé biologické pohlaví je
54 responses



Graf 9 Poměr mužů a žen účastnících se dotazníkového šetření

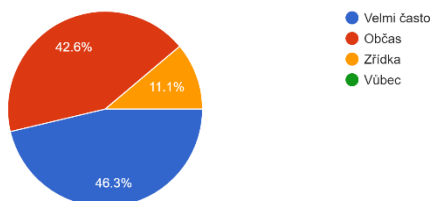
Status:
54 responses



Graf 8 Poměr aprobovaných a neaprobovaných respondentů

V první číslované otázce se zadáním „1) Vyberte nejvíce odpovídající variantu – V hodinách s modelovými organismy pracuji ...“ Jsem zjistil, že 46,3 % respondentů pracuje v hodinách s modelovými organismy velmi často, 42,6 % občas a 11,1 % zřídka. Žádný z respondentů neuvedl, že by s modelovými organismy nepracoval vůbec (*Graf 10*).

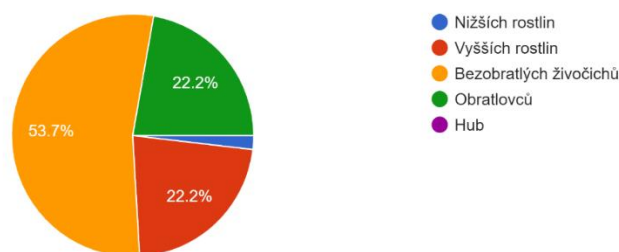
1) Vyberte nejvíce odpovídající variantu V hodinách s modelovými organismy pracuji ...
54 responses



Graf 10 Četnost využívání modelových organismů v hodinách

V otázce č. 2 nejvíce respondentů, 53,7 % jako nejčastěji využívané modelové organismy zvolilo bezobratlé živočichy. 22,2 % uvedlo jako nejčastěji využívané modelové organismy obratlovce a stejně velká skupina (22,2 %) uvedla vyšší rostliny. Jeden respondent uvedl, že modelové organismy nejčastěji využívá při probírání nižších rostlin. Houby neuvedl žádný z respondentů (*Graf 11*).

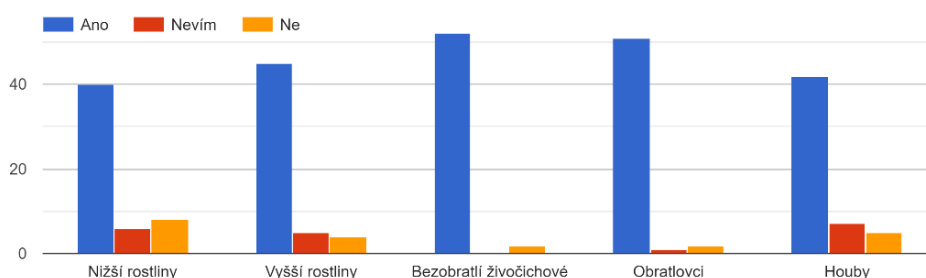
2) Nejčastěji využívám modelové organismy
54 responses



Graf 11 Četnost využívání modelových organismů ve vazbě na skupinu

V otázce č. 3 jsem zjišťoval, zda učitelé vidí smysl ve využívání reálných těl modelových organismů při probírání jednotlivých skupin. U nižších rostlin 74,1 % respondentům využívání reálných těl modelových organismů dává smysl, 14,8 % to smysl nedává a 11,1 % respondentů uvedlo, že neví. Pro vyšší rostliny pro 83,3 % respondentů dává využívání těl modelových organismů smysl, pro 7,4 % nedává smysl a 9,3 % respondentů uvedlo, že neví. Nejvýraznější výsledky byly pro skupinu bezobratlých živočichů, kde 96,2 % respondentů dává smysl využívání reálných těl modelových organismů a jen 3,7 % nedává. U bezobratlých žádný respondent neuvedl, že neví. U obratlovců odpovědělo 94,4 % respondentů ano, 3,7 % ne a 1,9 % že neví. U hub 77,8 % ano, 9,3 % ne a 13,0 % neví (*Graf 12*).

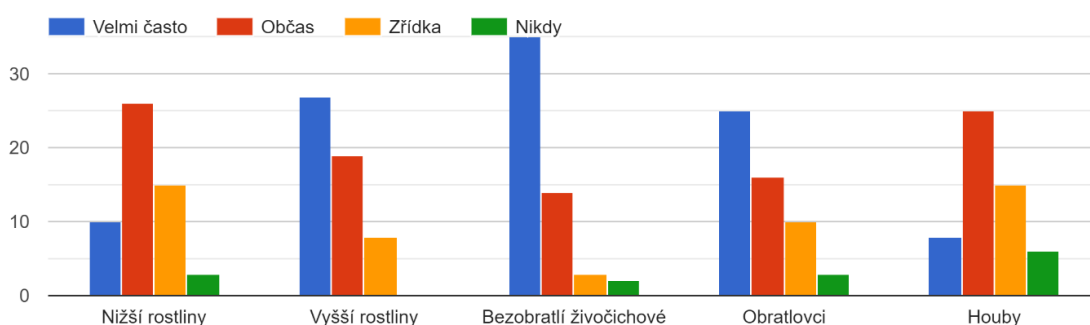
3) Dává mi smysl využívání skutečných těl modelových organismů při probírání těchto skupin:



Graf 12 Využívání skutečných těl organismů ve vazbě na skupinu

Co se týče aktivního využívání reálných těl živočichů ve výuce, u nižších rostlin 18,5 % respondentů využívá reálná těla velmi často, 48,1 % občas, 27,8 % zřídka a 5,6 % nevyužívá reálná těla modelových organismů nižších rostlin ve výuce nevyužívá. U vyšších rostlin velmi často reálná těla modelových organismů využívá 50,0 % učitelů, 35,2 % využívá velmi často, 14,8 % využívá zřídka. Pro skupinu bezobratlých živočichů uvedlo 64,8 % užívání velmi časté, 25,9 % občasné, 5,6 % uvedlo užívání těl modelových organismů zřídka a 3,7 % uvedlo, že skutečná těla modelových bezobratlých živočichů ve výuce nevyužívá. U skupiny obratlovců 46,3 % využívá skutečná těla modelových organismů velmi často, 29,6 % občas, 18,5 % zřídka a 5,6 % nikdy. U poslední skupiny, hub, reálná těla modelových organismů využívá 14,8 % respondentů, občas 46,3 % respondentů, zřídka 27,8 % respondentů a nikdy 11,1 % respondentů (*Graf 13*).

4) Aktivně ve výuce využívám skutečné těla modelových organismů těchto skupin:

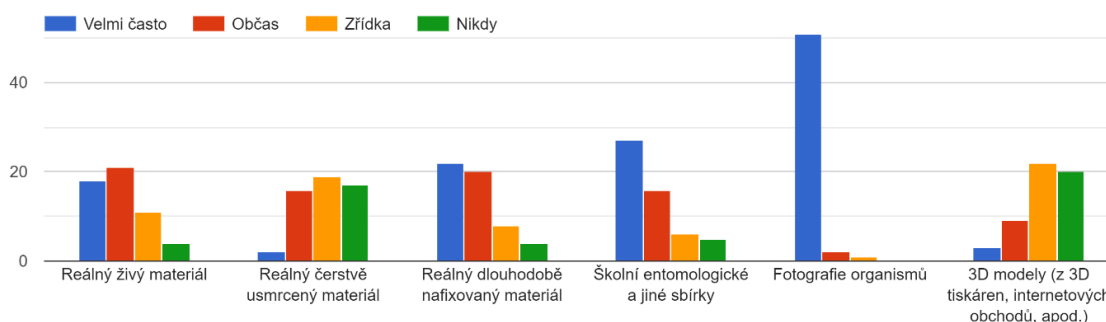


Graf 13 Aktivní využívání skutečných těl modelových organismů ve vazbě na skupinu

U otázky na formu prezentace modelových bezobratlých organismů odpovídali respondenti následovně. Reálný živý materiál velmi často využívá 33,3 % respondentů, občas 38,9 % respondentů, zřídka 20,4 % respondentů a nikdy 7,4 % respondentů. Reálný čerstvě usmrcený materiál velmi často využívá 3,7 % respondentů, občas 29,6 % respondentů, zřídka 35,2 % respondentů a nikdy 31,5 % respondentů. Reálný dlouhodobě nafixovaný materiál využívá 40,7 % respondentů velmi často, 37,0 % respondentů občas, 14,8 % zřídka a 7,4 % nikdy. Školní entomologické sbírky využívá velmi často 50,0 % respondentů, občas 29,6 % respondentů, zřídka 11,1 % respondentů a nikdy 9,3 %

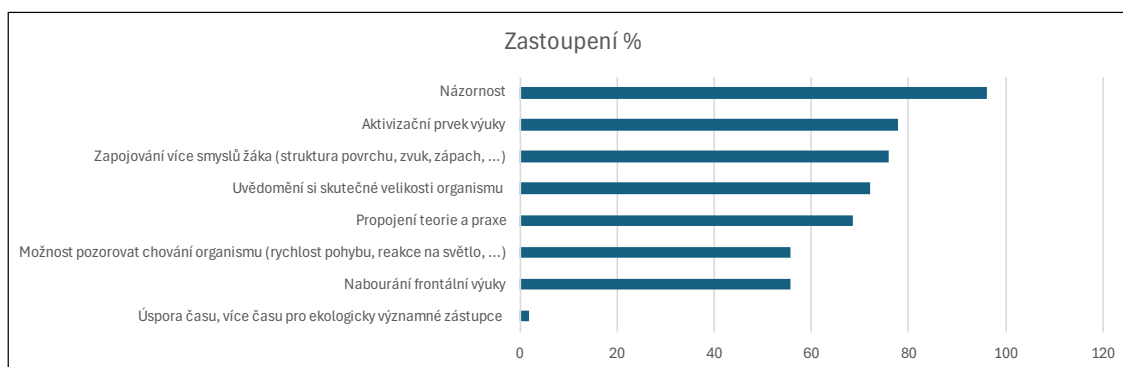
respondentů. Fotografie organismů využívá 94,4 % respondentů velmi často, občas 3,7 % respondentů a zřídka 1,9 % respondentů. Žádný respondent u fotografií organismů nevybral možnost nikdy. 3D modely velmi často využívá 5,6 % respondentů, občas 16,7 % respondentů, zřídka 40,7 % respondentů a nikdy 37,0 % respondentů (Graf 14).

5) Jakou formu prezentace modelových bezobratlých organismů ve výuce využíváte?



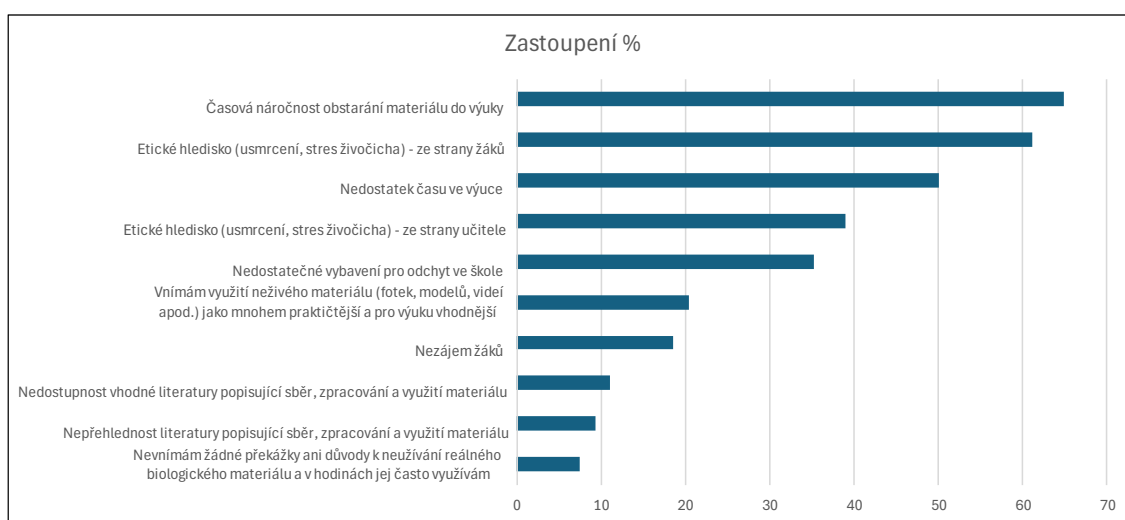
Graf 14 Forma prezentace modelových bezobratlých ve výuce

V rámci otázky na vnímané výhody využívání reálného materiálu 96,3 % respondentů uvedlo názornost. 77,8 % respondentů uvedlo jako výhodu to, že se jedná o aktivizační prvek výuky a 75,9 % vnímá jako výhodu to, že žáci zapojují během výuky více smyslů. 72,2 % respondentů vnímá jako výhodu to, že si žáci uvědomí skutečnou velikost řešeného organismu. 68,5 % respondentů vnímá jako výhodu využívání reálných těl organismů propojení teorie a praxe. 55,6 % respondentů vnímá jako výhodu nabourání formální výuky a stejný počet respondentů jako výhodu vnímá možnost pozorování chování organismů, jako je například reakce na světlo, rychlost pohybu a podobně. V rámci možnosti jiné jeden respondent uvedl, že využívání reálného materiálu představuje úsporu času a umožňuje využít více času pro ekologicky významné zástupce (Graf 15).



Graf 15 Výhody využívání reálných těl bezobratlých živočichů

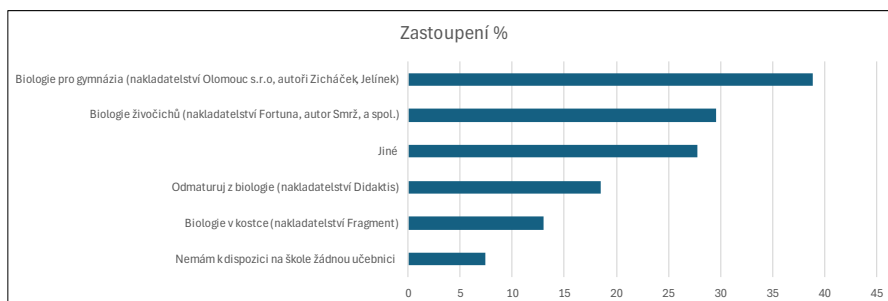
Z hlediska překážek ve využívání reálného materiálu ve výuce nejvíce respondentů (64,8 %) vnímá jako překážku nedostatek času pro obstarávání tohoto materiálu do výuky. Pro 61,1 % představuje překážku etické hledisko usmrcení a stres organismu pro účely výuky ze strany žáků a 38,9 % ze strany učitele. Pro 50 % respondentů představuje překážku nedostatek času ve výuce. 35,2 % respondentů vnímá jako překážku nedostatek vybavení pro odběr materiálu ve školách. 20,4 % respondentů vnímá využití fotek, modelů a videí jako mnohem praktičtější a vhodnější pro potřeby výuky. 18,5 % respondentů vnímá jako překážku využívání reálného materiálu nezájem žáků. Pro 11,1 % respondentů je překážkou nedostupnost vhodné literatury popisující sběr, zpracování a využití reálného materiálu. 9,3 % vnímá jako překážku nepřehlednost literatury popisující sběr, zpracování a využití reálného materiálu. 7,4 % respondentů nevnímá žádné překážky ve využívání reálného materiálu ve výuce biologie a nevnímá žádné důvody k nevyužívání tohoto typu materiálu v hodinách (Graf 16).



Graf 16 Překážky využívání reálných těl bezobratlých živočichů

V otázce č. 8 jsem zjišťoval, jaké učebnice biologie mají učitelé k dispozici. 38,9 % respondentů má k dispozici učebnici Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2004), 29,6 % Biologii živočichů (Smrž et al., 2004), 18,5 % Odmaturuj! z biologie (Hančová a Vlková, 2008) a 13,0 % Biologie v kostce (Hančová a Vlková, 1998). 7,4 % respondentů nemá na škole k dispozici žádnou učebnici. 13,0 % respondentů využívá nové učebnice od Petra Šímy a nakladatelství EDUKO, jedná se o Biologie pro 1. ročník gymnázií (Šíma, 2022), Biologie pro 2. ročník gymnázií (Šíma, 2023) a Biologie v souvislostech pro gymnázia 1. (Šíma, 2023). Dále 3,7 % respondentů uvedlo, že má k dispozici Nový přehled biologie (Rosypal, 2003) a jeden respondent uvedl, že má

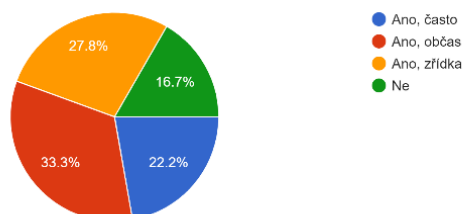
k dispozici učebnici Zoologie od nakladatelství Scientia (Papáček et al., 2012). Mimo to se v dotazníku v řádech jednotek vyskytly také různé atlasy, slovenské učebnice (sada od vydavatelství Expol pedagogika) a také učebnice pro 2. stupeň ZŠ. Přesněji to byly učebnice od nakladatelství TakTik, FRAUS a Fortuna (*Graf 17*).



Graf 17 Učebnice, které mají učitelé k dispozici

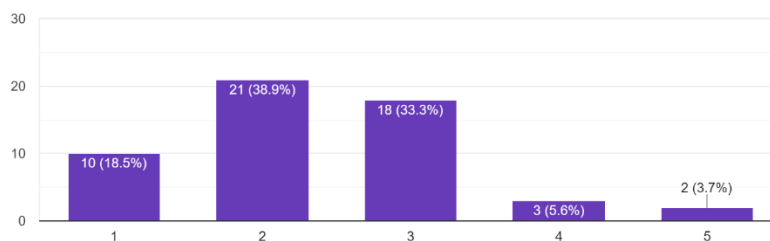
22,2 % respondentů využívá učebnice ve výuce často, 33,3 % respondentů občas, 27,8 % respondentů zřídka a 16,7 % respondentů učebnice nevyužívá (*Graf 18*). U dotazu na ohodnocení učebnic na stupnici 1 až 5, jako ve škole, dostaly učebnice v průměru známku 2,4 s tím, že modus odpovědi byl 2 a medián rovněž 2 (*Graf 19*).

9) Využíváte tyto učebnice?
54 responses



Graf 19 Využívání dostupných učebnic

10) Jak jste s učebnicí, kterou máte k dispozici spokojeni? (oznámkuje jako ve škole)
54 responses



Graf 18 Spokojenost s dostupnými učebnicemi

Dobrovolné otázky jsem se rozhodl pro jejich nízkou výpovědní hodnotu do výsledků této práce nezařadit.

4.3. Charakteristika vybraných skupin bezobratlých a jejich didaktické typy

4.3.1. Houbovci

Houbovci jsou starobyrou skupinou primitivních živočichů, která se pravděpodobně vyvinula z žahavců (Jelínek a Zicháček, 2004). Jde o převážně mořskou skupinu filtrujících živočichů (Šíma, 2023). Houbovci žijí přisedle v koloniích a jejich těla jsou kompaktní spleť křemičitých jehlic spojených sponginem. Houbovci se rozmnožují nepohlavně a živí se převážně řasami, detritem a bakteriemi (Kolibáč et al., 2019).

Povrch těla většiny hub kryjí pinakocyty. Střed těla houby tvoří centrální dutina, po jejímž povrchu se nachází límečkové buňky choanocyty, které pomáhají zachytávat potravu z přijaté vody. V horní části těla se nachází oskulum, což je otvor v centrální dutině, kterým se do centrální dutiny dostává voda. Ta je následně hnána a filtrována porocyty ven z houby (Šíma, 2023).

Rozlišujeme houby vápenaté, křemičité a rohovité na základě toho, z jakého materiálu mají primárně utvořená těla, zejména jehlice (Jelínek a Zicháček, 2004).

Jako vhodný didaktický typ vnímám houbu mycí (*Euspongia officinalis*). Tuto houbu lze snadno pořídit a přinést do hodin, jelikož se běžně na internetu prodává jako kosmetická pomůcka k mytí a odličování, technická pomůcka k mytí aut a nově také jako ekologická hygienická pomůcka při menstruaci. Cena houby se pohybuje okolo jednoho sta korun.

4.3.2. Žahavci

Jedná se o kmen zejména mořských, ale částečně i sladkovodních organismů (Šíma, 2023). Nejvýraznějším znakem této skupiny jsou žahavé buňky – knidoblasty (Jelínek a Zicháček, 2004). Žijí buď přisedle ve formě polypu nebo volně ve formě medúzy. Často se to může v průběhu životního cyklu měnit (Kolibáč et al., 2019). Tomuto procesu se říká rodozměna a představuje také změnu rozmnožování z pohlavního na nepohlavní a naopak. Žahavci mají paprscitě souměrné tělo se slepě zakončenou trávicí dutinou – láčkou (Jelínek a Zicháček, 2004). V rámci žahavců rozlišujeme polypovce, korálnatce a medúzovce.

Korálnatci

Korálnatci žijí přisedle a nepřechází v životním cyklu ve volně pohyblivou medúzu. Vytvářejí kosterní útvary z koralinu a CaCO_3 (Jelínek a Zicháček, 2004). Jsou známí zejména díky tvorbě obrovských korálových útesů a korálových ostrovů – atolů. Setkat

se s nimi můžeme také ve šperkařství. Současným ekologickým problémem je tzv. „Coral bleaching“ neboli blednutí korálů vlivem klimatické změny (Šíma, 2023).

Ke korálům se v našich podmínkách dostaneme hůře. Často si je však turisté (i přes jejich ochranu a zákaz vývozu) vozí jako suvenýry z dovolených (Obr. 1). V hodině můžeme žákům ukázat alespoň šperky z vyrobené z korálů.

Polypovci

U polypovců převládá stádium polypu. Živočich je přisedlý k podložce pomocí nožního terče. Výjimku mezi polypovci představují trubýši, kteří mají velký plynem naplněný plovák – pneumatofor, díky kterému se nechávají unášet větrem po mořské hladině (Jelínek a Zicháček, 2004). Mezi polypovce patří také medúzka sladkovodní *Craspedacusta sowerbii*, se kterou se žáci mohou setkat v letních měsících u břehů zatopených lomů, kde se rychleji ohřívá voda (Kolibáč et al., 2019).

Jako didaktický typ polypovce velmi dobře poslouží nezmar obecný *Hydra vulgaris*, kterého najdeme běžně v rybnících a stojatých vodách na podvodních částech rostlin. Didaktickým typem pro skupinu trubýšů může být měchýřovka portugalská *Physalia physalis*, která však bude žákům gymnázií pravděpodobně známější pod anglickým označením „Man´o´war“.

Medúzovci

Pro medúzovce je typická pravidelná rodozměna. Aktivně se pohybují vodou díky pohybu chapadel, na kterých jsou často umístěny žahavé buňky, a zejména díky reaktivnímu pohybu, ke kterému dochází aktivním vypuzováním vody z vyduté části zvonu, který tvoří ústřední část těla medúzy (Jelínek a Zicháček, 2004).

Didaktické typy k medúzám jsou komplikované, jelikož se medúzy v české republice běžně nevyskytují. Můžeme však v rámci školního výletu do Prahy navštívit Svět medúz v obchodním centru Arkády.

Mezi běžně známé medúzy patří talířovka ušatá *Cyanea capillata*, kterou by někteří žáci mohli znát (Šíma, 2023).

4.3.3. Kroužkovci - opaskovci

Kroužkovci jsou organismy se stejnocenným článkovaným tělem. Mimo první a poslední článek mají všechny články identickou stavbu (Jelínek a Zicháček, 2004). Tělo je tedy vnitřně i vně rovnoměrně segmentované. Podle Šímy (2023) jsou pouze opaskovci jako

skupina jasně vymezení, a proto by se dle něj měli učitelé při probírání kroužkovců zaměřovat právě na ně. Ačkoliv Šíma od tohoto členění odrazuje, ve většině učebnic je toto členění zatím stále zachováno. Například v učebnici Biologie pro gymnázia, kterou mají učitelé dle výsledků dotazníku nejčastěji k dispozici, člení kroužkovce na mnohoštětinatce a opaskovce, a ty dále člení na máloštětinatce a pijavice (Jelínek a Zicháček, 2004).

Máloštětinatci

Máloštětinatci mají tělo, které je na příčném řezu kruhové. Stejně jako další opaskovci mají opasek, to je místo nápadně zduřelých kožních žláz, které vylučují výměšky uplatňující se zejména při kopulaci (Jelínek a Zicháček, 2004).

Mezi didaktické typy této skupiny můžeme zařadit žížalu obecnou *Lumbricus terrestris*. Jedná se o notoricky známý organismus, který znají všichni žáci. Žížaly jsou velmi snadno sehnatelné do výuky. Dají se vyrýt kdekoli na zahrádce nebo školním pozemku, často se ukrývají pod dlažbou, špalky či jinými dlouho položenými předměty, zejména ve vlhkém prostředí. Dají se velmi dobře sbírat s baterkou v létě, v noci po dešti. Druhou alternativou je možnost zakoupení žížal v rybářských potřebách pod názvem rousnice (Šíma, 2023). Žížaly také můžeme ve škole chovat v jednoduchém žížalníku (viz kapitola 3.8.3.).

Ve vodním prostředí se můžeme setkat s dalším máloštětinatcem, nitěnkou obecnou (Obr. 2) *Tubifex tubifex*. Vyskytuje se hlavně v bahnitěm substrátu stojatých vod (Kolibáč et al., 2019). Žáci mohou nitěnky znát v mraženém nebo i živém stavu jako potravu pro akvarijní ryby. Nitěnky se dají zakoupit v rybářských obchodech a akvaristikách.

Pijavice

Pijavice jsou na rozdíl od máloštětinatců na řezu zploštělé. Na povrchu těla jsou článkované, ale vnitřní coelomové váčky nejsou zcela vyvinuté (Šíma, 2023). Pro pijavice jsou typické přísavky. Nejčastěji jsou dvě, na každém konci těla jedna. Přední přísavka (Obr. 3) je napojena na trávicí trubici a slouží k příjmu potravy a pohybu, zatímco zadní přísavka má pouze pohybovou a přichycovací funkci. Pohybují se tzv. „píďalkovitým pohybem“ anebo plavou pomocí vlnění těla. Pijavice jsou stylem života ektoparazité nebo predátoři sladkovodních organismů. Výrazným znakem pijavic jsou chitínové čelisti, které slouží k přichycení na hostitele (Jelínek a Zicháček, 2004). Některé pijavice mají ve

slinách látku hirudin, která brání srážení krve a umožňují pijavicím se krví živit (Šíma, 2023).

Mezi didaktické typy můžeme zcela určitě zařadit pijavku lékařskou *Hirudo medicinalis*, která byla historicky využívána v lékařství k „odsátí špatné krve“. Jako další didaktické typy mohou posloužit u nás se běžně vyskytující druhy pijavka koňská *Haemopsis sanguisuga* (Obr. 4), hltanovka bahenní *Erpobdella octoculata* (Obr.5) či chobotnatka rybí *Piscicola geometra* (Jelínek a Zicháček, 2004). Zejména hltanovky se dají velmi snadno obstarat, neboť se vyskytují téměř v každém potoce na kamenech a potopených částech rostlin. Jedná se o nejhojnější pijavici v ČR (Kolibáč et al., 2019). Pijavky koňské můžeme zakoupit v rybářských potřebách, kde se prodávají jako nástraha pro lov sumců. Jeden kus stojí běžně okolo 30 Kč.

4.3.4. Měkkýši

Jedná se o starou živočišnou skupinu s počátky již v prvohorách. Původně čistě mořské organismy postupně kolonizovaly také souš (Kolibáč et al., 2019). Mají měkké nečlánkované tělo, které nemá končetiny, mají pouze jedinou svalnatou nohu, což je mohutně rozvinuté svalstvo břišní strany těla. Tato svalnatá noha plní funkci pohybového orgánu. Tělo bývá často kryto schránkou (Jelínek a Zicháček, 2004). Rozlišujeme 3 základní skupiny – plže, mlže a hlavonožce.

Plži

Plži mají zřetelně vytvořenou hlavu a obvykle vyvinutou ulitu. Ulita je spirálovitě stočená a často slouží jako determinační znak k určování plžů. Poskytuje mechanickou ochranu měkkému tělu a roste společně s jedincem. Některé druhy ulitu nemají, patří sem zejména slimáci a plzáci. Známe vodní i suchozemské zástupce plžů. Na spodní straně nohy vylučují suchozemští plži sliz, který jim usnadňuje pohyb. U plžů můžeme pozorovat rozdíly v dýchací soustavě. Někteří zástupci mají žábry (uložené před nebo za srdcem – předžábří a zadožábří) a někteří plicní vak, tzv. plicnatí (Jelínek a Zicháček, 2004).

Didaktickým typem předžábřích plžů je u nás žijící bahenka živorodá *Viviparus viviparus*, kterou můžeme najít v zarostlých stojatých vodách nížin (Kolibáč et al., 2019).

Pro zadožábře plže se didaktický typ hledá těžko, jelikož se s ním v našich podmínkách nesetkáme. Někteří žáci však mohli během dovolených u moře narazit na

zeje obecného *Aplysia depilans*, kterému se přezdívá „mořský zajíc“ (Jelínek a Zicháček, 2004).

Nejčastěji se v ČR běžně setkáme s plicnatými plži. Mezi didaktické typy je vhodné zařadit hlemýžď zahradního *Helix pomatia*, kterého většina žáků zná již od mateřské školy. Běžně se setkáme také s plži rodu páskovka *Capaea*. Ty můžeme při procházce posbírat a dočasně umístit do akvária s dostatkem zeleně. Pokud chceme žákům ukázat diverzitu plžů, můžeme jako didaktický typ použít také invazivního plzáka španělského *Arion vulgaris* vyskytujícího se po celé Evropě, zejména v zahrádkách. Jako didaktický typ původního plže bez ulity můžeme žákům slimáka největšího *Limax maximus* (Obr. 6), na kterého však narazíme spíše náhodně než cíleně.

Plži se dají zakoupit také ve zverimexech a například oblovka *Achatina* je vhodná ke školnímu chovu přímo ve třídě. Akvaristiky nabízí řadu vodních plžů, mezi rybami často nachází i „plevelní šneci“, které obsluha velmi často ochotně zdarma vyloví (Obr. 7).

Mlži

Jedná se o druhově výrazně chudší skupinou, než jsou plži. Všichni mlži jsou vodní organismy se schránkou, lasturou, obvykle složenou ze dvou částí (Kolibáč et al., 2019). Živí se filtrováním potravy z vody. K tomu jim slouží mohutná žábra. Lastury jsou spojeny pružným vazem ligamentem. Na lasturách se mohou nacházet různé zoubky, zámky a jiné výběžky, které často slouží jako determinační znaky (Šíma, 2023).

V ČR jsou původní druhy například škeble rybničná *Anodonta cygnea*, škeble říční *Anodonta anatina* nebo vevrub malířský *Unio pictorum*. Většina českých mlžů je však chráněna, proto je vhodnější didaktický typ k využití ve výuce slávíčka mnohotvárná *Dreissena polymorpha* (Obr. 8), která je v ČR nepůvodní a často vytváří rozměrné drůzy (Kolibáč et al., 2019).

V laboratorních cvičeních si můžeme pomoci také nákupem v Makru či jiném větším supermarketu, kde lze koupit mražené slávky jedlé *Mytilus edulis*, které jsou radě žáků známé z pokrmů s obsahem „mořských plodů“. Další alternativou je zkoumání lastur mořských mlžů, které si žáci často vozí z dovolených u moře. Nejčastěji se setkáme se srdcovkou jedlou *Cerastoderma edule* (Obr. 9) či některou z hřebenatek *Pecten* (Obr. 10), která je zároveň i v logu čerpacích stanic Shell (Šíma, 2023).

Hlavonožci

Hlavonožci jsou nejdokonaleji vyvinutou skupinou měkkýšů. Žijí dravě a u většiny došlo k redukci schránek (u některých nahrazena vnitřní kostrou – sépie). Schránku, jako měli fosilní Ammoniti, má ponechanou jen několik druhů, jako například loděnka hlubinná *Nautilus Pompilius*. Noha je přeměněna ve svalnatou nálevku, která napomáhá k reaktivnímu pohybu. Část nohy je přeměněna na ramena, která slouží k pohybu a k lovu (Jelínek a Zicháček, 2004).

V ČR se hlavonožci nevyskytují, nicméně jako didaktický typ můžeme pro její známost využít chobotnici pobřežní *Polypus vulgaris*. Do hodin můžeme žákům přinést sépiovou kost, redukovanou schránku sépií. V obchodech specializovaných na prodej mořských plodů můžeme koupit mraženou chobotnici nebo její chapadla, na kterých můžeme žákům ukázat přísavky sloužící k uchopení předmětů a kořisti.

4.3.5. Členovci

Členovci jsou nejpočetnější živočišný kmen. Mezi jednotlivými druhy panuje výrazná diverzita. Tři hlavní společné znaky členovců jsou nestejnocenné článkování těla, článkované končetiny a exoskelet neboli vnější kostra (Kolibáč et al., 2019). Tělo většiny členovců rozlišujeme na hlavu, hrud' a zadeček. U některých skupin může docházet k srůstům těchto částí (Jelínek a Zicháček, 2004).

4.3.6. Členovci – pavoukovci

Pavoukovci, stejně jako hrotnatci a nohatky patří mezi klepítka. Charakteristickým znakem klepítků je první pár končetin přeměněný v klepítka (Jelínek a Zicháček, 2004). Pavoukovci jsou primárně suchozemští členovci. Mají první pár končetin přeměněný v klepítka (chelicery) a druhý pár v makadla (pedipalpy). Makadla slouží k hmatu a mají také manipulační funkci. Krom toho mají 4 páry kráčivých končetin (Šíma, 2023).

Pavouci

Pavouci jsou nejznámější skupinou klepítků. Pozorujeme u nich srůst hlavy a hrudi v hlavohrud' (cephalothorax). Většina zástupců má 4 páry očí, výjimku tvoří zastaralejší skupiny, které mají 3 páry očí (např. šestiočky *Dysdera*). Na abdomen mají umístěné snovací bradavky, které jim umožňují vytvářet síť (Kolibáč et al., 2019). Bradavky se nachází před řitním otvorem a vylučují tekutinu, která při kontaktu se vzduchem tuhne. U pavouků je charakteristické mimotělní trávení. Kořist paralyzují či zabijí, omotají

vlákny ze snovacích bradavek a napustí trávicími enzymy. Natrávený obsah pak pavouk vysává (Jelínek a Zicháček, 2004).

Pavouci jsou velmi známí i mezi žáky, jako didaktický typ tedy může posloužit velké množství zástupců. Vhodní mohou být křížáci *Araneus*, kteří se běžně vyskytují v blízkosti lidských obydlí a jsou typičtí kresbou (*Obr. 11*) na abdomen (Kolibáč et al., 2019). Žáci budou pravděpodobně znát i třesavku velkou *Pholcus phalangoides*, která žije zejména v lidských obydlích po celém území ČR a lidově se jí říká „záchodový pavouk“. U ní můžeme zmínit také její potravní specializaci a na ni navázané adaptace (Just, 2021). Do hodin můžeme přinést svlečku některého z exotických pavouků, jako je tarantule nebo sklípkan. Tyto svlečky jsou často součástí školních sbírek anebo se dají sehnat od chovatelů. Je ale potřeba být opatrný, jelikož arachnofobie je jednou z více rozšířených fobií (Šíma, 2023). Pavouky můžeme nachytat pomocí smýkací sítě nebo je sbíráme individuálním odběrem entomologickou pinzetou (*viz. kapitola 3.5.2.*).

Roztoči

Roztoči jsou drobní a většinou nenápadní živočichové. Dospělci mají obvykle 4 páry nohou. Jedná se jak o škůdce rostlin, zásob a parazity, tak i o užitečné predátory a saprofágy, kteří mají nedílnou roli v koloběhu látek v přírodě. Velikost se pohybuje v desetinách milimetrů až jednotky milimetrů (Kolibáč et al., 2019). Často tedy nevidíme roztoče, ale pouze znaky jejich přítomnosti. Roztoči mohou být přenašeči různých chorob, jako je encefalitida a borelióza (Jelínek a Zicháček, 2004).

Didaktickým typem roztočů je klíště obecné *Ixodes ricinus* (*Obr. 12*). Jedná se o jednoho z větších zástupců, kterého mohou žáci pozorovat pouhým okem nebo pod lupou. Klíště je notoricky známé a obstaráme jej poměrně snadno pomocí vylajkování (*viz. kapitola 3.5.2.*). V hodinách může učitel žákům ukázat také hálky některého z vlnovníků, který je škůdcem rostlin.

Štírci

Štírci (*Obr. 13*) jsou drobní živočichové (2 mm) s nápadně zvětšenými makadly, stejně jako mají jim příbuzní štíři. Na rozdíl od štírů však štírci nemají protažený abdomen s jedovou žlázou. Jedový aparát se u štírků nachází v prstech makadel (Kolibáč et al., 2019). Štírci jsou součástí edafonu a nejčastěji je najdeme ve spadeném listí a lesní hrabance. Setkat se s nimi můžeme také v kurnících a knihovnách, kde štírci loví pisivky a další drobné živočichy (Šíma, 2023).

V ČR se nachází 38 druhů, mezi kterými jsou na první pohled nepatrné rozdíly. Není proto potřeba ve školním prostředí zacházet do druhů a postací, když žáci budou znát řád štírů *Pseudoscorpiones*, aby nebyli překvapení, na co to v knihovně narazili.

4.3.7. Členovci – mnohonozí

Jedná se o skupinu živočichů s protáhlým tělem a velkým počtem tělních článků. Obvykle jsou na všech člancích přítomny končetiny (Kolibáč et al., 2019). Patří mezi vzdušnicovce, což je skupina organismů s rozvětvenou soustavou vzdušnic (trachejí). Kyslík u vzdušnicovců putuje přímo do tkání a není distribuován hemolymfou, jako u jiných skupin (Jelínek a Zicháček, 2004). Tělo mnohonohých je děleno na hlavu a trup tvořený mnoho články. Mají jeden pár končetin přeměněný na kusadla (mandibuly) a dva páry čelistí (maxily). Patří sem dvě větší skupiny mnohonožky a stonožky (Šíma, 2023).

Mnohonožky

Mnohonožky (*Obr. 14*) jsou jednou ze skupin mnohonohých živočichů. Jako základní znak se uvádí přítomnost dvou párů končetin na každém článku. Končetiny jsou vkloubeny zespoda. Pohybují se pomalu a končetiny jdou v synchronních vlnách. Mají vyvinuté obranné strategie, jako jsou jedové a pachové látky, kutikulu vyztuženou CaCO_3 a volvací, což je stočení se do klubíčka, jako způsob obrany (Šíma, 2023). Tělo mají mnohonožky na průřezu kulaté a nemají výrazná kusadla. Živí se převážně odumřelým rostlinným materiálem (Kolibáč et al., 2019).

Jako didaktický typ mnohonožek můžeme označit například mnohonožku zemní *Julus terrestris* nebo mnohonožku slepou *Blaniulus guttulatus*. Obě tyto mnohonožky najdeme ve spadeném listí, pod kůrou nebo kameny. Často můžeme narazit také na mnohonožku plochuli křehkou *Polydesmus complanatus*, která však jako didaktický typ vhodná není, jelikož se v některých znacích (např. tvar tělních článků na příčném řezu) liší od charakteristiky této skupiny. V případě zájmu je možné zakoupit a ve škole chovat některou z větších exotických mnohonožek. S mnohonožkou obrovskou *Archispirostreptus gigas* se můžeme setkat např. v ZOO Praha nebo ZOO Olomouc.

Stonožky

Stonožky jsou skupinou příbuznou k mnohonožkám. V tomto případě se však jedná o dravé organismy, které aktivně loví členovce a další organismy. Celkově jsou dravému způsobu obživy uzpůsobené. Jsou rychlé a mají první pár nohou přeměněný v kusadlové nožky s jedovými žlázami. Jejich tělo je většinou zploštělé a na každém článku je obvykle

jeden pár nohou, který je vkloubený z boční strany článku (Šíma, 2023). Na hlavě mají jeden pár nitkovitých tykadel (Jelínek a Zicháček, 2004).

Vhodným didaktickým typem je v ČR běžná stonožka škvorová *Lithobius forficatus* (Obr. 15). Patří mezi naše největší stonožky a je hojná v přírodě, zahrádkách i sklepech. Pravděpodobně se v budoucnu budeme setkávat s další, nepůvodní, stonožkou strašníkem dalmatským *Scutigera coleoptrata*, který postupně rozšiřuje svůj areál na území ČR a žije synantropně (Kolibáč et al., 2019).

4.3.8. Členovci – korýši

Korýši jsou skupina primitivních převážně vodních členovců dýchajících žábry (Jelínek a Zicháček, 2004). Typické jsou pro ně dva páry tykadel – anteny a antenuly. Ústní ústrojí je tvořeno ze tří párů končetin. Jeden pár tvoří mandibuly a dva páry tvoří čelisti (maxiluly a maxily). Mají srostlou hlavohruď. Mohou mít končetiny umístěné i na abdomen (Šíma, 2023).

Rozlišujeme několik skupin korýšů. Jelínek a Zicháček (2004) ve své učebnici uvádějí skupiny Perloočka, Žábronožky, Listonožky, Buchanky, Kapřivci a Rakovci. Každá z těchto skupin má své specifické znaky, které jsou blíže popsány v učebnicích.

Didaktických typů korýšů můžeme volit opět celou škálu podle toho, co aktuálně budeme mít k dispozici. Velmi vhodným didaktickým typem by byl rak říční *Astacus astacus*, který je však, obdobně jako další v ČR původní druhy, zákonem chráněný. Můžeme proto využít například invazivního raka signálního *Pacifastacus leniusculus*, raka pruhovaného *Orconectes limosus* nebo raka mramorovaného *Procambarus fallax*, kteří jsou rovněž v ČR invazivní a pocházejí ze severní Ameriky. Raci ale mohou být těžko sehnatelní. V takovém případě si můžeme vypomoci menšími zástupci rakovců – blešivci. Blešivce *Gammarus* (Obr. 16) / *Rivulogammarus* (Obr. 17) můžeme obstarat v menších potocích i větších řekách pomocí odběru bentoskou (viz. kapitola 3.5.1.). Pokud by se nám nepodařilo blešivce odebrat, můžeme je nahradit sušenými blešivci (Obr. 18), kteří se prodávají v akvaristikách a zverimexech jako krmení. Jako didaktické typy můžeme využít také krevety, které jsou rovněž k dostání v akvaristikách a dají se dlouhodobě chovat ve školním akváriu. Při pokusu o odběr blešivců můžeme narazit na další korýše, jako jsou hrotnatky *Daphnia*, kapřivec *Argulus* nebo beruška vodní *Asellus aquaticus* (Obr. 19). Jako příklad suchozemských korýšů můžeme použít stínku zední *Oniscus asellus*, která žije pod kameny na vlhkých místech nebo svinku

obecnou *Armadillidium vulgare*, kterou bychom hledali spíše pod kameny v listnatých lesích, spíše na sušších místech (Kolibáč et al., 2019).

4.3.9. Členovci – Křídlatí

Křídlatí jsou skupinou členovců, která se vyznačuje jedním párem křídel na předohrudi a druhým párem křídel na zadohrudi. U některých skupin došlo druhotně k zániku jednoho nebo obou párů křídel. V rámci křídlatých někteří autoři, například Smrž et al. (2004), uvádí podskupiny „Hmyz s proměnou nedokonalou“ a „Hmyz s proměnou dokonalou“.

4.3.10. Hmyz – s proměnou nedokonalou

Nedokonalá proměna neboli hemimetabolie, je označení pro vývoj těch živočichů, kteří neprocházejí stádiem kukly. V průběhu svého života prochází několika fázemi instarů a průběžně svlékají své schránky, než dojdou v imago – dospělce. Suchozemské larvy se označují jako nymfy a vodní jako najády (Šíma, 2023).

Vážky

Vážky jsou jednou ze skupin hmyzu s proměnou nedokonalou. Jejich larvy se vyvíjejí ve vodě (jedná se tedy o najády) a dospělci žijí na souši (Šíma, 2023). Jedná se o statný létavý hmyz s často pestrým zbarvením. Mají velké složené oči a dva páry hustě žilnatých blanitých křídel. Jejich larvy jsou dravé a s mohutným kousacím ústrojím a vymrštitelnou maskou (Obr. 20). Podle křídel rozlišujeme motýlice (*zygoptera*) s křídly přibližně stejné velikosti a tvaru a šídla (*anisoptera*) s mohutnějším druhým párem křídel a schopností křídla skládat. Šídla jsou obecně robustnější než motýlice (Jelínek a Zicháček, 2004).

Didaktickým typem vážek zygopterních je motýlice lesklá *Calopteryx splendens*, kterou můžeme hojně pozorovat u tekoucích vod po celé ČR. Poznáme ji snadno podle modrého zbarvení v kombinaci s velkou tmavou skvrnou na křídlech. U vážek anisopterních je didaktickým typem šídlo modré *Aeshna cyanea*, které je hojně po celé ČR. Dalším didaktickým typem může být například i robustní vážka ploská *Libellula depressa* (Kolibáč et al., 2019). Pro laboratorní práce se hodí najády vážek, které snadno obstaráme při odběru bentoskou (viz. kapitola 3.5.1.) v prakticky jakémkoliv vodním tělese či toku. Na najádách může učitel žákům ukázat vymrštitelnou masku, žaberní lupínky nebo složené oko.

Švábi

Švábi jsou velmi starou skupinou hmyzu známou již z období karbonu. Mají silné trnité nohy (*Obr. 21*) a samičky kladou vajíčka do společných chitinových pouzder (Jelínek a Zicháček, 2004). Mají shora zploštělé tělo a ploše složená křídla. Křídla mají rozlišené na blanitá křídla a krytky. Hlava není přes trojúhelníkový štít z vrchu téměř vidět. Dalším z výrazných znaků jsou článkované štěty na zadečku (Kolibáč et al., 2019).

Jako didaktické typy poslouží šváb obecný *Blatta orientalis* a rus domácí *Blatella germanica*. Ti se vyskytují ve skladech, mlýnech, pekárnách a mohou se objevit i v domácnostech. Jsou známí jako škůdci potravin a také znečišťují své okolí (Jelínek a Zicháček, 2004). Pro potřeby laboratorních cvičení můžeme koupit exotické druhy švábů (*Obr. 22*) ve zverimexech, které je prodávají jako krmivo pro terarijní zvířata.

Rovnokřídli

Většina zástupců rovnokřídých má skákací nohy a jeden pár křídel přeměněný v rovné krytky (Šíma, 2023). Jedná se o středně velký až velký hmyz se schopností stridulace. Stridulace u této skupiny probíhá třením krytek o sebe (Kolibáč et al., 2019). Do skupiny rovnokřídých patří jak kobyly, tak sarančata. Sarančata mají odlišný způsob stridulace – zvuk produkují třením třetího páru holení o okrajové žilky krytek. Ačkoliv jsou rovnokřídli obecně vnímáni jako škůdci rostlin, některé druhy jsou dravé (Jelínek a Zicháček, 2004).

Didaktických typů rovnokřídých najdeme hned několik. Nejznámější z nich je kobylka zelená *Tettigonia viridissima*, kterou může snadno doplnit cvrček polní *Gryllus campestris* (*Obr. 23*). Ten byl dokonce vyhlášen hmyzem roku 2022. Dalším didaktickým typem je saranče stěhovavá *Locusta migratoria* (*Obr. 24*), která je spojována s hospodářskými škodami v zemědělství a bývá jí také přisuzována role osmé rány v biblickém příběhu deset ran egyptských. Jako škůdce bývá také vnímána krtonožka obecná *Gryllotalpa gryllotalpa* (*Obr. 25*), na které můžeme žákům ukázat adaptace k životu pod zemí, zejména přeměnu předního páru končetin (*Obr. 26*) na hrabavé (Jelínek a Zicháček, 2004). Kobyly, sarančata a další rovnokřídle můžeme snadno získat při projití louky se smýkací sítí (*viz. kapitola 3.5.2.*).

Ploštice

Ploštice jsou nejznámější skupinou polokřídých. Polokřídli jsou druhově nejpočetnější a nejrozmanitější skupinou hmyzu s proměnou nedokonalou. Mají bodavě sací ústrojí,

tzv. „sosák“ (Obr. 27) a přední pár křídly přeměněnými na polokrovky (Obr. 28). Běžně se u nás vyskytují jak suchozemské, tak vodní druhy ploštic (Kolibáč et al., 2019). Vodní druhy ploštic jsou dravé (Jelínek a Zicháček, 2004).

Mezi didaktické typy vodních ploštic patří splešťule blátivá *Nepa cinerea*, kterou žáci mohou znát pod lidovým označením „vodní včela“ nebo „štípka“. Dalšími didakticky vhodnými zástupci jsou znakoplavka obecná *Notonecta glauca* a klešťanka velká *Corixa punctata* (Obr. 29). Diverzitu vodních ploštic můžeme zdůraznit ukázkou jehlanky válcovité *Ranatra linearis* (Obr. 30).

Roli didaktického typu suchozemských ploštic může zastoupit ruměnice pospolná *Pyrrhocoris apterus* známá pod lidovým názvem „doktor“ anebo některá z kněžic *Pentatomidae*. Často se v domácnostech můžeme setkat s nepůvodní vroubenkou americkou *Leptoglossus occidentalis* (Obr. 31), která se zejména na podzim stahuje do lidských obydlí. Při smýkání se smýkací sítí se pravděpodobně setkáme s některou z klopušek *Miridae*.

Jako didaktický typ lze použít také bruslařku obecnou *Gerris lacustris* (Obr. 32), která se vyskytuje na vodní hladině stojatých vod.

Ploštice můžeme odebírat různými způsoby (sklepávadla, smýkačky, bentosky) podle toho, na jaké konkrétní ploštice cílíme.

4.3.11. Hmyz – s proměnou dokonalou

Hmyz s proměnou dokonalou se vyznačuje ve vývoji stádiem kukly, která umožňuje přechod larvy v dospělce. Proměna dokonalá se označuje jako holometabolie. V kukle dochází k rozkladu tkání larvy a vytvoření nového těla dospělého. Do skupiny hmyzu s proměnou dokonalou patří 85 % známých druhů hmyzu a jsou zde zastoupeny čtyři velké skupiny – motýli, brouci, blanokřídlí a dvoukřídlí (Šíma, 2023).

Motýli

Motýli jsou velmi dobře známou skupinou hmyzu s proměnou dokonalou. Larvami jsou housenky s třemi páry hrudních nohou a čtyřmi páry zadečkových panožek a jedním párem koncových plošinek (Šíma, 2023). Dospělci se vyznačují dvěma páry velkými křídly krytými plochými šupinkami. Rozlišujeme denní a noční motýly. Denní motýli mají obvykle úzké tělo a pestře zbarvená křídla. Noční motýli mají tělo statné a často krypticky

zbarvená křídla. Zvláště radíme ještě můry se zavalitým chlupatým tělem a štětinkovými tykadly (Jelínek a Zicháček, 2004).

Didaktickým typem denního motýla může být babočka paví oko *Inachis io*, která je jeden z našich nejběžnějších druhů a dá se velmi snadno identifikovat podle typické kresby na křídlech připomínající modré oko jako na pavím peru. Pro práci ve cvičeních je vhodný bělásek zelný *Pieris brassicae* známý jako škůdce brukvovitých rostlin. Jeho housenky snadno najdeme na většině brukvovitých rostlin, které jeví známky poničených listů (Kolibáč et al., 2019). Denní motýly získáváme lovem pomocí motýlářské sítě (viz. kapitola 3.5.2.).

Lišaj smrtihlav *Acherontia atropos*, resp. kterýkoliv jiný lišaj může posloužit jako didaktický typ nočních motýlů. Jsou vhodné díky své velikosti a lišaj smrtihlav je také snadno poznatelný díky typické kresbě na hrudi připomínající lebku. Odtud také pochází jeho český název. Noční motýly získáváme lovem na světlo (viz. kapitola 3.5.2.).

Jako didaktický typ můr poslouží některé z bekyní či stužkonožek, např. bekyně mniška *Lymantria monacha* nebo stužkonoska modrá *Catocala nupta*, která se dostala do povědomí veřejnosti díky stejnojmenné knize Petra Bezruče. Můry rovněž lovíme primárně na světlo (viz. kapitola 3.5.2.).

Brouci

Brouci jsou skupina hmyzu s proměnou dokonalou, která má v dospělosti první pár křídel přeměněný na chitínové krovky (Obr. 33). V rámci této skupiny můžeme pozorovat diverzitu v návaznosti na typ potravy a způsob života jednotlivých brouků (Jelínek a Zicháček, 2004).

Didaktickým typem masožravých brouků je střevlík fialový *Carabus violaceus*, ale můžeme jej nahradit jiným střevlíkem (např. měděným, pižmovým, ulrichovým, apod.). Mezi nejznámější, a tedy i vhodné jako didaktické typy, všežravé brouky radíme kovaříky a potemníky. Potemník moučný *Tenebrio molitor* je známý jako škůdce potravin a jeho larvy, tzv. „mouční červi“ jako potenciální potravina budoucnosti (Obr. 34). Potemníci se dají poměrně snadno odchovat v rámci praktik z biologie. Jejich larvy se dají zakoupit za nízkou cenu ve zverimexech. Dalším didaktickým typem může být zlatohlávek zlatý *Cetonia aurata* (Obr. 35), chroust obecný *Melolontha melolontha* (Obr. 36) nebo chrobák lesní *Anoplotrupes stercorosus* (Obr. 37). Existuje i řada dalších brouků vhodných k využití jako didaktický typ (tesařík, majka, slunéčko, hrobařík, mandelinka,

krasec apod. Suchozemské brouky můžeme odebírat jak smýkací sítkou, tak je můžeme chytat i do zemních pastí (viz. kapitola 3.5.2.). Pro pozorování larev můžeme ve zverimexech zakoupit i larvy potemníka peruánského *Zophobas morio* (Obr. 38) pod označením „Zophobas“.

Za vodní brouky je vhodným didaktickým typem potápník vroubený. Obstarávání vodních brouků je však náročnější a často spíše dílem náhody při odběrech planktonkou nebo bentoskou (viz. kapitola 3.5.1.).

Blanokřídli

Jedná se o druhý nejpočetnější řád hmyzu na našem území a vyznačuje se dvěma páry blanitých křídel, u některých mohla sekundárně nastat bezkřídlatost. Blanokřídli mají kousací a někdy lízací či sací ústní ústrojí a hlavu pohyblivě připojenou k hrudi (Kolibáč et al., 2019). Larvy blanokřídlných mají na rozdíl od larev motýlů více zadečkových panožek a nazývají se housenice. U některých druhů se objevují sociální společenstva vyšších řádů.

Při probírání blanokřídlných bychom jako didaktický typ měli zcela určitě uvést včelu medonosnou *Apis mellifica*, která je velmi významným opylovačem. Včely do laboratorních cvičení získáme od včelaře, na jaře, při uvádění úlu do provozu. Po zimě se v něm vždy nachází větší množství mrtvých včel. U včel můžeme pozorovat strukturu blanitých křídel (Obr. 39), složené oko, případně můžeme vypreparovat žihadlo. Včelu můžeme nahradit vosou nebo sršní.

Dalším významným didaktickým typem blanokřídlných je mravenec. Mravence do výuky získáme snadno, stačí na krátký čas odložit něco sladkého do trávníku. Ve škole můžeme mít také formikárium (viz. kapitola 3.8.4.), kde můžeme mravence chovat a pozorovat jejich sociální život.

Dvoukřídli

Dvoukřídli jsou nejpočetnější skupinou hmyzu v ČR. Název dvoukřídli vychází z toho, že mají pouze jeden (přední) pár křídel. Zadní pár je přeměněn na kyvadélka (haltery), které napomáhají udržovat stabilitu v letu. Larvy dvoukřídlného hmyzu jsou zcela beznohé (Obr. 40) a vyvíjejí se často v různorodých substrátech (Kolibáč et al., 2019).

Mezi didaktické typy dvoukřídlných zcela určitě řadíme mouchu domácí *Musca domestica*, bzučivku zelenou *Lucilia sericata* a masařku obecnou *Sarcophaga carnaria*,

které znají žáci jako nejběžnější „mouchy“. Uvedení zástupci s dalším didaktickým typem bzikavkou slepoočka *Chrysops caecutiens* (Obr. 41) resp. některým dalším ovádem patří mezi zástupce skupiny krátkorozí. Na slepoočce můžeme dobře pozorovat složené oko (Obr. 42) Komár pisklavý *Culex pipiens* a tiplice zelná *Tipula oleracea* jsou didaktickými typy skupiny dlouhoroží. Do praktik můžeme dvoukřídle obstarat například v rybářských potřebách, kde se prodávají larvy much pod názvy „kostní červi“, „kostňáci“ nebo „masňáci“. Můžeme je také nechat zakuklit a pozorovat jednotlivá vývojová stadia procesu přeměny dokonalé (Obr. 43).

5. Diskuze

5.1. Rešerše učebnic

Na úvod diskuze se věnuji rešerši gymnaziálních učebnic biologie, kde se zaměřuji na uváděné zástupce bezobratlých živočichů.

Pro základní seznámení se se zástupci jednotlivých skupin bezobratlých živočichů jsou pravděpodobně nejvhodnější publikace Odmaturuj! z biologie (Benešová, 2003) a Začínající učitel biologie (Vinter a Králíček, 2016), které obsahují menší počet zástupců. Začínající učitel je však spíše příručkou pro nové učitele, která nabízí pouze seznam živočichů doporučených k určování v hodinách biologie a při terénních cvičeních v rámci výuky biologie na gymnáziích.

Pro detailnější studium bych pak doporučil publikace Biologie živočichů pro gymnázia (Smrž et al., 2004) a Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2004). Zejména druhá z učebnic je velmi oblíbená u učitelů biologie, kdy jimi byla v dotazníkovém šetření volena jako nejvíce používaná učebnice při výuce biologie. Obě učebnice také počtem uváděných organismů a částečně také výběrem druhů poměrně dobře korelují se seznamem bezobratlých určených k poznávání v rámci biologické olympiády. Ta je častým cílem žáků gymnázií změřených na biologii a může žákům pomoci při přijímacích zkouškách na vysoké školy. Chtěl bych ale podotknout, že toto shrnutí je subjektivní a bylo zpracováno pouze na základě informací, které jsou k dispozici v rámci této práce.

Dále v této kapitole přikládám seznam rodů, které byly uvedeny v minimálně 5 ze 7 zkoumaných zdrojů. K řazení využívám systém z učebnice od Jelínka, jelikož na základě dotazníku jej má k dispozici největší část respondentů.

SEZNAM NEJČASTĚJI UVÁDĚNÝCH DRUHŮ V UČEBNICÍCH

1. HOUBOVCI

Rod HOUBA

2. ŽAHAVCI

2.1. Korálnatci

Rody KORÁL, SASANKA

2.2. Polypovci

Rody MEDÚZKA, NEZMAR

3. PLOŠTĚNCI

3.1. Ploštěnky

Rod PLOŠTĚNKA

3.2. Motolice

Rod MOTOLICE

3.3. Tasemnice

Rod TASEMNICE

4. HLÍSTI

4.1. Hlístice

Rody HÁDÁTKO, ROUP, SVALOVEC, ŠKRKAVKA

5. MĚKKÝŠI

5.1. Plži

5.1.1. Plicnatí

Rody HLEMÝŽD, OKRUŽÁK, PÁSKOVKA, PLOVATKA, PLZÁK, SLIMÁK

5.1.2. Předožábří

Rody BAHENKA, OSTRANKA

5.2. Mlži

Rody PERLORODKA, SLÁVKA, ŠKEBLE, ÚSTŘICE, VELEVRUB

5.3. Hlavonožci

Rody CHOBOTNICE, KRAKATICE, LODĚNKA, SÉPIE

6. KROUŽKOVCI

6.1. Opaskovci

6.1.1. Máloštětinatci

Rody NITĚNKA, ŽÍŽALA

6.1.2. Pijavice

Rody CHOBOTNATKA, PIJÁVKA

6.2. Mnohoštětinatci

Rod NEREIDKA

7. ČLENOVCI

7.1. Klepítkatci – Pavoukovci

7.1.1. Pavouci

Rody BĚŽNÍK, KŘÍŽÁK, POKOUTNÍK, SKLÍPKAN, SLÍDÁK, SNOVAČKA, VODOUCH

7.1.2. Roztoči

Rody KLÍŠTĚ, ZÁKOŽKA

7.1.3. Sekáči

Rod SEKÁČ

7.1.4. Štíři

Rod ŠTÍR

7.1.5. Štírci

Rod ŠTÍREK

7.2. Žabernatí – Korýši

7.2.1. Buchanky

Rod BUCHANKA

7.2.2. Kapřivci

Rod KAPŘIVEC

7.2.3. Lupenonožci

Rod ŽÁBRONOŽKA

7.2.4. Perloočky

Rod HROTNATKA

7.2.5. Rakovci

Rody BERUŠKA, BLEŠIVEC, HUMR, KRAB, LANGUSTA, RAK, STÍNKA, SVINKA

7.3. VDUŠNICOVCI

7.3.1. Mnohonozky

Rod MNOHONOŽKA

7.3.2. Stonožky

Rod STONOŽKA

7.3.3. Chvostoskoci

Rod MÁKOVKA

7.3.4. HMYZ

7.3.4.1. Bezkrídlatí

Rod RYBENKA

7.3.4.2 Křídlatí

7.3.4.2.1. Jepice

Rod JEPICE

7.3.4.2.2. Vážky

Rody MOTÝLICE, ŠÍDLO, VÁŽKA

7.3.4.2.3. Pošvatky

Rod POŠVATKA

7.3.4.2.4. Švábi

Rody RUS, ŠVÁB

7.3.4.2.5. Škvoři

Rod ŠKVOR

7.3.4.2.6. Kudlanky

Rod KUDLANKA

7.3.4.2.7. Rovnokřídli

Rody CVRČEK, KRTONOŽKA, KOBYLKA, SARANČE

7.3.4.2.8. Vši

Rod VEŠ

7.3.4.2.9. Stejnokřídli

Rod MŠICE

7.3.4.2.10. Ploštice

Rody BRUSLAŘKA, KNĚŽICE, RUMĚNICE,
SPLEŠTULE, ŠTĚNICE, VODOMĚRKA,
ZNAKOPLAVKA

7.3.4.2.11. Sít'okřídli

Rody MRAVKOLEV, ZLATOČKA

7.3.4.2.12. Blanokřídli

Rody ČMELÁK, LUMEK, MRAVENEC, PILATKA,
SRŠEŇ, VČELA, VOSA

7.3.4.2.13. Brouci

Rody HROBAŘÍK, CHROBÁK, CHROUST, KOVAŘÍK,
KRASEC, MANDELINKA, POTÁPNIK, POTEMNÍK,
SLUNÉČKO, STŘEVLÍK, SVĚTLUŠKA, SVIŽNÍK,
TESAŘÍK, ZLATOHLÁVEK

7.3.4.2.14. Dvoukřídli

Rody KOMÁR, MASAŘKA, MOUCHA, OCTOMILKA,
OVÁD, PESTŘENKA, TIPLICE

7.3.4.2.15. Blechy

Rod BLECHA

7.3.4.2.16. Chrostíci

Rod CHROSTÍK

7.3.4.2.17. Motýli

Rody BABOČKA, BĚLÁSEK, OTAKÁREK

5.2. Ověření hypotézy

V kapitole Úvod – Motivace jsem zformoval hypotézu, kterou budu níže konfrontovat s mými výsledky. První část hypotézy tvrdí, že zejména ve výuce bezobratlých došlo k omezení využívání reálného materiálu, jako jsou biologické sbírky, živý materiál a čerstvě usmrcený materiál a tento materiál je nahrazován fotografiemi a jinými variantami. Tuto část hypotézy se mi podařilo potvrdit jen částečně. V dotazníkovém šetření jsem se dobral k výsledku, že 46,3 % učitelů pracuje s modelovými organismy velmi často a 42,6 % občas. 88,9 % učitelů tedy modelové organismy využívá relativně pravidelně. Při dotazu na formu prezentace těchto modelových organismů vyšlo najevo, že nejvíce učitelé využívají fotografie. Tuto část hypotézy, která říká, že učitelé stále více využívají fotografie na úkor využití reálného materiálu, se mi podařilo potvrdit. V dotazu na aktivní využívání reálných těl organismů 64,8 % učitelů odpovědělo, že při výuce bezobratlých organismů využívají reálná těla organismů velmi často. Při srovnání s výsledky dalších skupin můžu konstatovat, že právě u této skupiny využívají učitelé reálná těla organismů nejvíce. Část hypotézy, která říká, že učitelé nevyužívají reálný materiál, zejména při výuce zoologie – bezobratlých živočichů, se nepotvrdila.

Dále hypotéza uváděla, že hlavním důvodem opouštění od využívání reálného materiálu je nepřehlednost dostupných dokumentů k využívání tohoto materiálu, nutnost materiál najít a sesbírat a roli hraje také etické hledisko. Z výsledků dotazníku vyšlo najevo, že nejvíce respondentů vnímá jako překážku časovou náročnost obstarávání reálného materiálu do výuky. Tento výsledek odpovídá hypotéze. Pro 61,1 % představuje překážku etické hledisko využívání reálného materiálu ze strany žáků a pro 38,9 % ze strany učitelů. Také tato část výsledků odpovídá zformované hypotéze. Nedostupnost literatury vnímá jako překážku pouze 11,1 % respondentů a jen 9,3 % respondentů vnímá jako překážku nepřehlednost této literatury. Část hypotézy tvrdící, že důvodem opouštění od využívání reálného materiálu je nepřehlednost či nedostupnost literatury, se nepotvrdila.

5.3. Srovnání s literaturou

Srovnání mých výsledků s literaturou nemohu provést, jelikož se mi nepodařilo dohledat žádný výzkum zabývající se postojem učitelů a jejich vnímáním využívání didaktických typů a reálných těl bezobratlých živočichů ve výuce biologie. Řada diplomových či bakalářských prací se věnuje využívání bezobratlých organismů v různých stupních výuky. Např. *Využití živých bezobratlých živočichů v hodinách přírodopisu na 2. stupni*

ZŠ (Trotzmüllerová, 2020), *Bezobratlí živočichové ve výuce 1. stupně ZŠ* (Zachová, 2012), *Chov bezobratlých a jeho využití ve výuce přírodopisu na ZŠ* (Brodová, 2013) nebo *Chov bezobratlých živočichů a jeho použití ve výuce na školách* (Farionová, 2015). Žádná z těchto prací se však na postoje učitelů k tomuto tématu nezaměřuje.

6. Závěr

Při vypracovávání této práce se mně pomocí dotazníkového šetření podařilo ověřit hypotézu zformovanou v úvodu práce. Část hypotézy jsem díky výsledkům dotazníku potvrdil a část vyvrátil.

V rámci této práce jsem vytvořil jednoduchý a přehledný podpůrný dokument k práci s reálným biologickým materiálem.

Dále jsem zpracoval rešerši pěti středoškolských učebnic a dvou podpůrných materiálů a na základě zjištěných dat jsem vytvořil seznam všech uváděných zástupců bezobratlých živočichů. Soubor s kompletními daty je součástí elektronických příloh této práce. V rámci textu práce jsem v kapitole diskuze vybral rody bezobratlých živočichů, které jsou uváděny v největším množství ze zkoumaných materiálů.

V rámci práce jsem vytvořil také přehled základních odběrových metod bezobratlých živočichů. Věřím, že tento přehled usnadní práci učitelům, kteří se rozhodnou pro odběr bezobratlých živočichů pro účely výuky.

V práci jsem také uvedl charakteristiky vybraných skupin bezobratlých živočichů, u kterých jsem určil organismy vhodné jako didaktické typy a uvedl jsem tipy na možnosti jejich obstarání a využití ve výuce zoologie na gymnáziích.

Literatura a zdroje

ADÁMEK, Z., 2006. METODIKA ODBĚRU A ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ MAKROZOOBENTOSU STOJATÝCH VOD. online. In: . VÚV TGM. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_vod/\\$FILE/OOV-stojate_makrozoobentos-20061001.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_vod/$FILE/OOV-stojate_makrozoobentos-20061001.pdf). [cit. 2023-06-28].

ALTMANN, Antonín, 1975. *Metody a zásady ve výuce*. I. Praha 1: Státní pedagogické nakladatelství, n.p.

ALTMANN, Antonín a HORNÍK, František, 1985. *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie*. online. První. Praha 1: Státní pedagogické nakladatelství, n.p.,. Dostupné z: <https://www.digitalniknihovna.cz/mzk/view/uuid:f40c9a20-6d2b-11eb-9f97-005056827e51?page=uuid:1e794853-9e92-4996-a9ca-f387c41a2b33>. [cit. 2024-02-24].

ALTMANN, Antonín, 1974. *Úvod do didaktiky biologie*. online. I. Praha 1: Státní pedagogické nakladatelství, n.p. Dostupné z: <https://www.digitalniknihovna.cz/mzk/view/uuid:09496c60-0f1a-11e3-beb8-005056827e51?page=uuid:e9cc6910-51a8-11e3-8c6a-005056825209>. [cit. 2024-02-24].

AMCHA, Pavel, 2012. Umělá mraveniště – okna do mravenčího světa. online. *Živa*. roč. 2012, č. 6, s. 291-293. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/2012-6/umela-mraveniste-okna-do-mravenciho-sveta.html>. [cit. 2024-03-25].

BENEŠOVÁ, Marika, 2003. *Odmaturuj! z biologie*. Odmaturuj!. Brno: Didaktis. ISBN 80-862-8567-7.

BOGUSH, Petr; JEHLÍČKA, Jan; KOLÁŘ, Filip a MATĚJŮ, Jan, 2013. *Biologická olympiáda - Seznam přírodnin pro poznávačku: Kategorie A,B*. online. Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbát. Dostupné z: <https://drive.google.com/file/d/1twj3kWI4-2xXyOQaJORSvkCuEnm4jR87/view>. [cit. 2024-06-24].

BRODOVÁ, Martina, 2013. *Chov bezobratlých a jeho využití ve výuce přírodopisu na ZŠ*. Bakalářská práce, vedoucí Milada BOČÁKOVÁ. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

DRAHOTUŠSKÝ, Zdeněk, 2000. *Akvaristika: záliba a poznání : teorie a praxe pro amatéry i profesionály*. Jak na to (Jota). Brno: Jota. ISBN 80-721-7124-0.

EDUIN, 2021. *Hospodářské noviny: Škrty v učivu bolí, ale podle expertů jsou třeba*. online. In: EDUin. Dostupné z: <https://www.eduin.cz/clanky/hospodarske-noviny-skrty-v-ucivu-boli-ale-podle-expertu-jsou-treba/>. [cit. 2024-02-23].

ESPADA, Christina; CUMMINS, Hannah; GONZALES, Jon A; NOTTO, Leo; GAFF, Holly D et al., 2021. A Comparison of Tick Collection Materials and Methods in Southeastern Virginia. online. *Journal of Medical Entomology*. roč. 58, č. 2, s. 692-698. ISSN 0022-2585. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa207>. [cit. 2024-05-24].

FARIONOVÁ, Jana, 2015. *Chov bezobratlých živočichů a jeho použití ve výuce na školách*. Bakalářská práce, vedoucí Lubomír HANEL. Praha: Univerzita Karlova.

FRÍŠHONS, Jan; KOČÍ, Tomáš a VIŠŇÁK, Pavel, 2018. Zoologické preparáty pro výuku přírodovědy, přírodopisu a biologie: II. Dermoplastické preparáty a jiné. online. *Živa*. roč. 2018, č. 4, s. -. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zoologicke-preparaty-pro-vyuku-prirodovedy-prirodo-1.pdf>. [cit. 2024-04-26].

FRIŠHONS, Jan; KRAJSA, Jan a KOČÍ, Tomáš, 2017. Zoologické preparáty pro výuku přírodovědy, přírodopisu a biologie 1: Tekutinové preparáty. online. *Živa*. roč. 2017, č. 4, s. -. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zoologicke-preparaty-pro-vyuku-prirodovedy-prirodo.pdf>. [cit. 2024-07-05].

GERECKE, Reinhard; MAIOLINI, Bruno a CANTONATI, Marco, 2007. COLLECTING MEIOAND MACROZOOBENTHOS IN SPRINGS. online. In: *The spring habitat: biota and sampling methods*. Museo Tridentino di Scienze Naturali, s. 265 - 274. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/236132643_Collecting_meio-_and_macrozoobenthos_in_springs. [cit. 2024-06-14].

HANČOVÁ, Hana a VLKOVÁ, Marie, 1998. *Biologie v kostce*. V kostce (Fragment). Havlíčkův Brod: Fragment. ISBN 80-720-0111-6.

HANČOVÁ, Hana a VLKOVÁ, Marie, 2008. *Biologie v kostce: pro střední školy : [obecná biologie, botanika, zoologie, biologie člověka, genetika, ekologie]*. Maturita v kostce. Praha: Fragment. ISBN 978-80-253-0606-2.

HANČOVÁ, Hana a VLKOVÁ, Marie, 2008. *Odmaturuj! Z biologie: pro střední školy : [obecná biologie, botanika, zoologie, biologie člověka, genetika, ekologie]*. Maturita v kostce. Praha: Fragment. ISBN 978-80-253-0606-2.

HANEL, Lubomír, 2004. *Akvaristika: biologie a chov vodních živočichů*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0744-1.

HANEL, Lubomír, 2017. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve Školním akváriu (I. pohyb živočichů). online. *Biologie. Chemie. Zeměpis*. roč. 26, č. 4, s. 38-51. ISSN 2533-7556. Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/25337556.2017.4.4>. [cit. 2024-03-20].

HOLEC, Jakub, 2020. Přírodověda, přírodopis a biologie v RVP – na co se zaměřit v budoucích revizích?. online. *Biologie. Chemie. Zeměpis*. roč. 29, č. 2, s. 27-38. ISSN 2533-7556. Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/25337556.2020.2.3>. [cit. 2024-02-25].

CHROBÁKOVÁ, Monika; KADLECOVÁ, Kateřina; PULEC, Jan; HEŘMAN, Karel; STESKA, Hynek et al., 2021. METODICKÁ PŘÍRUČKA PŘÍRODOVĚDNÉ VZDĚLÁVÁNÍ. online. *Systém podpory profesního rozvoje učitelů a ředitelů*. s. 22-24. Dostupné z: https://prirodovedne-vzdelavani.projektsypo.cz/wp-content/uploads/2022/02/4.1.6.1.5-Metodicka-prirucka-Prirodovedne-vzdelavani_textova-cast_30012022.pdf. [cit. 2024-02-24].

JELÍNEK, Jan a ZICHÁČEK, Vladimír, 2004. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 7., aktualiz. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 80-718-2177-2.

JUST, Pavel, 2021. *Ze života pavouků, díl 5. - třesavky*. online. In: Přírodovědci.cz. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/aktuality/ze-zivota-pavouku-dil-5-tresavky>. [cit. 2024-07-07].

KELLNEROVÁ, Dana, 2013. *Chov zvířat ve školách*. online. Metodický materiál pro učitele. Brno: Lipka - školské zařízení pro environmentální vzdělávání. ISBN 978-80-87604-57-1. Dostupné z: <https://www.lipka.cz/soubory/Zvirata.pdf>. [cit. 2024-07-05].

KOKEŠ, J. a NEMEJCOVÁ, D., 2006. *Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou PERLA*. VÚV TGM. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV-tek_makrozoobentos_brodive-20060701.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-tek_makrozoobentos_brodive-20060701.pdf).

KOLIBÁČ, Jiří; HUDEC, Karel; LAŠTŮVKA, Zdeněk a PEŇÁZ, Milan, 2019. *Příroda České republiky: průvodce faunou*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-2993-5.

KOMENSKÝ, Jan Amos, 1948. *Didaktika velká*. online. I. Brno: Komenium. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:3d7b4e40-bd97-11e4-b2e2-005056827e52?page=uuid:c3d03eb0-c27e-11e4-854f-5ef3fc9ae867>. [cit. 2024-02-24].

KUNDRATA, Robin, 2012. *Entomologie: Metody sběru hmyzu*. online. In: . Dostupné z: <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=download&did=196867&kod=OPBB2B111A>. [cit. 2024-07-13].

KUNST, Miroslav; LANDA, Vladimír; OLIVA, Ota; SKUHRAVÝ, Václav a VESELOVSKÝ, Zdeněk, 1954. *Zoologické praktikum*. Praha: Nakladatelství ČSAV.

MACHÁČKOVÁ, Petra; DOBRORUKOVÁ, Jana; HAŠLER, Petr a VINTER, Vladimír, 2015. *Náměty k mimoškolní činnosti: Biologie*. 1. vydání. Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc. ISBN 978-80-244-4746-9.

MASLOWSKI, Oton, 1990. *Didaktika biologie*. online. I. Olomouc: Rektorát Univerzity Palackého v Olomouci. Dostupné z: <https://www.digitalniknihovna.cz/mzk/view/uuid:ed3a4460-bd23-11e2-b6da-005056827e52?page=uuid:ed47ef50-c8b0-11e2-9592-5ef3fc9bb22f>. [cit. 2024-02-24].

MAZÁČ, David, 2014. *Lov půdního hmyzu zemními pastmi*. online. In: Entosphinx.cz. Dostupné z: https://www.entosphinx.cz/cs/aktuality/detail/4_3-dil-serialu-o-sberu-hmyzu. [cit. 2024-07-24].

MAZÁČ, David, 2014. *Lov nočního hmyzu*. online. In: Entosphinx.cz. Dostupné z: https://www.entosphinx.cz/cs/aktuality/detail/7_7-dil-serialu-o-sberu-hmyzu. [cit. 2024-07-24].

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY ČESKÉ REPUBLIKY, 2021. *RVP G* - Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia*. online. In: Edu.cz. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>. [cit. 2024-02-24].

MOJŽÍŠEK, Lubomír, 1988. *Vyučovací metody*. online. 3. upravené vydání. Praha 1: Státní pedagogické nakladatelství. n.p.,. Dostupné z: <https://www.digitalniknihovna.cz/mzk/view/uuid:73aca220-f38b-11e4-a6e2-005056827e51?page=uuid:20af46a9-d4c7-4b2a-b8ee-b7864c9eada5>. [cit. 2024-02-24].

MOUREK, Jan a LIŠKOVÁ, Eva, 2010. *Biologické sbírky - metody sběru, preparace a uchovávání: příručka k projektu Alma Mater Studiorum*. online. Praha: UK v Praze, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-450-1. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/ped/jaro2021/BIp034/09_Mourek_Alma_mater_sbirky.pdf. [cit. 2024-05-22].

NOVÁKOVÁ, Hana; MÜLLER, Lukáš; SOUČKOVÁ, Jitka; VRBAS, Marcel a RITTER, Jindřich, 2015. *Rok mladého přírodovědce*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4748-3.

PAPÁČEK, Miroslav; MATĚNOVÁ, Vlasta; MATĚNA, Josef a SOLDÁN, Tomáš, 2012. *Zoologie*. Scientia. ISBN 978-80-7183-203-4.

PAVLASOVÁ, Lenka, 2014. *Přehled didaktiky biologie*. online. I. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-643-7. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/301495153_Prehled_didaktiky_biologie. [cit. 2024-02-24].

ROSYPAL, Stanislav, 2003. *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia. ISBN 80-718-3268-5.

SMRŽ, Jaroslav; HORÁČEK, Ivan a ŠVÁTORA, Miroslav, 2004. *Biologie živočichů pro gymnázia*. Praha: Fortuna. ISBN 80-716-8909-2.

SUCHOMEL, Josef, 2007. *Metody odchyty a odběru živočichů*. online. In: MENDELOVA UNIVERZITA. Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství: Výuka. Dostupné z: https://uzrhv.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uzrhv/zoo/zoo_vyukove_materialy/ekologie/ekol_cv05.pdf. [cit. 2024-07-15].

ŠÍMA, Petr, 2022. *Biologie pro 1. ročník gymnázií*. Neprodejný výtisk. EDUKO.

ŠÍMA, Petr, 2023. *Biologie: pro 2. ročník gymnázií*. Praha: Eduko. ISBN 978-80-88473-17-6.

ŠÍMA, Petr, 2023. *Biologie v souvislostech: pro gymnázia*. Praha: Eduko. ISBN 978-80-88473-13-8.

TROTZMÜLLEROVÁ, Anděla, 2020. *Využití živých bezobratlých živočichů v hodinách přírodopisu na 2. stupni ZŠ*. Diplomová práce, vedoucí Robert VLK. Brno: Masarykova Univerzita v Brně.

VINTER, Vladimír a KRÁLÍČEK, Ivo, 2016. *Začínající učitel biologie*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5021-6.

VODOVÁ, Libuše, 2016a. *Didaktika přírodopisu 2: Úvodní informace*. online. In: Is.muni.cz. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/ped/jaro2016/Bi2MP_DPP2/um/Uvodni_informace_2016.pdf. [cit. 2024-02-24].

VODOVÁ, Libuše, 2016b. *Didaktika přírodopisu 2: Prostředky výuky přírodopisu*. online. In: Is.muni.cz. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/ped/jaro2016/Bi2MP_DPP2/um/Pr_3_prostredky_vyuky_prirodopisu_2016.pdf. [cit. 2024-02-24].

ZACHOVÁ, Hana, 2012. *Bezobratlí živočichové ve výuce 1. stupně ZŠ*. Diplomová práce, vedoucí Aleš MÁCHAL. Brno: Masarykova Univerzita v Brně.

Přílohy

Fotografie



Obr. 1 Korály donesené studenty do hodiny, autor: Jan Voltemar



Obr. 2 Nitěnka, autor: Jan Voltemar



Obr. 3 Přísavka hltanovky, autor: Jan Voltemar



Obr. 4 Pijavka koňská, autor: Jan Voltemar



Obr. 5 Hltanovka bahenní, autor: Jan Voltemar



Obr. 6 Slimák největší, autor: Jan Voltemar



Obr. 7 Plevelní plži z akvaristiky, autor: Jan Voltemar



Obr. 8 Slávička mnohotvárná, autor: Jan Voltemar



Obr. 9 Srdcovka jedlá, autor: Jan Voltemar



Obr. 10 Hřebenatka, autor: Jan Voltemar



Obr. 11 Typická kresba na abdomen křížáka obecného, autor: Jan Voltemar



Obr. 12 Klíště obecné, autor: Jan Voltemar



Obr. 13 Štírek, autor: Jan Voltemar



Obr. 14 Mnohonožka, autor: Jan Voltemar



Obr. 15 Stonožka škvorová, autor: Jan Voltemar



Obr. 16 Blešivec Gammarus, autor: Jan Voltemar



Obr. 17 Blešivec Rivulogammarus, autor: Jan Voltemar



Obr. 18 Sušený blešivec ze zverimexu, autor: Jan Voltemar



Obr. 19 Beruška vodní, autor: Jan Voltemar



Obr. 20 Lapací maska, autor: Jan Voltemar



Obr. 21 Trnité končetiny švába, autor: Jan Voltemar



Obr. 22 Exotický šváb ze zverimexu, autor: Jan Voltemar



Obr. 23 Cvrček polní, autor: Jan Voltemar



Obr. 24 Saranče stěhovavá, autor: Jan Voltemar



Obr. 25 Krtonožka, autor: Jan Voltemar



Obr. 26 Končetina krtonožky adaptovaná k hrabání, autor: Jan Voltemar



Obr. 27 Sosák z břišní strany kněžice, autor: Jan Voltemar



Obr. 28 Polokrovky kněžice, autor: Jan Voltemar



Obr. 29 Klešťanka, autor: Jan Voltemar



Obr. 30 Jehlanka, autor: Jan Voltemar



Obr. 31 Vroubenka americká, autor: Jan Voltemar



Obr. 32 Bruslařka, autor: Jan Voltemar



Obr. 33 Krovky slunéčka, autor: Jan Voltemar



Obr. 34 Larvy potemníka moučného - Larvičky z pánvičky, autor: Jan Voltemar



Obr. 35 Zlatohlávek, autor: Jan Voltemar



Obr. 36 Chroust, autor: Jan Voltemar



Obr. 37 Chrobák, autor: Jan Voltemar



Obr. 38 Zophobas, autor: Jan Voltemar



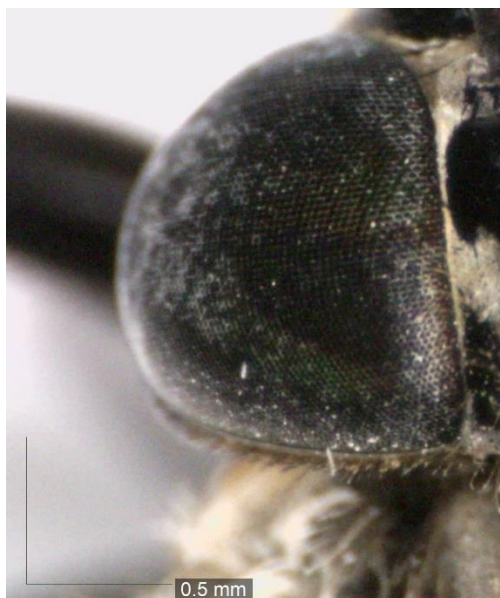
Obr. 39 Křídlo blanokřídých, autor: Jan Voltemar



Obr. 40 Bezhohá larva dvoukřídých - kostní červ, autor: Jan Voltemar



Obr. 41 Bzikavka slepoočka, autor: Jan Voltemar



Obr. 42 Složené oko bzikavky, autor: Jan Voltemar



Obr. 43 Proměna dokonalá u dvoukřídlých - jednotlivá vývojová stádia, autor: Jan Voltemar