

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**ŽAHAVCI VE VÝUCE BIOLOGIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE**  
DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Bc. Eva Chodorová**  
*Učitelství biologie a geografie pro střední školy*

Vedoucí práce: Mgr. Petra Vágnerová

**Plzeň 2022**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně  
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 29. června 2022

.....  
vlastnoruční podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Petře Vágnerové za vedení práce, cenné rady, trpělivost, ochotu a vstřícný přístup při jejím zpracování. Ráda bych též poděkovala svým rodičům, příteli a přátelům, kteří při mně stáli a podporovali mě po celou dobu studia, i v nejtěžších chvílích. Mé díky patří také žákům, kteří věnovali svůj volný čas vyplnění dotazníku a umožnili tak vznik této práce.

## OBSAH

Úvod .....	6
1 ŽAHAVCI .....	7
1.1 STAVBA TĚLA.....	7
1.1.1 STAVBA STĚNY .....	7
1.1.2 ŽAHAVÉ BUŇKY .....	8
1.2 VNITŘNÍ SOUSTAVY .....	9
1.2.1 TRÁVICÍ SOUSTAVA .....	9
1.2.2 NERVOVÁ SOUSTAVA .....	10
1.3 ROZMNOŽOVÁNÍ .....	11
1.4 VÝZNAM .....	12
1.5 SYSTÉM A ZÁSTUPCI.....	12
1.5.1 TŘÍDA: KORÁLNATCI .....	14
1.5.2 TŘÍDA: POLYPOVCI .....	14
1.5.3 TŘÍDA: MEDÚZOVCI.....	15
1.5.4 TŘÍDA: ČTYŘHRANKY.....	16
2 ŽAHAVCI V UČEBNÍCH BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA .....	17
2.1 POROVNÁNÍ UČEBNIC PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLY A GYMNÁZIA.....	17
2.1.1 ILUSTRACE .....	17
2.1.2 ZÁSTUPCI.....	18
2.1.3 POJMY .....	19
2.2 ZOOLOGIE – MIROSLAV PAPÁČEK.....	20
2.3 BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA – JAN JELÍNEK, VLADIMÍR ZICHÁČEK .....	21
2.4 BIOLOGIE ŽIVOČICHŮ – JAROSLAV SMRŽ .....	21
3 METODIKA .....	23
3.1 VÝZKUM KONCEPTŮ ZA VYUŽITÍ DOTAZNÍKU.....	23
3.1.1 CÍL DOTAZNÍKU .....	23
3.1.2 STRUKTURA DOTAZNÍKU .....	23
3.1.3 DISTRIBUCE DOTAZNÍKU .....	23
3.1.4 HODNOCENÍ DIDAKTICKÉHO TESTU .....	24
3.2 NÁVRH VYUČOVACÍ JEDNOTKY.....	24
3.2.1 CÍLE VÝUKY.....	25
3.2.2 NAVRŽENÉ METODY VÝUKY .....	26
4 VÝSLEDKY VÝZKUMU KONCEPTŮ .....	31
4.1 OBECNÉ OTÁZKY .....	31
4.2 ZPŮSOB VÝUKY .....	32
4.2.1 METODY VÝUKY V TÉMATU ŽAHAVCI .....	32
4.2.2 DRUH UČEBNICE.....	32
4.2.3 AKTIVNÍ VYUŽITÍ UČEBNICE PŘI VÝUCE .....	33
4.2.4 ATRAKTIVITA UČEBNICE A DOPORUČENÍ PRO ZLEPŠENÍ .....	33
4.2.5 ZPŮSOB PŘEDSTAVENÍ ZÁSTUPCŮ ŽAHAVCŮ .....	34
4.2.6 LABORATORNÍ CVIČENÍ NA TÉMA ŽAHAVCI .....	35
4.2.7 DALŠÍ LABORATORNÍ CVIČENÍ.....	35
4.2.8 ATRAKTIVITA ŽAHAVCŮ .....	35
4.2.9 ATRAKTIVITA ZPŮSOBU VÝUKY .....	36
4.3 VĚDOMOSTNÍ ČÁST .....	36
4.3.1 BODOVÉ HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH OTÁZEK .....	36

---

4.3.2	CELKOVÉ BODOVÉ HODNOCENÍ .....	39
5	NÁVRH VYUČOVACÍ JEDNOTKY .....	40
5.1	ZAŘAZENÍ TÉMATU DO KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ.....	40
5.1.1	RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM .....	40
5.1.2	ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM .....	41
5.2	DŮLEŽITÉ POJMY.....	42
5.3	NÁVRHY METOD PRO VYUČOVACÍ JEDNOTKY .....	43
5.3.1	POJMOVÉ PEXESO .....	43
5.3.2	POLYP VS. MEDÚZA .....	45
5.3.3	OBRANA A ÚTOK .....	45
5.3.4	TAJEMSTVÍ TĚLA .....	46
5.3.5	PŘÍBĚH O ZROZENÍ MEDÚZY.....	47
5.3.6	ŽIVOT ŽAHAVCŮ .....	49
5.3.7	RODOKMEN ŽAHAVCŮ.....	50
5.3.8	MEDÚZIN ZVONEC A TÉMATU JE KONEC .....	52
6	DISKUZE.....	53
	ZÁVĚR.....	57
	SHRNUTÍ .....	58
	RESUMÉ .....	59
	SEZNAM LITERATURY .....	60
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....	63
	PŘÍLOHA 1.....	I

## Úvod

Řádná příprava je základem každé dobré výuky. S dobrou přípravou na výuku se váže nejen znalost učiva, které má vyučující žákům předat, ale též orientace ve výukových prostředcích. Dnešní moderní doba a stále větší vliv informačních technologií mění celou společnost a s ní i školní prostředí. Pro moderní výukové metody není přípustné, aby žáci pouze seděli v lavicích a informace jim byly předávány prostým výkladem. Moderní výukové metody využívají celou škálu možností, jak žáky do výuky aktivně zapojit, aby se na výuku těšili a informace, které se dozvědí, jim utkvěly v paměti nejen na dobu nezbytně nutnou pro získání dobré známky.

Tato diplomová práce se zabývá přípravou výuky tematického celku Žahavci pro střední školy, primárně pro gymnázia. Prvním cílem práce je zpracování teoretických znalostí o žahavcích. Je provedena rešerše literatury, při níž jsou využity nejen české knihy a vysokoškolské učebnice, ale je též doplněna o zajímavé informace ze zahraničních zdrojů.

Druhým cílem je porovnání učebnic pro základní a střední školy z hlediska daného tematického celku. Pro snadné vzájemné porovnání jsou vybrány komponenty učebnic, které jsou sledovány. Jedná se o počet ilustrací, uvedených zástupců a použitých pojmů.

Základem třetího cíle je provedení výzkumu konceptů žáků o žahavcích. K tomu je využit dotazník spojený s didaktickým testem, který byl distribuován mezi žáky gymnázií. Dotazník se zaměřuje na organizaci výuky nejen tematického celku žahavci, didaktický test pak zkoumá samotné koncepty žáků.

Posledním cílem je návrh vlastní vyučovací jednotky a didaktických materiálů. Na základě výsledků výzkumu jsou navrženy aktivity, které by měly pomoci žákům v kritických místech učiva.

## 1 ŽAHAVCI

Žahavci, latinsky *Cnidaria*, patří mezi živočichy skupiny *Diblastica*. Tato skupina se vyznačuje tím, že mají živočichové dva zárodečné listy. Mezi žahavce patří nezmaři, medúzy, sasanky či koráli. Tito radiálně souměrní živočichové jsou velcí od několika milimetrů až po několik metrů (v případě kolonií klidně až několik desítek metrů). Kmen zahrnuje přes 9 000 dosud objevených zástupců (Technau & Steele, 2011), někteří autoři uvádějí až 10 000 známých druhů (Sedlák, 2006).

### 1.1 STAVBA TĚLA

U žahavců existují dva tělní typy/životní formy, která souvisí se způsobem jejich života. V životě žahavce se může vyskytovat stádium pouze jednoho tělního typu či obou. Těmito životními formami jsou přisedlý polyp a volně pohyblivá medúza.

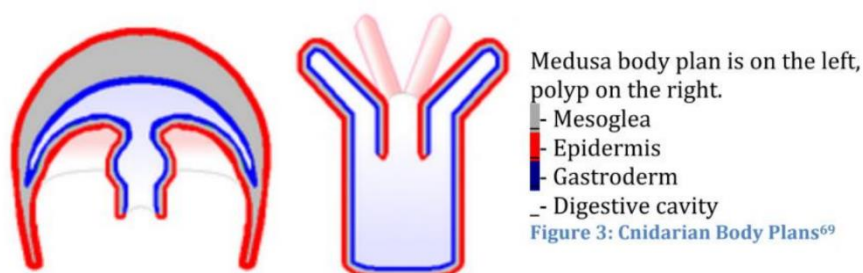
**Polyp** je formou přisedlou nožním terčem k podkladu, kdy protilehlý je ústní terč obklopen rameny s již zmíněnými žahavými buňkami (Rosypal, 2003). Ústní terč je ústním a vyvrhovacím otvorem zároveň. Polyp žije soliterně nebo v koloniích, množí se pučením a jeho mezoglea je vyvinuta pouze slabě (Sedlák, 2006).

**Medúza** je pohyblivou formou, která se během životního cyklu vyvíjí z polypa. Medúza má na rozdíl od polypa silně vyvinutou mezogleu (Sedlák, 2006). Pokud bychom měli popsat stavbu těla medúzy, jedná se o plochý zvon či klobouk, odborným názvem umbrella (Smrž, 2013). Ve vývoji dochází k „otočení“, medúza má poté ústní otvor i ramena směřující směrem dolů. V porovnání s polypem – část odpovídající nožnímu terči polypa tvoří horní, konvexní část zvanou exumbrella a ústní terč s rameny tvoří spodní, konkávní část zvonu, subumbrellu (Pravda, 1971).

#### 1.1.1 STAVBA STĚNY

Jedná se o vodní, převážně mořské živočichy, jejichž tělní organizace představuje úroveň gastruly. Tělo tvoří dvě buněčné vrstvy – **ektoderm** a **entoderm**. Mezi těmito vrstvami nalezneme **mezogleu** – „gelovitou“ nebuněčnou výplň (Smrž, 2013). Na obr. 1 lze pozorovat průřez těla polypa a medúzy, kde je možné vidět umístění jednotlivých vrstev. Svrchu je kryto tělo jednovrstevnou pokožkou, původem ektodermální (Rosypal, 2003). Tělo lze popsat také jako sestávající se z vrstvy vnitřní neboli **gastrodermis** a vnější **epidermis**, přičemž mezi nimi se nachází právě již zmíněná mezoglea (Theriault, 2017). Pro

žahavce je charakteristický výskyt několika typů buněk, které epidermis tvoří, přičemž jeden typ buněk je jedinečný pouze pro žahavce. Jedná se o buňky žahavé, podle nichž získal kmen své jméno (viz kap. 1.1.2). Dalšími buňkami jsou buňky epiteliálně-svalové, žláznaté, smyslové a nervové. Speciálním typem jsou též buňky intersticiální, které jsou multipotentními kmenovými buňkami a dávají vznik všem předchozím typům (Technau & Steele, 2011).



Obr. 1: Průřez těla polypa a medúzy (převzato z: Theriault 2017, str. 36)

### 1.1.2 ŽAHAVÉ BUŇKY

**Žahavé buňky** (cnidocity, obsahují nematocysty) jsou speciální dermální buňky, které se nacházejí na ramenech žahavců. Tyto buňky obsahují stočené vlákno s jedovou žlázou, jíž mohou kořist obmotat nebo otrávit (Rosypal, 2003). Jed těchto buněk (neurotoxin) patří mezi velmi silné jedy (Rosypal, 2003). Spouštěčem celého tohoto systému je cnidocil, který se nachází na povrchu těla či rameni žahavce (Smrž, 2013). Po kontaktu cizího předmětu s cnidocilem dochází k otevření víčka (operculum) a vystřelení vlákna (Sedlák, 2006). Aby byl výsledek co nejúčinnější (obsah jedné buňky dokáže ochromit jen velmi malé organismy) sdružují se buňky do skupiny, tzv. žahavých baterií (Smrž, 2013). Pak funguje princip nahromadění více jedu na jednom místě a jde tedy o prostou kvantitu. Toto je obecně známý popis, nicméně někteří autoři uvádějí více druhů žahavých buněk.

Čeští autoři Pravda (1971), Sedlák (2006) a Smrž (2013) uvádějí 3 typy nematocytů. Prvním typem jsou penetranty. Jedná se o typ buněk popsaných výše, kdy harpunovité zařízení proniká stěnou těla kořisti a dutým vláknem vtéká do živočicha jedová tekutina. Druhým typem jsou volventy, menší buňky, které slouží pouze k zachycení kořisti, jejímu omotání a znesnadnění jejího pohybu. Třetí typ jsou glutinanty, které vystřelují lepivá vlákna. Dle Sedláka (2006) fungují v tomto pořadí: volventy, glutinanty, penetranty.



Někteří zahraniční autoři mají jiný pohled. Fish & Fish (2011) dělí žahavé buňky na dvě skupiny, podle toho, zda fungují jejich vlákna na principu proniknout do kořisti a vstříknout toxin, pak se jedná o nematocysty, nebo je vlákno „pouze“ lepidivé, v tomto případě je nenazývají nematocysty ale spirocysty. Toto rozdělení podporuje též Theriault (2017), který charakterizuje žahavé buňky jako speciální buňky, které vystřelují „malé harpuny“ za účelem vpravení toxinu do těla kořisti nebo k zachycení či obalení malých objektů.

Santhanam (2020) ve své publikaci uvádí, že každý rok dochází ke stovkám úmrtí v důsledku otravy jedem žahavce, zranění pak počítá v milionech. Odhaduje se, že např. na východním pobřeží USA dochází každoročně až k půl milionu žahnutí mechýřovky portugalské (*Physalia physalis*), na 20 000 žahnutí pak na pobřeží jižní Afriky či Austrálie. Jako nejnebezpečnější žahavec je uváděna čtyřhranka Fleckerova (*Chironex fleckeri*) – podrobněji viz kap. 1.5.4.

## 1.2 VNITŘNÍ SOUSTAVY

Stejně jako u všech skupin živočichů i u žahavců se vyskytují speciální vnitřní soustavy. Jak zjistila Chodorová (2020), již v učebnicích pro základní školy se vyskytuje podrobný popis dvou orgánových soustav, konkrétně soustavy trávicí a nervové. Tyto dvě soustavy jsou u žahavců odlišné, typické právě pro tuto skupinu. A právě tyto dvě soustavy budou podrobněji rozebrány níže.

### 1.2.1 TRÁVICÍ SOUSTAVA

Žahavci mají pouze jediný otvor, který slouží jako přijímací i vyvrhovací. Je tedy využíván k přijímání potravy a zároveň k vyvrhování nestrávených zbytků a metabolitů (Rosypal, 2003). Otvor se nachází mezi rameny. U polypa je v opozici k nožnímu terči na tzv. ústním terči a u medúz na spodní (konkávní) straně. Ústní otvor medúz se navíc nachází na trubicovitém **manubriu** (Sedlák, 2006). Žahavci tudíž nedisponují trávicí trubicí nýbrž **trávicí dutinou** neboli **láčkou**. Trávení žahavců probíhá většinou extracelulárně, u větších žahavců v kombinaci s intracelulárním trávením (Smrž, 2013). Mnoho druhů je masožravých – používají své žahavé buňky k lovu a ramena k posunu potravy směrem k ústnímu otvoru (Theriault, 2017). Jiným způsobem obživy disponují například někteří korálnatci, kteří žijí v symbióze s řasami. Řasy zajišťují korálnatcům nejen produkty

fotosyntézy, ale pomáhají jim také s fixací uhličitanu vápenatého potřebného pro tvorbu jejich kostry (Theriat, 2017).

Uvnitř láčky je jednovrstevný, již výše uvedený, entoderm či gastrodermis, který obsahuje žláznaté a trávící buňky (Sedlák, 2006). **Žláznaté buňky** tvoří trávící fermenty, které jsou vylučovány do láčky a napomáhají extracelulárnímu trávení, **buňky trávící** fagocytující natrávené částičky potravy, které zajišťují intracelulární trávení (Sedlák, 2006).

Nejjednodušším typem trávící láčky je prostý vak (Smrž, 2013). Medúzy disponují tzv. **gastrovaskulární soustavou**. Pravda (1971) tuto soustavu popisuje jako trávící dutinu, z níž do stran vybíhá soustava radiálních kanálků spojených okružním kanálkem po obvodu klobouku. Tento typ soustavy zajišťuje nejen trávení potravy a rozvod živin po těle, ale je také spojnicí mezi trávící a cévní soustavou.

### 1.2.2 NERVOVÁ SOUSTAVA

Nervová soustava je tvořena hustou sítí vzájemně propojených buněk bez uzlin, jež se nazývá **rozptýlená**, odborně **difúzní** (Rosypal, 2003). Absenci ganglií či jiné centrální části podporuje též Smrž (2013) a Theriat (2017), nicméně Sedlák (2006) připouští náznaky koncentrace buněk v ganglia či prstence. Pravda (1971) uvádí přítomnost nervových pruhů, ve kterých se soustřeďují nervové buňky u některých zástupců. Nervové buňky vznikly přeměnou entodermálních a ektodermálních buněk a nacházejí se těsně při mezoglei (Pravda, 1971).

Tato rozptýlená nervová soustava žahavcům postačuje, jelikož přijímají podněty ze všech stran (nemají předozadně orientované tělo) a buňky jsou schopny přijímat podněty oboustranně (Smrž, 2013).

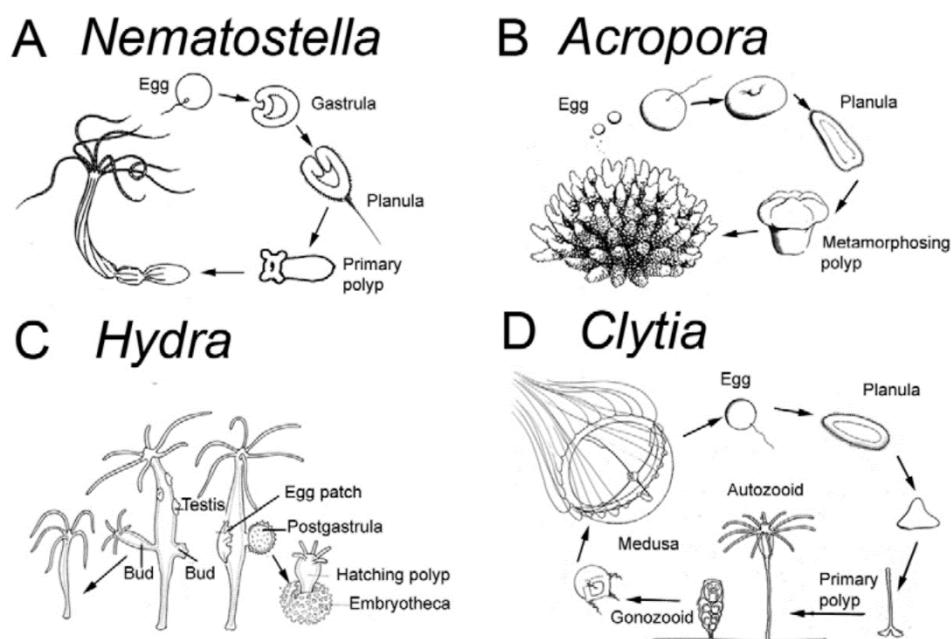
S nervovou soustavou souvisí též jednoduché smyslové orgány vyvinuté u žahavců. Smysly se omezují u přisedlých polypů na chemický a mechanický princip, zatímco pohyblivé medúzy mají již jednoduché optické a statokinetické smysly (Smrž, 2013). Tyto smyslové orgány pravidelně rozmístěné po obvodu zvonce medúz se nazývají **rhopalía** (Sedlák, 2006). Právě výskyt těchto světločivných a statokinetických orgánů vysvětluje přítomnost náznaků ganglií či nervové pruhy uváděné výše (Rosypal, 2003).

### 1.3 ROZMNOŽOVÁNÍ

Žahavci se mohou rozmnožovat pohlavním i nepohlavním způsobem. Nepohlavní způsob představuje **pučení**, kdy dochází ke vzniku nového jedince, který se může, ale nemusí oddělit od mateřského jedince (Smrž, 2013). Tento způsob rozmnožování je typický např. pro nezmory či korálnatce (Rosypal, 2003). V případě neoddělení jedince při pučení dochází k tvorbě kolonií (Smrž, 2013). Druhou cestou je **pohlavní rozmnožování**, typické např. pro medúzy (Rosypal, 2003) nebo hydromedúzy, zástupce polypovců (Sedlák, 2006). Může docházet i ke střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování, pak hovoříme o **metagenezi** (Sedlák, 2006).

Typickým a jedinečným způsobem rozmnožování medúzovců je metageneze. V životním cyklu medúzovců dochází k pravidelnému střídání stádií polypa a medúzy (Sedlák, 2006). Při existenci tohoto střídání funguje polyp pouze jako nepohlavní fáze, vytvářející další jedince pučením, medúza pak představuje fázi pohlavní a produkuje gamety (Smrž, 2013). Sedlák (2006) popisuje tento cyklus následovně: na začátku všeho je oplozené vajíčko, z něhož vzniká plovoucí larva **planula**. Po přichycení planuly k podkladu se vytváří polyp, který se postupně zaškrcuje – dochází ke **strobilaci**. Strobilací se na apikálním konci oddělují plovoucí **ephyry**, které již tvoří základy budoucích orgánů medúzy, do které postupně dorůstají.

Uvedené možnosti rozmnožování jsou obecně uváděnými procesy, které se však liší u jednotlivých zástupců. Některé konkrétní příklady rozmnožování žahavců je možné vidět na obr. 2.



Obr. 2: Rozmnožování vybraných zástupců (převzato z: Technau & Steele 2011, str.1449)

#### 1.4 VÝZNAM

Význam žahavců sahá hluboko do minulosti. Význam měli hlavně koráli ve starších geologických dobách, kdy se podíleli na vzniku zemské kůry (Pravda, 1971). Pravda (1971) uvádí, že žahavci nemají hospodářský význam. Toto vyvrací Theriault (2017), který ve své publikaci uvádí několik možností využití pro člověka (potrava nebo v medicíně). Jako příklad využití lze uvést konzumaci ve východoasijských kulturách, korálové dekorace, využití korálů pro léčbu krystaly v tibetské nebo čínské medicíně či homeopatii. O využití žahavců jako potravy v asijských zemích píše též Santhanam (2020). Mezi jedlé druhy zařazuje mimo jiné též známou talířovku ušatou (*Aurelia aurita*). Uvádí, že odsolené a připravené medúzy mají nízký obsah kalorií a neobsahují téměř žádný tuk. Medúzy jsou dehydrovány pro uskladnění a před jejich konzumací je potřeba je znovu rehydratovat. Kromě potravy uvádí rovněž využití v léčbě onemocnění. Potenciál spatřuje v bioaktivních sloučeninách s protirakovinovými a antioxidačními účinky (Santhanam, 2020).

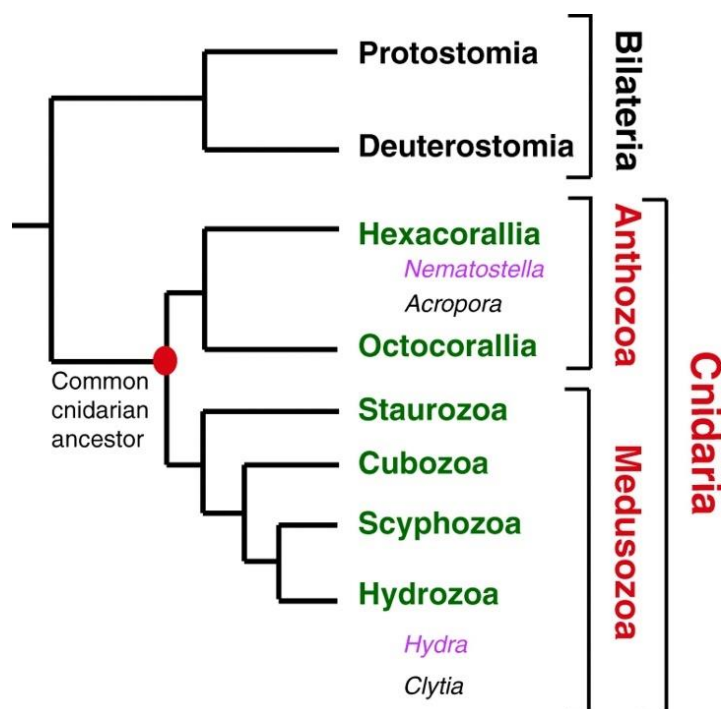
#### 1.5 SYSTÉM A ZÁSTUPCI

Původ a evoluce těchto organismů je dosti nejasná. Podle Smrže (2013) se jedná o monofyletický kmen sahající hluboko do minulosti. Technau & Steele (2011) jsou určitější a žahavce zařazují do kambria, kdy byly identifikovány jejich fosilní záznamy. Theriault

(2017) zařazuje původ žahavců do ediakarské éry, kdy byly poprvé identifikovány fosilie korálů. U medúz je to o něco složitější kvůli nedostatku jejich zkamenělin.

Není potřeba podrobně rozebírat jednotlivé výzkumy týkající se fylogenetického stromu žahavců. Stačí zmínit fakt, že dříve byli polypovci považováni za nejprimitivnější třídu žahavců a korálnatci za nejvyspělejší (Sedlák, 2006). Dnes je již tento názor vyvrácen a molekulárními metodami bylo prokázáno, že nejprimitivnější skupinou jsou korálnatci. Sedlák (2006) mluví o nové klasifikaci ještě jako o návrhu. Technau & Steele (2011) již klasifikaci používá – pracuje s podkmeny **Anthozoa** pro korálnatce a **Medusozoa** pro polypovce, medúzovce a čtyřhranky (viz obr. 3). Přesto novější Smrž (2013) stále používá klasické dělení na čtyři třídy (**korálnatci, polypovci, medúzovci, čtyřhranky**), stejně jako Fish & Fish (2011).

V učebnicích pro střední školy je využito dělení na tři třídy – polypovci, medúzovci, korálnatci. Pouze Papáček (2000) uvádí v rámci doplňujícího učiva třídu čtyřhranky. Tohoto dělení je využíváno i v této práci. V následujících kapitolách bude uvedena jednoduchá charakteristika jednotlivých tříd a jejich zástupci.



Obr. 3: Fylogenetický strom žahavců (převzato z: Technau & Steele 2011, str. 1448)

### 1.5.1 TŘÍDA: KORÁLNATCI

**Korálnatci** (*Anthozoa*) jsou nejprimitivnější třídou žahavců. Jedná se o výlučně mořskou skupinu vytvářející pouze stádium polypa (Pravda, 1971). Mohou žít samostatně, častěji však tvoří kolonie – podílí se na tvorbě korálových útesů (Pravda, 1971). Korálnatci vytvářejí dva typy kostry – endoskelet tvořený rohovitým koralinem a exoskelet z uhličitanu vápenatého (Sedlák, 2006). Tyto pevné kosterní útvary jsou charakteristické pro všechny korálnatce mimo sasanky (Pravda, 1971). Jedním ze znaků korálnatců je rozdělení jejich trávicí dutiny septy (Sedlák, 2006). Právě podle počtu sept a ramen se dělí na 2 podtřídy: šestičetní a osmičetní.

**Osmičetní koráli** (*Octocorallia*) mají osm sept a osm ramen či násobek tohoto čísla (Smrž, 2013). Téměř všichni tvoří kolonie a jejich kostra je zpevněna vápenatými jehlicemi, tzv. sklerity (Pravda, 1971). Mezi zástupce této třídy patří: **korál červený** (*Corallium rubrum*), **varhanitka** (*Tubipora* sp.), **rohovitka** (*Gorgonaria* sp.), **laločnice** (*Alcyonium* sp.) a **pérovník červený** (*Pennatula rubra*).

**Šestičetní koráli** (*Hexacorallia*) mají počet sept a ramen roven násobku šesti (Sedlák, 2006). Žijí soliterně, či v koloniích, a jejich kostra (pokud je vytvořena, chybí u sasank) je tvořena z uhličitanu vápenatého nebo koralinu (Pravda, 1971). Třídu tvoří celkem pět řádů, které v sobě zahrnují zástupce: **sasanka koňská** (*Actinia equina*), **sasanka plášťová** (*Adamsia palliata*, známá pro svůj symbiotický vztah s rakem poustevníčkem), **sasanka cizopasná** (*Calliactis parasitica*), **větevník mozkový** (*Diploria cerebriformis*), **houbovník obecný** (*Fungia fungites*), **větevník** (*Madrepora* sp.), **červnatec sasankový** (*Cerianthus membranaceus*) či **trnatec** (*Antipathes* sp.).

### 1.5.2 TŘÍDA: POLYPOVCI

Třída **polypovci** (*Hydrozoa*) se vyznačuje převládající fází polypa, v některých případech až totálním vymizením stádia medúzy – typické pro nezmary (Rosypal, 2003). Převládající stádium polypa se v této skupině nazývá hydropolyp, medúzy pak hydromedúzy (Sedlák, 2006). Hydromedúzy jsou charakteristické lemovou plachetkou na spodní straně umbrelly – velum (Smrž, 2013). Trávicí dutina polypovců není na rozdíl od korálnatců rozdělena septy (Pravda, 1971). Polypovci často vytvářejí kolonie, v nichž mají skupiny vzájemně propojených polypů různé funkce. Nazývají se daktylozoidi

(smyslová funkce), gastrozoidi (vyživovací a žahavá funkce) a gonozoidi (vznik pohlavních buněk nebo odškrcování medúzových stádií) (Sedlák, 2006).

System polypoců bývá rozdělen na 5-7 řádů (Sedlák, 2006). Dělení není ustálené a je u každého autora rozdílné. V této práci jsou rozděleni následovně:

Řád **Hydroida** zahrnuje živočichy s dobře vyvinutým stádiem polypa. Jedná se o sladkovodní živočichy našich vod. Patří sem: **nezmar obecný** (*Hydra vulgaris*), **nezmar zelený** (*Chlorohydra viridissima*), **nezmar hnědý** (*Pelmatohydra oligactis*), ale také **medúzka sladkovodní** (*Craspedacusta sowerbyii*, druh zavlečený do České republiky nejspíše z Jižní Ameriky).

Druhým řádem jsou **trubýši** (*Siphonophora*), koloniální polypovci žijící v mořích, vznášející se ve vodě, nebo plovoucí na hladině. Kolonii nad hladinou udržuje měchýř (pneumatofor), z něhož vede dutý stvol (stolon) tvořící osu kolonie. Do tohoto řádu zařazujeme zástupce: **měchýřovka portugalská** (*Physalia physalis*) a **měchýřovka vznášivá** (*Physophora hydrostatica*).

Dalšími řády třídy polypovci jsou: **Chondrophora** – zástupce **paruska komůrkatá** (*Velella velela*), **hydromedúzy** (*Trachylina*) či **Actinulida**.

### 1.5.3 TRÍDA: MEDÚZOVCI

V životním cyklu **medúzovců** (*Scyphozoa*) dochází ke střídání stádia polypa a medúzy, přičemž stádium medúzy převažuje (Pravda, 1971). Polypy medúzovců mají láčku rozdělenou čtyřmi přepážkami (Rosypal, 2003). Smyslové orgány jsou dobře patrné u stádia medúzy. Jsou koncentrovány v útvarech zvaných rhopalia, rozmístěných po obvodu klobouku (Sedlák, 2006). Také rozmnožování této třídy je velmi specifické, blíže popsané v kap. 1.3.

Třída se dělí na 4 řády. **Kalichovky** (*Stauromedusida*) zahrnují medúzy přisedlé hřbetní stranou k podkladu a jejichž způsob života je podobný polypu (Sedlák, 2006). Theriault (2017) tento řád uvádí dokonce jako novou samostatnou třídu. Zástupcem je **kalichovka** (*Lucernaria* sp.).

Malým řádem jsou **kruhovky** (*Coronata*) jejichž exumbrella vybíhá směrem dolů v pás oddělený zářezem. Tvoří tedy početné pláty.

**Talířovky** (*Semaeostomea*) mají málo vyklenutou exumbrellu, prodloužené manubrium a čtyři ústní ramena. Jejich podkovovité gonády vytvářejí útvar podobný čtyřlístku. Zástupci jsou: **talířovka ušatá** (*Aurelia aurita*), **talířovka svítivá** (*Pelagia noctiluca*) nebo **talířovka obrovská** (*Cyanea capillata* či *Cyanea arctica*).

Čtvrtý řád kořenoústky (Rhizostomea) je typický nakypřeným manubriem a ztrátou ramen. Typickým zástupcem je kořenoústka plicnatá (*Rhizostoma pulmo*) dále kořenoústka hrboilatá (*Cotylorhiza tuberculata*) či kořenoústka pobřežní (*Cassiopeia andromeda*).

#### 1.5.4 TRÍDA: ČTYŘHRANKY

Poslední třídou jsou **čtyřhranky** (*Cubozoa*). Tito žahavci jsou podobní medúzovcům s plachetkou (velum) na spodním okraji zvonu (Rosypal, 2003). Tato třída byla dříve součástí právě třídy medúzovci. K jejich oddělení došlo mimo jiné na základě odlišného tvaru umbrelly a umístění svazků ramen (Smrž, 2013). Polypi mají trávicí dutinu rozdělenou v septa (Rosypal, 2003). Čtyřhranky jsou dravci s velmi účinnými žahavými buňkami.

**Čtyřhranka Fleckerova** (*Chironex fleckeri*) je považována za nejnebezpečnějšího žahavce. Kontakt s jejími až několik metrů dlouhými rameny je často smrtelný (Smrž, 2013). Dalším zástupcem je **čtyřhranka středomořská** (*Carybdea marsupialis*).



## 2 ŽAHAVCI V UČEBNÍCÍCH BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA

Středoškolských učebnic zoologie není mnoho. Konkrétně jsou dnes využívány pouze tři: Zoologie (Papáček, 2000), Biologie pro gymnázia (Jelínek & Zicháček, 2014) a Biologie živočichů (Smrž, 2004). Žádná z těchto učebnic nedisponuje aktuální doložkou MŠMT. „Nejmladšímu“ vydání učebnice Jelínka & Zicháčka (2014) vypršela platnost v roce 2020. V kap. 2.2, 2.3 a 2.4 jsou krátce charakterizovány jednotlivé učebnice.

### 2.1 POROVNÁNÍ UČEBNIC PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLY A GYMNÁZIA

V této diplomové práci není proveden podrobný výzkum učebnic, jako tomu bylo v bakalářské práci Chodorové (2020). Je proveden výzkum pouze na základě porovnání počtu ilustrací, uvedených zástupců a použitých pojmů. Přesto lze uvést patrné rozdíly mezi učebnicemi pro základní a střední školy.

Učebnic pro ZŠ je bezesporu více a jsou stále aktualizovány či nově vytvářeny. Tato aktualizace učebnic pro SŠ chybí. Věda se neustále posouvá dopředu a nové poznatky by měly být zařazeny do výuky. V tuto chvíli je na každém vyučujícím, zda a jakým způsobem tyto poznatky do svých hodin zakomponuje.

Výrazný rozdíl patrný pouhým okem tkví v barevnosti. Učebnice pro ZŠ, hlavně novější vydání, jsou barevné a tudíž atraktivnější. Učebnice pro SŠ jsou černobílé, obsahující velké množství textu a obrázky jsou pouhé perokresby. Lehká barevnost by učebnicím jistě dodala na atraktivitě.

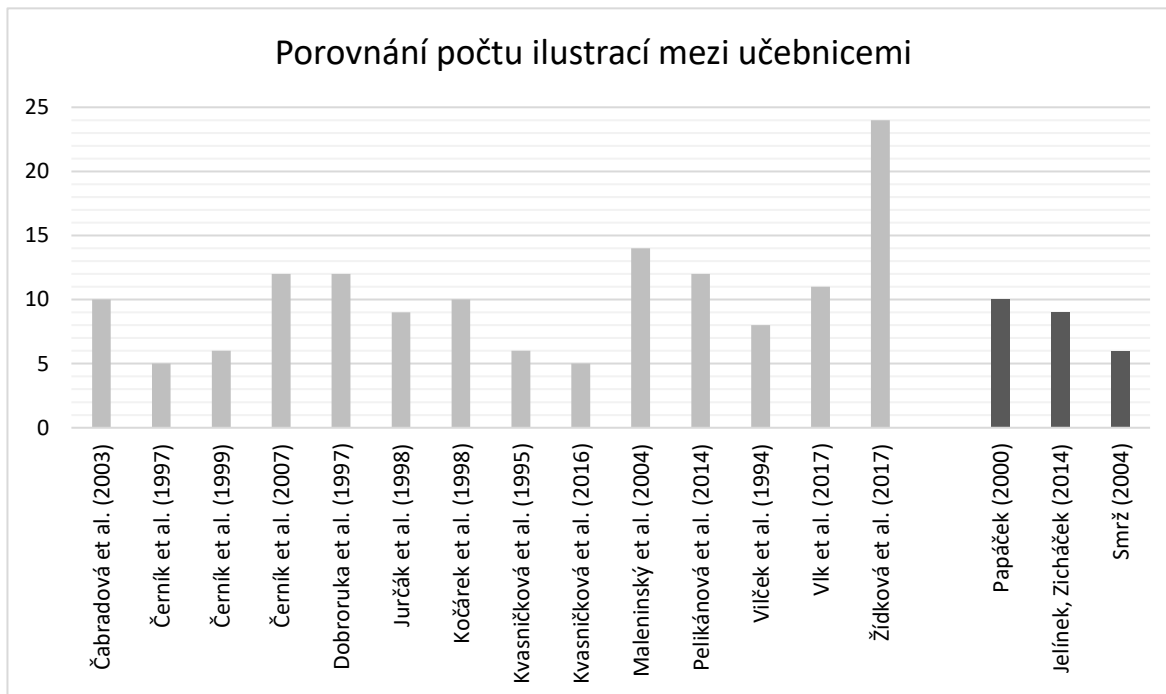
Podrobnější porovnání učebnic pro základní školy a gymnázia bylo omezeno na již výše zmíněné tři aspekty: ilustrace, zástupci, pojmy. Informace o učebnicích pro základní školy jsou převzaty z Chodorové (2020).

#### 2.1.1 ILUSTRACE

Graf na obr. 4 zobrazuje počty ilustrací učebnic pro střední školy v porovnání s průměrem a nejvyšším počtem ilustrací, vycházející z výzkumu Chodorové (2020). Světle šedé sloupce označují učebnice pro ZŠ, tmavě šedé sloupce učebnice pro gymnázia.

Na obrázku lze vidět značný rozdíl v počtu ilustrací. Zatímco učebnice pro základní školy jsou vybaveny velkým množstvím ilustrací, v případě Žídkové et al. (2017) dokonce 24 ilustracemi, nejvyššího počtu mezi gymnaziálními učebnicemi dosahuje Papáček (2000),

jehož učebnice obsahuje 10 ilustrací. V tomto případě tedy učebnice pro gymnázia zaostávají. Navíc, jak již bylo zmíněno, gymnaziální učebnice obsahují pouze perokresby, zatímco učebnice pro ZŠ (hlavně novější vydání) obsahují ilustrace barevné ilustrace nebo fotografie.



Obr. 4: Porovnání počtu ilustrací mezi učebnicemi pro ZŠ a gymnázia

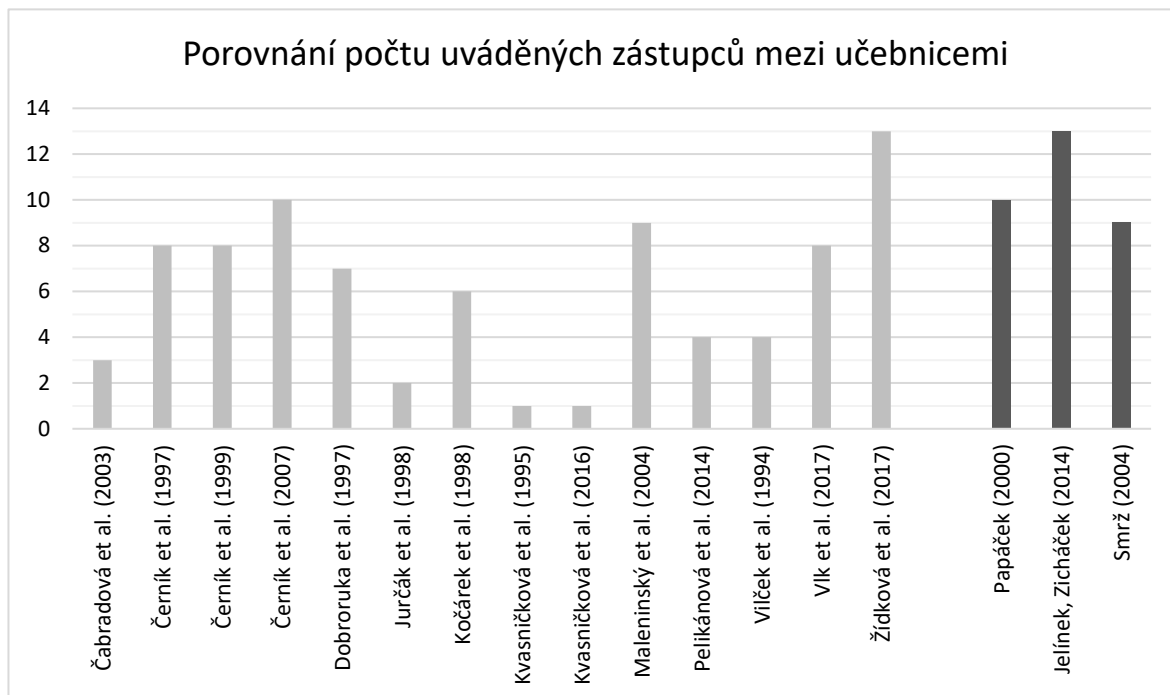
### 2.1.2 ZÁSTUPCI

Dalším zkoumaným celkem byl počet uváděných zástupců v učebnicích. Tomu se blíže věnuje graf na obr. 5. Učebnice pro ZŠ jsou opět reprezentovány světle šedými sloupci, učebnice pro gymnázia tmavě šedými.

Pomyslným vítězem mezi učebnicemi pro ZŠ je opět Žídková et al. (2017) se 13 zástupci, mezi učebnicemi pro gymnázia pak Jelínek & Zicháček (2014), rovněž se 13 uváděnými zástupci. Rozdíl je tedy přesně jeden zástupce. Nicméně pokud bychom učebnice pro gymnázia porovnali například s učebnicemi Čabradová et al. (2003), Jurčák et al. (1998) či Kvasničková et al. (2016), rozdíl je už velmi patrný.

Je nutné zmínit, že v učebnicích pro gymnázia jsou velmi opomenuti zástupci medúzovců. Papáček (2000) uvádí konkrétně pouze jediného zástupce, talířovku ušatou. Stejně tomu je v případě Smrže (2004). Jelínek & Zicháček (2014) uvádí zástupce dva –

talířovkou obrovskou (*Cyanea arctica*), jako největší známou medúzu a talířovku ušatou (uvedena pouze v popisku schématu rozmnožování, nikoliv v textu).



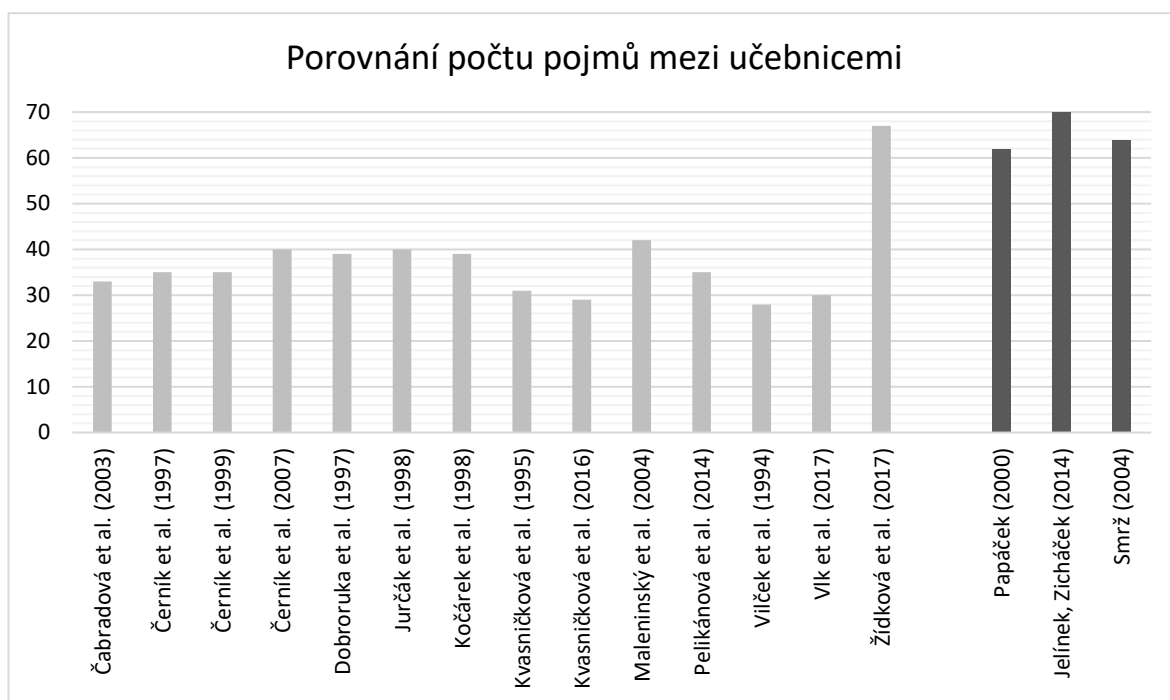
Obr. 5: Porovnání počtu uváděných zástupců mezi učebnicemi pro ZŠ a gymnázia

### 2.1.3 POJMY

Dalším důležitým aspektem je množství pojmů. Aby bylo možné srovnání, byly stejně jako v Chodorové (2000) započítány i všeobecně používané termíny jako pohlavní rozmnožování, symbióza, volně pohyblivý apod. Výsledné počty lze vyčíst z obr. 6. I zde platí barevné rozlišení jako v předchozích případech.

Z grafu na obr. 6 je na první pohled patrné, že učebnice pro gymnázia značně převažují v počtu pojmů. Mezi učebnicemi pro základní školy jim může konkurovat pouze Žídková et al. (2017), jejíž učebnice obsahuje 67 pojmů. Nejvíce pojmů mezi gymnaziálními učebnicemi uvádí Jelínek & Zicháček (2014).

Větší množství pojmů v učebnicích pro gymnázia je způsobeno především větší náročností učebnic způsobenou nejen rozsahem učiva, ale též větším množstvím používaných latinských pojmů. Gymnaziální učebnice využívají mnoho odborných latinských termínů k českým ekvivalentům používaných v učebnicích pro ZŠ. Jedná se například o pojmy: žahavá buňky = cnidocyt, rodozměna = metageneze, rozptýlená nervová soustava = difúzní nervová soustava.



Obr. 6: Porovnání počtu pojmů mezi učebnicemi pro ZŠ a gymnázia

## 2.2 ZOOLOGIE – MIROSLAV PAPÁČEK

Nejčastěji využívanou gymnaziální učebnicí (viz kap. 4.2.2) je Papáček (2000). Tato učebnice patří do ucelené řady učebnic nakladatelství Scientia. Vyšla v několika vydáních. Je obsahově rozdělena do 7 velkých kapitol, přičemž hlavní, dalo by se říci nejdůležitější kapitolou, je kapitola třetí – Výběrový přehled systému živočichů. Právě v této kapitole nalezneme živočichy se dvěma zárodečnými listy a konkrétně též žahavce.

Žahavci jsou zde uváděni jako třetí kmen živočišné říše. Jsou jim věnovány necelé čtyři strany, přičemž jedna strana obsahuje soubor ilustrací a žádný text.

Text je rozčleněn do částí rozdělených symboly označujících obecně výkladový text a část zabývající se systémem. Tyto části jsou dále rozděleny do odstavců. Některé z odstavců jsou psány jiným fontem, obsahující doplňující informace. V textu jsou zvýrazněny některé důležité pojmy.

Co se týče ilustrací, jak bylo již zmíněno výše, těm byla věnována jedna celá strana. Učebnici je potřeba vytknout absence ilustrace stavby stěny žahavce, jelikož učebnice popisuje její jednotlivé části. Dále by bylo vhodné přidat ilustraci nebo schéma nervové soustavy.

### 2.3 BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA – JAN JELÍNEK, VLADIMÍR ZICHÁČEK

Učebnice Jelínka & Zicháčka (2014) vyniká oproti ostatním. Jedná se o učebnici obsahující komplexní učivo střední školy od rostlin, přes houby, živočichy až po člověka. Vzhledem k tématu práce je potřeba se zaměřit pouze na část Biologie živočichů, jejímž autorem je Vladimír Zicháček. Na rozdíl od předchozí učebnice, v této nedochází k výraznějšímu členění kapitol. V obsahu jsou zde odděleny pouze krátké úvodní obecné informace a dále skupiny Diblastica a Triblastica. V samotném textu toto dělení nijak výrazně nevyniká.

I v této učebnici jsou žahavci třetím uváděným kmenem. V učebnici jsou jim věnovány tři strany textu doplněného o ilustrační obrázky.

Text je rozdělen do částí obsahující obecné informace a následně jednotlivé třídy. Ty jsou odděleny pomocí odrážek. V textu jsou opět zvýrazněny některé důležité pojmy.

Oproti předchozí učebnici se zde vyskytuje obrázek zobrazující difúzní nervovou soustavu a schematický průřez tělem nezmara, kde lze pozorovat i stavbu stěny (bez popisu buněk). Obrázky v této učebnici pocházejí z publikace Pravdy a kol. (1971) jež byla využita při zpracování teoretické části o žahavcích (viz kap. 1).

### 2.4 BIOLOGIE ŽIVOČICHŮ – JAROSLAV SMRŽ

Poslední učebnice opět spadá do ucelené řady učebnic, tentokrát nakladatelství Fortuna. Učebnice je v obsahu rozdělena do pěti kapitol. Je nutné podotknout, že kapitoly 4 a 5 by měly být spíše součástí kapitoly 3, jelikož obsahují její pokračování. Mělo by se jednat tedy spíše o podkapitoly.

Žahavcům jsou v učebnici věnovány čtyři strany textu s ilustracemi. Na rozdíl od předchozích publikací se jedná o druhý uváděný živočišný kmen.

Text v učebnici není rozdělen ani označen žádnými speciálními symboly. Větší dělení zajišťují malé nadpisy označující jednotlivé třídy. Na začátku je uvedeno 6 znaků typických pro žahavce. To je podpořeno opět zvýrazněnými pojmy v následujícím textu. Z tohoto hlediska je učebnice nepřehlednější.

Mezi ilustracemi chybí opět stavba stěny žahavců, přestože text opět pracuje s jejím popisem, a vyobrazení nervové soustavy. Mimo to učebnice neobsahuje schematický obrázek zobrazující morfologický popis nezmara a medúzy.

### 3 METODIKA

#### 3.1 VÝZKUM KONCEPTŮ ZA VYUŽITÍ DOTAZNÍKU

V rámci výzkumu konceptů bylo využito dotazníkového šetření, jakožto nástroje pro hromadné získávání údajů (Gavora, 2000). To bylo adresováno studentům vyšších gymnázií, kteří tento rok prošli výukou tematického celku Žahavci.

##### 3.1.1 CÍL DOTAZNÍKU

Zjistit, jaké jsou koncepty žáků vyšších gymnázií, po několika měsících výuky tematického celku Žahavci.

##### 3.1.2 STRUKTURA DOTAZNÍKU

Na začátku dotazníku se nachází krátké úvodní slovo autorky, jako seznámení respondentů/žáků s dotazníkem. Pomyslné tělo (vlastní otázky výzkumu) je rozděleno do 3 částí. První část obsahuje otázky zaměřené na základní informace o žácích – pohlaví, věk a ročník studia. Druhá část se zabývá celkovou výukou biologie, včetně používaných učebnic, absolvovaných laboratorních cvičení, a samozřejmě i konkrétně, jak probíhala výuka tematického celku Žahavci. Poslední část je koncipována jako didaktický test, kde jsou zjišťovány samotné koncepty žáků. Dotazník je zakončen poděkováním za spolupráci.

Dotazník je složen z několika typů otázek: otevřené (např. „*Jak se nazývá trávicí dutina žahavců?*“), uzavřené (např. „*Do které skupiny živočichů patří žahavci?*“, možné odpovědi: „*a. Diblastica, b. Triblastica*“), polouzavřené/polootevřené (např. „*Kterou učebnici používáte k výuce zoologie?*“, možné odpovědi: „*a. Zoologie – Miroslav Papáček, b. Biologie pro gymnázia – Vladimír Zicháček, c. Biologie živočichů – Jaroslav Smrž, d. Jiná: ...*“) a škálové (např. „*Oznámkujte, jak se Vám líbilo téma žahavci/jak se Vám líbí tato skupina?*“, možné odpovědi: „*1 – 2 – 3 – 4 – 5*“).

Náhled dotazníku je v příloze 1.

##### 3.1.3 DISTRIBUCE DOTAZNÍKU

Dotazník byl zcela anonymní a dobrovolný. Mezi žáky byl distribuován prostřednictvím aplikace Google Forms v průběhu měsíce února roku 2022. Tato aplikace zajistila nejen snadné rozšíření mezi žáky, jelikož školy stále využívají prostředků distanční výuky (MS Teams, Google Classroom apod.), ale též snadnou orientaci ve výsledcích a jejich vyhodnocení. Celkem se průzkumu zúčastnilo 58 žáků z různých škol.

### 3.1.4 HODNOCENÍ DIDAKTICKÉHO TESTU

Hodnocení jednotlivých otázek bylo postaveno na jednoduchém principu: co správná odpověď, zařazení do schématu, to jeden bod. Například otázka č. 1 (správné pořadí stádií mnohobuněčnosti) obsahovala zařazení 4 pojmů, byla tedy za 4 body. Otázka č. 8 (název trávicí dutiny) měla jako správnou odpověď jeden pojem, byla tedy za 1 bod. Otázky č. 11 (zástupci žahavců) a č. 12 (velikost nezmaru) nebyly bodově hodnoceny. Maximální počet bodů jednotlivých otázek je možné vidět v tab. 1.

Tab. 1: Maximální bodové hodnocení otázek didaktického testu

Otázka	Maximální počet bodů	Otázka	Maximální počet bodů
č. 1	4	č. 6	5
č. 2	1	č. 7	1
č. 3	3	č. 8	1
č. 4	1	č. 9	1
č. 5	1	č. 10	5

### 3.2 NÁVRH VYUČOVACÍ JEDNOTKY

Dle Vališové & Kovaříkové (2021) zahrnuje příprava na výuku několik kroků: stanovení výukových cílů, které by měly být naplněny, volba vhodných motivačních prvků, výběr činností/metod, které budou použity, uspořádání učebny vzhledem k formě výuky (frontální/skupinová výuka), příprava pomůcek a stanovení způsobu hodnocení žáků a výsledků učení.

Podobné komponenty uvádí jako nejdůležitější také Skalková (2007): cíle vyučování, učivo (obsah), součinnost učitele s žáky, organizační formy a metody, využití didaktické prostředky a podmínky, v jakých vyučování probíhá.

Současné školství se stále potýká s nudnou frontální výukou pomocí prostého výkladu. Je však kladen stále větší důraz na zařazování moderních metod, které jsou podle Čapka (2015) nejen znakem profesionality, ale též nutné pro všestranný rozvoj žáků, jsou základem motivace, zlepšení jejich vztahu k danému předmětu, prevencí proti nekázi a možností dosažení dobrých výsledků pro větší množství žáků. Zároveň díky těmto pestřím aktivitám dochází k rozvoji klíčových kompetencí podle RVP pro gymnázia, kterými jsou kompetence k učení, řešení problému, komunikativní, sociální a personální, občanskou a



k podnikavosti (Jeřábek et al., 2007). V revidovaném RVP G (více v kap. 5.1) navíc k těmto přibývá kompetence digitální.

V souvislosti s kompetencí digitální lze zmínit Sieglou (2019), která ve své publikaci zmiňuje nutnost přizpůsobit se době, kdy mladé generace vyrůstají ve světě plném informačních technologií, což mění způsoby, jakým žáci zpracovávají informace a jakým přistupují k výuce samotné. Opět zdůrazňuje použití nových přístupů předávání nejen znalostí, ale i zkušeností.

Při tvorbě výukové jednotky bylo vycházeno z výsledků dotazníkového šetření. Bylo nahlíženo nejen na miskoncepty vyplývající z didaktického testu, ale též na inovaci běžně používaných výukových metod.

### 3.2.1 CÍLE VÝUKY

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, nedílnou součástí přípravy na výuku je stanovení cílů. Cíle jsou zamýšlené změny v učení žáka a jeho rozvoji, kterých by mělo být výukovou dosaženo (Vališová & Kasíková, 2010). Jejich terminologie vyjadřuje soupis činností, které by měl žák ovládat a umět na konci procesu učení (Vališová & Kovaříková, 2021). Fungují zároveň jako motivace, což vyplývá z výzkumu uváděného Skalkovou (2007) jež potvrdil vyšší efektivitu učení, pokud se obsah činnosti žáků stává zároveň cílem této činnosti.

Stanovované cíle nejčastěji vychází z teorie Benjamina Blooma, který již v roce 1956 popsal taxonomii vzdělávacích cílů, v níž rozlišil šest kategorií: znalost, pochopení, aplikace, analýza, syntéza a hodnocení (Sieglou, 2019). Kategorie Bloomovy taxonomie se rozlišují na tzv. myšlení nižšího řádu (znalost, pochopení, aplikace), při nichž dochází k zapamatování pojmů, faktů a postupů a myšlení vyššího řádu (analýza, syntéza, hodnocení), kdy je předpokládána schopnost aplikace poznatků, srovnání a hodnocení, jinak řečeno schopnost abstraktního myšlení (Sieglou, 2019).

Cíle tematického celku žahavci byly stanoveny následovně:

- Žák zná pojmy související s tematickým celkem žahavci a vysvětlí je.
- Žák nakreslí a popíše stavbu polypa a medúzy, uvede rozdíly mezi nimi.

- Žák nakreslí a popíše stavbu stěny žahavce, porovná ji s charakteristikou Diblastica, zhodnotí funkce jednotlivých typů buněk.
- Žák vysvětlí princip trávení láčkou.
- Žák popíše stavbu nervové soustavy žahavců.
- Žák uvede možnosti rozmnožování žahavců, vyjmenuje a seřadí jednotlivá stádia metageneze medúzovců.
- Žák si uvědomuje důležitost žahavců v ekosystému, zná možnosti jejich využití i nebezpečí pro člověka, je si vědom ohrožení zástupců.
- Žák pozná vybrané zástupce a zařadí je do systému.

### 3.2.2 NAVRŽENÉ METODY VÝUKY

V rámci diplomové práce jsou navrženy výukové metody, kterými je vyučující schopen pokrýt všechna důležitá témata týkající se žahavců. Autorka navrhla celkem osm metod výuky. Veškeré obrázkové ilustrace využití v jednotlivých aktivitách jsou vlastním dílem autorky.

Jak již bylo zmíněno výše, příprava na výuku zahrnuje několik komponentů: cíle, metody/aktivity, organizační forma, pomůcky a způsob hodnocení. Tyto jednotlivé komponenty jsou u každé aktivity podrobněji rozebrány.

#### **Pojmové pexeso**

První aktivita s názvem „Pojmové pexeso“ cílí na motivaci žáků. Na začátku každého tématu, i každé hodiny, je potřeba motivace. Motivace je popisována jako soubor pohnutek, které směřují žáky k dosažení cíle (Sieglová, 2019). Mezi typy motivace lze zařadit tradiční známkování, systém odměn a trestů, ale též pocity uznání, seberealizace, úspěchu a sebevědomí (Sieglová, 2019). Tato aktivita zároveň vytváří pomyslnou cestu k prvnímu cíli.

Cíle: Žák zná pojmy související s tematickým celkem žahavci a vysvětlí je.

Metody: didaktická hra

Organizační forma: skupinová – doporučena spolupráce 2-4 žáků

Pomůcky: pexeso (viz obr. 7)

Způsob hodnocení: formativní

Klíčové kompetence: k řešení problému, komunikační, sociální a personální

### **Polyp vs. medúza**

Druhá aktivita se již zaměřuje na první téma celku, rozdíl mezi tělní stavbou polypa a medúzy. Že vypadají rozdílně, poznali žáci již v pojmovém pexesu. Nyní jsou využity obrázky z pojmového pexesa, k nimž žáci přiřazují pojmy popisující vzhled tělních typů.

Cíle: Žák popíše stavbu polypa a medúzy, uvede rozdíly mezi nimi.

Metody: řešení problému

Organizační forma: hromadná (frontální) – žáci zpracovávají úkoly nejdříve samostatně, následuje společná kontrola

Pomůcky: průřez těla polypa a medúzy, soupis pojmů (viz obr. 8), tabule

Způsob hodnocení: formativní

Klíčové kompetence: k řešení problému, komunikační

### **Obrana a útok**

Tato aktivita částečně navazuje na předchozí. Opět se jedná o průřez těla, tentokrát se zaměřením na stavbu stěny žahavce a charakteristiku jednotlivých buněk, které ji tvoří. Žáci spolu s vyučujícím vytvářejí schematický obrázek.

Cíle: Žák nakreslí a popíše stavbu stěny žahavce, porovná ji s charakteristikou Diblastica, zhodnotí funkce jednotlivých typů buněk.

Metody: výklad, řešení problému, diskuze

Organizační forma: hromadná (frontální)

Pomůcky: tabule

Způsob hodnocení: formativní

Klíčové kompetence: k učení, komunikační

### **Tajemství těla**

„Tajemství těla“ se zaměřuje na popis trávicí a nervové soustavy žahavců, čemuž odpovídají i stanovené výukové cíle. Tato aktivita je vytvořena pro zpestření klasického

výkladu. Čapek (2015) nazývá tuto metodu „**ANO/NE**“. Metodu popisuje jako diskuzní, určenou zpravidla pro práci s textem. V této aktivitě dochází k její modifikaci, princip však zůstává stejný. Podrobný popis aktivity je v kap. 5.3.4.

Cíle: Žák vysvětlí princip trávení láčkou. Žák popíše stavbu nervové soustavy žahavců.

Metody: výklad, řešení problému, diskuze

Organizační forma: hromadná (frontální) – žáci sami rozhodují o pravdivosti výroků, na konci probíhá společná kontrola

Pomůcky: výroky (viz obr. 10)

Způsob hodnocení: formativní

Klíčové kompetence: k učení, k řešení problému

### **Příběh o zrození medúzy**

Na popis pro medúzovce typické metageneze se zaměřuje aktivita s názvem „Příběh o zrození medúzy“, ve které žáci ve skupině na základě vlastního uvážení a společné dohody skládají jednotlivé kusy příběhu ve správném pořadí. Obrázky příběhu jsou odlehčeny úpravami ve formě očí a úst, aby došlo k imitaci komiksu. Pokud to časové možnosti dovolí, mohou žáci vymyslet k tomuto komiksu i vlastní příběh.

Cíle: Žák uvede možnosti rozmnožování žahavců, vyjmenuje a seřadí jednotlivá stadia metageneze medúzovců.

Metody: řešení problému, diskuze

Organizační forma: skupinová – doporučena spolupráce 2-4 žáků

Pomůcky: kartičky příběhu (viz obr. 11)

Způsob hodnocení: formativní

Klíčové kompetence: k řešení problému, komunikační, sociální a personální

### **Život žahavců**

Následující aktivita byla vytvořena pro rozvoj digitální kompetence. Žáci získávají odkazy na webové články nebo videa vybraná vyučujícím, která musí zanalyzovat a definovat jejich hlavní myšlenku. Tu odprezentují svým spolužákům. Následně probíhá společná diskuze.

Cíle: Žák si uvědomuje důležitost žahavců v ekosystému, zná možnosti jejich využití i nebezpečí pro člověka, je si vědom ohrožení zástupců.

Metody: analýza textu, analýza videa, diskuze

Organizační forma: hromadná (frontální) – žáci samostatně analyzují vybraný článek/video, následuje společná diskuze nad hlavními myšlenkami

Pomůcky: smartphone/tablet, sluchátka, QR kódy (viz obr. 12) nebo odkazy na webové stránky (viz kap. 5.3.6)

Způsob hodnocení: formativní

Klíčové kompetence: k řešení problému, občanská, digitální

### **Rodokmen žahavců**

Žáci spolu s vyučujícím vytváří systém (rodokmen) žahavců. Následně ve skupině přiřazují třídám a řádům připravené charakteristiky. Charakteristiky jsou připraveny pro úsporu času. Je možné nechat žáky nejprve popřemýšlet nad jednotlivými rozdíly, které jim byly představeny v předchozích aktivitách.

Cíle: Žák pozná vybrané zástupce a zařadí je do systému.

Metody: řešení problému, diskuze

Organizační forma: hromadná (frontální) – společné vytváření rodokmenu, skupinová – přiřazování charakteristik, doporučena spolupráce 2 žáků

Pomůcky: tabule, seznam tříd, řádů a zástupců žahavců, charakteristiky viz obr. 14

Způsob hodnocení: formativní

Klíčové kompetence: k učení, k řešení problému, komunikační, sociální a personální

### **Medúzin zvonec a tématu je konec**

Závěrečná aktivita je celá v kompetenci žáků. Žáci si ve skupinách navzájem vytvářejí aktivity k opakování. Ve skupině jsou rozděleny funkce „moderátora“ a „soutěžících“. Následně dochází k tzv. točení skupin u jednotlivých stanovišť, kdy moderátor zůstává na stanovišti původním a organizuje práci soutěžících z ostatních skupin. Podrobnější popis lze nalézt v kap. 5.3.8.

Metody: didaktická hra

Organizační forma: skupinová

Způsob hodnocení: formativní –vytvoření aktivity, celkové bodové hodnocení skupin

Klíčové kompetence: komunikační, sociální a personální

## 4 VÝSLEDKY VÝZKUMU KONCEPTŮ

V rámci dotazníkového šetření byly zjišťovány kromě konceptů žáků také některé obecné informace o výuce, kterou žáci absolvují na jejich škole. Následující tři kapitoly se věnují jednotlivým částem dotazníku. První se zabývá obecnými informacemi o žácích (pohlaví, věk, ročník). Druhá zjišťuje, jakým způsobem byla vedena výuka tématu žahavci, ale také tím, jakou učebnici žáci při výuce používají nebo zda mají laboratorní cvičení. Poslední již zkoumá samotné koncepty žáků. Celý dotazník je možné vidět v příloze 1.

### 4.1 OBECNÉ OTÁZKY

Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkově 58 žáků různých gymnázií. Z toho bylo 43 dívek a 15 chlapců, což značí většinou účast dívek. Nejvíce žáků bylo ve věku 17 let, dále pak 16 let a 18 let. S tím souvisí i ročník, ve kterém bylo dané téma vyučováno, jímž je ve 42 případech 2. ročník. Po 8 případech bylo téma vyučováno ve 3. nebo 4. ročníku. Ani jednou nebylo téma vyučováno v 1. ročníku. Výsledky jsou zaznamenány v tab. 2, 3 a 4.

Tab. 2: Pohlaví žáků

Pohlaví	Počet žáků
Chlapec	15
Dívka	43

Tab. 3: Věk žáků

Věk	Počet žáků
15	0
16	17
17	27
18	11
19	3

Tab. 4: Ročník žáků

Ročník	Počet žáků
1. ročník	0
2. ročník	42
3. ročník	8
4. ročník	8

## 4.2 ZPŮSOB VÝUKY

### 4.2.1 METODY VÝUKY V TÉMATU ŽAHAVCI

Tab. 5 zobrazuje počet využití jednotlivých způsobů výuky a tab. 6 jejich kombinaci, jak ji uváděli žáci. Ve většině případů vyučující využili výkladu v kombinaci s názorně-demonstrační metodou, konkrétně ve 33 případech. Tyto aktivity jsou rovněž v celkovém počtu nejvíce využívané – výklad v 56 případech a názorně-demonstrační metoda ve 46 případech z celkových 58. Ve dvou případech, kdy žáci neměli primární metodu výklad, nahradila tento způsob výuky práce s textem (doplňená o názorně-demonstrační metodu). Překvapivým lze označit, že 12 žáků uvedlo výklad jako jedinou možnost způsobu výuky. Pouze jeden žák zaznamenal v hodinách využití didaktické hry.

Tab. 5: Metody výuky

Metody výuky	Počet
Výklad	56
Názorně-demonstrační metoda	46
Četba a analýza textů	9
Diskuze	5
Didaktická hra	1

Tab. 6: Metody výuky – kombinace

Metody výuky – kombinace	Počet
Výklad, názorně-demonstrační metoda	33
Výklad	12
Výklad, četba a analýza textu, názorně-demonstrační metoda	6
Výklad, diskuze, názorně-demonstrační metoda	4
Četba a analýzu textu, názorně-demonstrační metoda	2

### 4.2.2 DRUH UČEBNICE

Další otázka zjišťovala, která učebnice je mezi žáky na školách nejpoužívanější (viz tab. 7). Jako nejvíce využívaná z průzkumu vyšla učebnice Papáčka (2000), kterou v rámci průzkumu uvedlo 44 z 58 žáků, přibližně 76 %. Mezi nimi se objevili i 3, kteří nevyužívají žádnou učebnici.



Tab. 7: Druh učebnice

Druh učebnice	Počet	Procentuální zastoupení
Papáček (2000)	44	76 %
Jelínek & Zicháček (2014)	6	10 %
Smrž (2004)	5	9 %
Žádná	3	5 %

#### 4.2.3 AKTIVNÍ VYUŽITÍ UČEBNICE PŘI VÝUCE

Na předchozí otázku plynule navazuje otázka, zda je učebnice aktivně využívána ve výuce, což je vyobrazeno v tab. 8. Ani jeden žák neuvedl, že by učebnice byla využívána velmi často, pouze jeden uvedl časté využití. Možnost využití zřídka zvolilo 29 žáků a vůbec 28 žáků. Obecně lze tedy říci, že učebnice nejsou ve výuce moc využívány a často jsou pouze doporučované.

Tab. 8: Aktivní využití učebnice

Aktivní využití učebnice	Počet
Velmi často	0
Často	1
Zřídka	29
Vůbec	28

#### 4.2.4 ATRAKTIVITA UČEBNICE A DOPORUČENÍ PRO ZLEPŠENÍ

Tab. 9 zobrazuje atraktivitu učebnice pro žáky. Více než polovina (67 %) jich uvedla, že se jim učebnice líbí, dvěma se dokonce líbí velmi. Oproti tomu 19 žáků (33 %) uvedlo, že se jim učebnice nelíbí, čtyřem vůbec. Z této otázky vyplývá další dobrovolná otázka, co by na dané učebnici změnili. Mezi různými doporučeními bylo uvedeno mimo jiné i to, že žák učebnici vůbec neotevřel. Na tuto, jak již bylo zmíněno dobrovolnou otázku odpověděl pouze jeden žák využívající učebnici Smrže, který uvedl, že učebnice mu byla pouze doporučena, ale vůbec ji nevyužívá. Popisuje ji jako zastaralou, spolu s informací, že v hodině dostávají daleko více informací. Ostatní komentáře se týkají učebnice Papáčka, kdy se často vyskytují výtky: velké množství textu, nepřehlednost, nesrozumitelnost, malé množství obrázků, nedostatečný popis obrázků.

Tab. 9: Atraktivita učebnice

Atraktivita učebnice	Počet
Velmi	2
Spíše ano	37
Spíše ne	15
Vůbec	4

#### 4.2.5 ZPŮSOB PŘEDSTAVENÍ ZÁSTUPCŮ ŽAHAVCŮ

Pro lepší představení zástupců existuje mnoho způsobů jejich prezentace žákům. Ať už se jedná o pouhé kresby v učebnici, fotografie nebo i videa. Následující tab. 10 představuje četnost, jakou byli zástupci žákům představeni v jednotlivých možnostech a tab. 11 kombinaci možností. Jeden žák dokonce uvedl preparát jako způsob prezentace. Tomuto způsobu se podrobněji věnuje následující kap. 4.2.6, kde je patrné, že laboratorní cvičení proběhla ve více případech. Nejvíce využívaným prostředkem jsou fotografie. V kombinacích je nejvíce využívanou možností kresby/schéma spolu s fotografiemi.

Tab. 10: Způsob představení zástupců

Způsob představení zástupců	Počet
Fotografie	48
Kresba/schéma	38
Pouze slovně	30
Video	22
Preparát	1

Tab. 11: Způsob představení zástupců – kombinace

Způsob představení zástupců – kombinace	Počet
Kresba/schéma, fotografie	15
Fotografie	12
Kresba/schéma, video, fotografie	10
Kresba/schéma	7
Kresba/schéma, video, fotografie	5
Video, fotografie	5
Fotografie, preparát	1
Video	1
Kresba/schéma, video	1

#### 4.2.6 LABORATORNÍ CVIČENÍ NA TÉMA ŽAHAVCI

Ve výuce biologie jsou bezpochyby důležitá také laboratorní cvičení. Tab. 12 zobrazuje počet žáků, kteří absolvovali laboratorní cvičení na téma Žahavci. Takového cvičení se mělo možnost zúčastnit 10 žáků, 48 žáků tuto možnost nemělo. Cvičení, která proběhla, byla různého zaměření. Někteří vypracovávali pracovní listy, jiní měli možnost zkoumat nezmara v mikroskopu.

Tab. 12: Laboratorní cvičení – žahavci

Laboratorní cvičení – žahavci	Počet
Ano	10
Ne	48

#### 4.2.7 DALŠÍ LABORATORNÍ CVIČENÍ

Po otázce na laboratorní cvičení s žahavci následovala otázka na absolvovaní cvičení v průběhu celého pololetí. Celkem 22 žáků v průzkumu uvedlo, že laboratorní cvičení vůbec nemají. V případě zoologie se mezi odpověďmi velmi často vyskytuje pozorování prvoků, schránek měkkýšů a plžů, včely a celkově hmyzu, ojediněle pak pitva hlemýžďe a prasečího oka. Z botaniky pak pozorování rostlinných pletiv, mechů, jehličnanů a lišejníků. Dalšími ojedinělými cvičeními jsou testování pH či důkaz přítomnosti škrobu.

#### 4.2.8 ATRAKTIVITA ŽAHAVCŮ

Tato tabulka (tab. 13) představuje oznámkování kmene žahavci žáky, doslova „jak se jim skupina líbí“. Nejvíce žáků oznámkovalo žahavce stupněm 2, konkrétně 24, početný je i stupeň 3, který zvolilo 19 žáků. Skupinu nelze tedy považovat za velmi atraktivní, ale ani za zcela neatraktivní.

Tab. 13: Atraktivita žahavců

Atraktivita žahavců	Počet
1	7
2	24
3	19
4	6
5	2

#### 4.2.9 ATRAKTIVITA ZPŮSOBU VÝUKY

Poslední otázka z druhé sekce dotazníku zjišťovala atraktivitu způsobu výuky, kterou bylo žákům téma žahavci představeno (viz tab. 14). Opět nejvíce žáků zvolila stupeň 2. Téměř vyrovnané jsou stupeň 3 a stupeň 1. Způsob výuky je pro žáky tedy vcelku atraktivní.

Tab. 14: Atraktivita výuky

Atraktivita výuky	Počet
1	11
2	21
3	14
4	7
5	5

### 4.3 VĚDOMOSTNÍ ČÁST

#### 4.3.1 BODOVÉ HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH OTÁZEK

**Otázka č. 1** se zabývala vývojovými stádii vzniku mnohobuněčnosti, konkrétně byli žáci tázáni o správné seřazení jednotlivých stádií. Zcela správně seřadilo fáze 27 žáků (46,6 %), prohození dvou fází se týkalo 10 žáků (17,2 %). Nejčastěji opakujícím se fenoménem u chybujících žáků bylo zařazení zygoty až na konec procesu vzniku mnohobuněčnosti. To se týkalo 5 žáků.

V **otázce č. 2** byli žáci dotazováni, zda patří žahavci do skupiny Diblastica či Triblastica. Na tuto otázku odpovědělo špatně 6 žáků (10,3 %).

Správným popisem stěny žahavce se zabývala **otázka č. 3**. Žáci přiřazovali k obrázku pojmy mezoglea, entoderm a ektoderm. Zde odpovědělo zcela správně 23 žáků (39,7 %). Velkým fenoménem byla záměna entodermu a ektodermu. Konkrétně se týkala 30 žáků (51,7 %). Toto se zdá být velkým problémem, na který bylo následně reagováno při přípravě výukové jednotky.

Zda žáci vědí, odkud získali žahavci své pojmenování (tedy poukazující na přítomnost žahavých buněk), zjišťovala **otázka č. 4**. V této otázce odpovědělo správně 40 žáků (69 %), chybně 18 žáků (31 %).

V navazující **otázce č. 5** byli žáci dotazováni na funkce těchto buněk. Pokud žák věděl, že se jedná o žahavé buňky, uvedl vždy alespoň jednu správnou funkci, za což mu byl udělen bod. Ani v jednom případě se nestalo, že by žák měl správně otázku č. 4 a otázku č. 5 chybnou, nebo naopak.

**Otázka č. 6** se zabývala stavbou těla polypa a medúzy. Žáci měli za úkol přiřadit jednotlivé části těla (ústní otvor, mezoglea, ektoderm, ramena, entoderm) ke správným číslům na obrázku. V této otázce odpovědělo zcela správně 47 žáků (81 %), 7 žáků (12,1 %) zaměnilo dvě nebo tři části z pěti a 4 žáci (6,9 %) odpověděli, že neví. Pro porovnání, 25 žáků, kteří v otázce se stavbou stěny odpovědělo chybně (záměna ektodermu a entodermu), zde odpovědělo správně. Pouze 6 žáků odpovědělo chybně i na tuto otázku.

Další v pořadí, již **otázka č. 7**, se žáků tázala, zda mají alespoň někteří žahavci tělo kryto schránkou. V této otázce odpovědělo správně, že ano, 36 žáků (62,1 %), zatímco zbylých 22 žáků (37,9 %) odpovědělo chybně, že ne.

V **otázce č. 8** měli žáci doplnit, jak se nazývá trávicí dutina žahavců. Náповědou jim mohlo být, že jiný název pro žahavce je tomu podobný (jedná se o starší název láčkovci). Zatímco 35 žáků (60,3 %) odpovědělo správně, že se jedná o láčku, 23 žáků (39,7 %) odpovědělo chybně (např. medúza, cnidaria), nebo že neví. Jeden žák odpověděl na otázku pojmem gastrovaskulární soustava. Nebylo to sice odpovědí, na kterou cílila náповěda, nicméně se jednalo o odpověď správnou a díky tomu si také vysloužil bod.

Následující **otázka č. 9** zjišťovala, zda si žáci pamatují, jaký typ nervové soustavy se vyskytuje u žahavců. Na výběr měli ze tří možností: gangliová, trubicová, rozptýlená. Že je správně rozptýlená neboli difúzní vědělo správně 49 žáků (84,5 %), zbylých 9 žáků (15,5 %) vybralo jinou variantu (konkrétně 8 žáků vybralo soustavu gangliovou a 1 žák trubicovou).

**Otázka č. 10** byla postavena na principu přiřazování správných pojmů k číslům do obrázku. Tentokrát se jednalo o fáze rozmnožování medúz (možnosti: dospělá medúza, strobilace, planula, ephyra, polyp). Zcela správnou odpověď a plný počet bodů si vysloužilo 27 žáků (46,6 %), k záměně dvou fází došlo u 11 žáků (19 %), k záměně tří fází u 12 žáků (20,7 %), pouze jedno správné přiřazení měli 4 žáci (6,9 %) a stejný počet žáků, tedy 4

(6,9 %), zvolilo odpověď „nevím“. Žáci, kteří měli právě jedno správné přiřazení, se shodují v tom, že správně přiřadili dospělou medúzu.

Poslední dvě otázky byli nebodované. **Otázka č. 11** vedla ke zjištění znalosti zástupců žahavců. Byla položena prostě: „Jmenujte, které zástupce žahavců znáte.“ Následně proběhl součet jednotlivých možností, který lze vidět v tab. 15. Mnoho žáků bylo v odpovědi skromných, a proto nejvíce pomyslných hlasů získali medúza, nezmar a čtyřhranka. Jiní byli již přesnější, díky čemuž se objevila řada nejen rodů, ale i druhů. Zaznamenány byly i chybné odpovědi, které nejsou v tabulce uvedeny. Byly jimi: medúzka rybníční (zřejmě záměna s medúzkou sladkovodní) a polyp (jako tělní typ žahavců).

Tab. 15: Zástupci uvádění v didaktickém testu

Zástupci	Celkem
medúza	27
nezmar	21
čtyřhranka	18
medúzka sladkovodní	15
nezmar hnědý	15
sasanka	14
korál červený	12
nezmar zelený	6
měchýřovka	5
nezmar obecný	5
talířovka ušatá	5
korál	4
sasanka koňská	4
kořenoústka	3
měchýřovka portugalská	3
talířovka	3
sasanka plášťová	2
paruska komůrkatá	1
pérovník	1
talířovka obrovská	1
talířovka svítivá	1
trubýš	1

Závěrečná **otázka č. 12** měla za cíl vyzkoumat představu žáků o velikosti žahavce. Jejich odpovědi by se daly kategorizovat na následující možnosti: kategorie 1 – možnosti do 4 cm, kategorie 2 – možnosti 5-10 cm, kategorie 3 – možnosti nad 11 cm, kategorie 4 – možnosti popsané slovně. Výsledky kategorií 1, 2 a 3 jsou zaznamenány v tab. 16.

Tab. 16: Kategorie velikosti nezmara uváděné v didaktickém testu

Kategorie	Počet
1 (do 4 cm)	28
2 (5-10 cm)	9
3 (nad 11 cm)	5

Z tabulky je patrné, že většina žáků uvedla kategorii první, tedy do 4 cm. Největší velikost nezmara byla uvedena odpověď 30 cm. Kategorie 4 (slovní popis) obsahovala 16 odpovědí, mezi nimiž byly například možnosti: hodně malý, viditelný mikroskopem, několik cm, mm – pár cm či několik milimetrů.

#### 4.3.2 CELKOVÉ BODOVÉ HODNOCENÍ

Celkové výsledky žáků byly rozděleny do 5 kategorií, reprezentujících pomyslné známky. Kategorie 1 zahrnuje žáky, kteří dosáhli 85% úspěšnosti, kategorie 2 žáky s alespoň 70% úspěšností, kategorie 3 zahrnuje žáky s úspěšností nad 50 %, kategorie 4 nad 30 % a kategorie 5 žáky zbývající. V tab. 17 lze vidět, kolik žáků by dosáhlo na jednotlivé známky. Nejvíce žáků by z tohoto testu získalo známku 1 a 3.

Tab. 17: Znamkové ohodnocení didaktických testů

Kategorie	Počet
1 (nad 85 %)	21
2 (nad 70 %)	11
3 (nad 50 %)	21
4 (nad 30 %)	3
5 (pod 30 %)	2

## 5 NÁVRH VYUČOVACÍ JEDNOTKY

### 5.1 ZAŘAZENÍ TÉMATU DO KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ

Každá výuka na škole by měla být v souladu s kurikulárními dokumenty České republiky. Nejvyšším takovýmto dokumentem je všeobecně známý Rámcový vzdělávací program (RVP), který v současné době prochází revizí. Na Rámcový vzdělávací program vydávaný Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy navazují pak jednotlivé Školní vzdělávací programy (ŠVP), které si sestavuje sama škola. V rámci této práce bylo využito RVP G, tedy Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia, a ŠVP Gymnázia Písek, kde autorka absolvovala souvislé praxe.

#### 5.1.1 RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM

Při práci s Rámcovým vzdělávacím programem je potřebné projít postupně přes velké vzdělávací oblasti, konkrétnější vzdělávací obsahy až k jednotlivým očekávaným výstupům a učivu.

V rámci RVP G (2007) je téma Žahavci zařazeno do vzdělávací oblasti **Člověk a příroda**, do oboru **Biologie**. Žahavci jsou zahrnuti ve vzdělávacím obsahu **Biologie živočichů**. Konkrétní očekávané výstupy týkající se toho tematického celku podle RVP G (Jeřábek et al., 2007) jsou:

- Žák charakterizuje hlavní taxonomické jednotky živočichů a jejich významné zástupce.
- Žák popíše evoluci a adaptaci jednotlivých orgánových soustav.
- Žák objasní principy základních způsobů rozmnožování a vývoj živočichů.
- Žák pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné živočišné druhy a uvede jejich ekologické nároky.
- Žák posoudí význam živočichů v přírodě a v různých odvětvích lidské činnosti.
- Žák charakterizuje pozitivní a negativní působení živočišných druhů na lidskou populaci.
- Žák charakterizuje základní typy chování živočichů.



- Žák zhodnotí problematiku ohrožených živočišných druhů a možnosti jejich ochrany.

Učivo musí zahrnovat následující body: morfologie a anatomie živočichů, fyziologie živočichů, systém a evoluce živočichů, živočichové a prostředí, etologie (Jeřábek et al., 2007).

RVP G (2007) stanovuje též průřezová témata, jež propojují témata výuky s aktuálními tématy ve společnosti a měla by ovlivňovat postoje žáků, jejich hodnotový systém a jednání (Jeřábek et al., 2007). Průřezovými tématy RVP G jsou: Osobnostní a sociální výchova, Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Multikulturní výchova, Environmentální výchova a Mediální výchova.

Jak již bylo zmíněno v úvodu kap. 5.1, RVP pro gymnázia prochází v současnosti revizí. Novým RVP by se měla gymnázia začít řídit nejpozději 1. září 2025 (Plaga, 2021). Tematického celku žahavci se nebudou týkat žádné změny.

### 5.1.2 ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM

Žahavci jsou v ŠVP Gymnázia Písek zahrnuti do osnov předmětu **Biologie**. Tematický celek je vyučován ve **2. ročníku**, s dvouhodinovou dotací týdně. Školní výstupy jsou stanoveny následovně (ŠVP, 2007):

- Žák charakterizuje hlavní taxonomické jednotky živočichů.
- Žák popíše evoluci a funkci jednotlivých orgánových soustav.
- Žák objasní základní způsoby rozmnožování a uvede příklady živočichů.
- Žák pozná a pojmenuje významné zástupce.
- Žák posoudí význam živočichů v přírodě a potravní vztahy.
- Žák obhájí působení živočišných druhů na lidskou populaci.
- Žák porovná základní typy chování živočichů.
- Žák zhodnotí problematiku ohrožených živočišných druhů a možnosti ochrany.

Jak stanovuje RVP G (2007), výuku je nutno propojovat s průřezovými tématy. Gymnázium Písek uvádí ve svém ŠVP jako průřezové téma tohoto celku **Environmentální**

**výchovu**, konkrétně tematické okruhy: Problematika vztahů organismů a prostředí, Člověk a životní prostředí.

## 5.2 DŮLEŽITÉ POJMY

Základem (nejen biologie) jsou pojmy, které mohou být všeobecné nebo úzce svázané s daným tématem, či v tomto případě danou skupinou živočichů. Také žahavci mají své specifické pojmy, které je možné vyčíst z úvodní kapitoly zabývající se teorií, a které byly rovněž jedním z témat výzkumu učebnic v kap. 2.1.

Pojmy charakterizující žahavce, které je vhodné zmínit ve výuce (zvýrazněny tučně), můžeme rozdělit do několika kategorií (podtrženy):

- Jedná se o **mnohobuněčné živočichy** ze skupiny **Diblastica**.
- Morfologicky se jedná o živočichy s **paprscitou souměrností**, u nichž se vyskytují tělní typy **polyp** a **medúza**. Tělo polypa tvoří **přisedlé válcovité tělo** s **nožním terčem** a **rameny**. Tělo medúzy by se dalo popsat jako **plovoucí**, zvonovité, opět s **rameny**.
- Stěna těla je tvořena **ektodermem (buňky epiteliálně-svalové, žahavé, smyslové, intersticiální)**, **entodermem (buňky trávicí, žláznaté, nervové)** a **mezogleou** (opora těla). Žahavé buňky obsahují **žahavé vlákno**.
- Z vnitřních soustav je zásadní uvést **rozptýlenou nervovou soustavu** a s ní souvisejí smyslová **rhopálie**. Dále **láčku** jako typ trávicí soustavy (možné zmínit jiný název žahavců vycházející z pojmenování tohoto typu – **láčkovci**) a **gastrovaskulární soustavu**, též typ trávicí soustavy.
- Při rozmnožování je vhodné zmínit pojmy **pučení** jako způsob **nepohlavního rozmnožování**, **pohlavní rozmnožování**, **metagenezi** a s ní pojící se pojmy **planula**, **polyp**, **strobilace**, **ephyra** a **dospělá medúza**.
- Význam žahavců zahrnuje využití pro **medicínské účely**, jako **potrava**, **dekorace**, a především význam **horninotvorný**.
- V rámci ekologie je třeba žáky seznámit s tím, že žahavci žijí v **moři** i **sladké vodě**. Velmi ohrožené jsou v dnešní době koráli, kdy dochází k tzv. **bělení korálů**.

- Poslední kategorií jsou zástupci, tradičně rozdělovaní do čtyř skupin: **polypovci**, **medúzovci**, **čtyřhranky** a **korálnatci**. Konkrétní zástupci budou zmíněni později v rámci jedné z aktivit navrhované vyučovací jednotky.

### 5.3 NÁVRHY METOD PRO VYUČOVACÍ JEDNOTKY

Metody/aktivity byly připraveny s ohledem na výsledky žáků v didaktickém testu. Hodiny lze konstruovat za použití všech navržených aktivit a materiálů, nebo je možné využít pouze některé navržené výukové metody.

Jak již bylo zmíněno výše, veškeré obrázky využitě v jednotlivých aktivitách jsou vlastním dílem autorky.

#### 5.3.1 POJMOVÉ PEXESO

Organizační forma: skupinová (práce ve dvojicích)

Navržená aktivita s názvem „Pojmové pexeso“ slouží vyučujícímu k získání povědomí o prekonceptech žáků a zároveň jako motivace. Při této aktivitě je využito obrázků a pojmů žákům známých i neznámých, které musí spojit v logické dvojice. Zopakují si tak nejen již známe informace, které využijí, ale získají tím také představu o tom, co je čeká. Jednotlivé obrázky pak mohou být využity i v dalších aktivitách. Navržené pexeso je na obr. 7.

Aktivitu na stejném principu navrhuje ve své publikaci též Siegllová (2019) pod názvem „Mapa pojmů“. Metodu doporučuje jako přípravu na rozbor textu či vytvoření základu pro tvorbu myšlenkové mapy. Zároveň vyzdvihuje podporu komunikačních dovedností v rámci práce ve skupině, argumentace při hledání společného výsledku a prezentace při obhajobě konečného řešení.

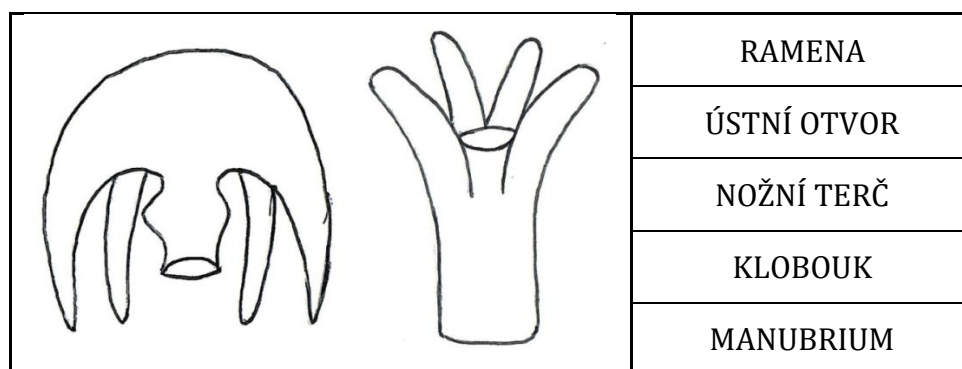
<b>POJMOVÉ PEXESO</b>  <b>ŽAHA VCI</b>		<b>VZNIK</b> <b>MNOHOBUNĚČNOSTI</b>  <b>DIBLASTICA</b>	
<b>PAPRSČITÁ</b> <b>SOUMĚRNOST</b>		<b>POLYP</b>	
<b>NERVOVÁ</b> <b>SOUSTAVA</b>		<b>MEDÚZA</b>	
<b>LÁČKA</b>		<b>ŽAHAVÁ BUŇKA</b>	
<b>PUČENÍ</b>		<b>METAGENEZE</b>	
<b>POLYPOVCI</b>		<b>MEDÚZOVCÍ</b>	
<b>KORÁLNATCI</b>		<b>ČTYŘHRANKY</b>	

Obr. 7: Pojmové pexeso

### 5.3.2 POLYP VS. MEDÚZA

Organizační forma: hromadná (frontální)

„Polyp vs. medúza“ si klade za cíl popis dvou tělních typů žahavců. Žáci při této aktivitě dostanou prosté obrysy těl žahavců a k nim soupis pojmů (viz obr. 8). Mohou dostat obrázky a pojmy vytištěné, nebo si těla nakreslit a pojmy připisovat. Úkolem je na základě vlastní intuice přiřadit pojmy k obrázkům a vlastními slovy popsat rozdíl mezi tělními typy. Po dokončení úkolu dochází ke společné kontrole.



Obr. 8: Polyp vs. medúza

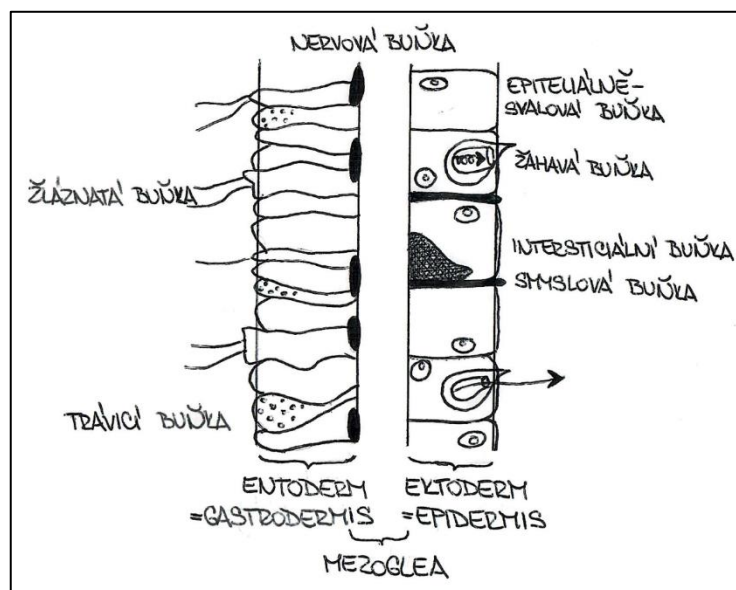
### 5.3.3 OBRANA A ÚTOK

Organizační forma: hromadná (frontální)

Žáci si v aktivitě „Pojmové pexeso“ zopakovali význam slova Diblastica. Tato aktivita na toto navazuje. Nejdříve si žáci nakreslí 4 svislé čáry, které ohraničí prostor pro 3 vrstvy stěny žahavce. Pojmenují si je správnými názvy (znají od popisu skupiny Diblastica), čímž zároveň identifikují, která vrstva patří dovnitř těla a která vně. Je možné použít pojmy gastrodermis a epidermis jako ekvivalenty pro entoderm a ektoderm.

Ve druhé části aktivity žáci spolu s učitelem rozdělí na tabuli jednotlivé typy buněk do vrstev, ve kterých se nacházejí. Názvy buněk sami o sobě často vypovídají o jejich funkci, žáci ji proto mohou sami odhadnout. Tam, kde to není jasné je vyučujícím dovysvětleno, k čemu slouží. Následně si buňky schematicky zakreslí do připravených vrstev. Hlavním těžištěm jsou samozřejmě žahavé buňky typické pro žahavce. S jejich existencí se žáci seznámili již v úvodní aktivitě „Pojmové pexeso“. Zde probíhá podrobnější výklad od vyučujícího o jejich umístění a funkci. Jako podpora výkladu lze využít nejen obrázků, ale též mnoho snadno dohledatelných názorných videí.

Výsledný náčrt stěny si lze prohlédnout na obr. 9.



Obr. 9: Náčrt stěny žahavce

#### 5.3.4 TAJEMSTVÍ TĚLA

Organizační forma: hromadná (frontální)

Jak již bylo zmíněno v kap. 3.2.2, jedná o aktivitu zpestřující běžný výklad. Žákům jsou představeny výroky, na které je možné odpovědět ANO nebo NE (viz obr. 10). Před výkladem si promyslí a zaznamenají odpovědi, zda s výrokem souhlasí, či nikoliv. Tak provedou do prvního sloupečku. V některých případech mohou vzpomenout na pexeso, které jim v rozhodování může pomoci. Následuje samotný výklad, po kterém si žáci do druhého sloupečku zaznamenají opět, zda s výrokem souhlasí, nebo ne. Nakonec probíhá společná kontrola, při níž dochází k označení ANO/NE ve třetím sloupečku. Takto žáci třikrát projdou zásadní výroky týkající se těchto dvou vybraných soustav. Díky tomu dojde k lepšímu zapamatování si základních faktů. Tato metoda lze využít na celou řadu jiných témat, ať už v rámci výkladu, nebo práce s textem. Stačí pouze připravit výroky, s nimiž pak žáci pracují.

Rozhodni o pravdivosti výroků:			
VÝROK	PŘED VÝKLADEM	PO VÝKLADE	KONEČNÁ KONTROLA
1. Žahavci patří mezi druhoústé živočichy.	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE
2. Typ trávicí soustavy se nazývá láčka.	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE
3. Žahavci mají zvlášť ústní a řitní otvor.	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE
4. Trávicí buňky jsou bičíkaté.	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE
5. Medúzy mají pro trávení vytvořen systém kanálků, tzv. gastrovaskulární soustavu.	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE
6. Žahavci jsou velmi inteligentní, mají mozek.	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE
7. Medúzy disponují statocystou, polypům chybí.	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE
8. Polypi mají rhopalia (= shluky smyslových buněk).	ANO / NE	ANO / NE	ANO / NE

Obr. 10: Zadání výroků pro metodu ANO/NE

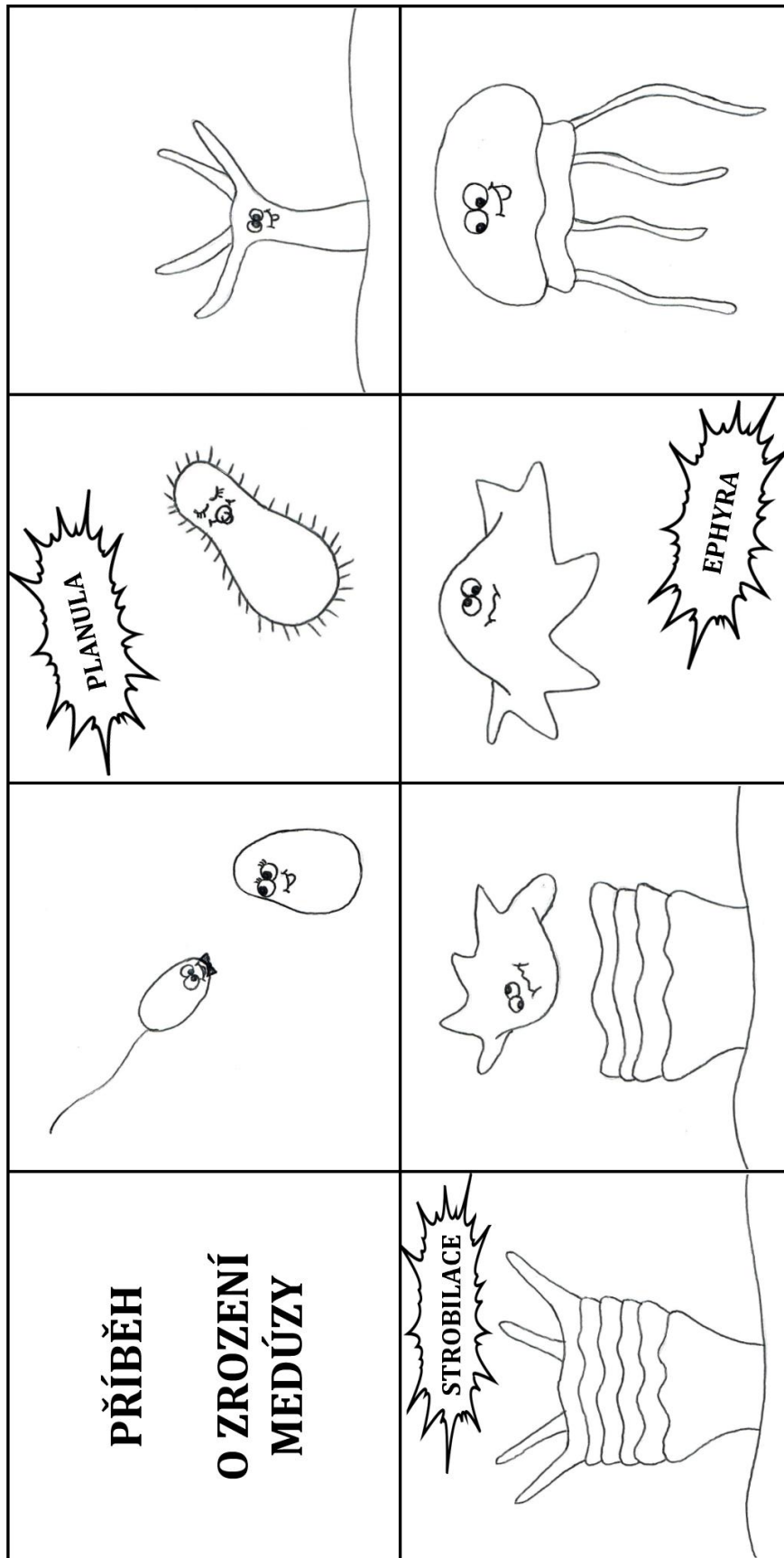
### 5.3.5 PŘÍBĚH O ZROZENÍ MEDÚZY

Organizační forma: skupinová

Pod názvem „Příběh o zrození medúzy“ se skrývá aktivita popisující specifický způsob rozmnožování žahavců, konkrétně metagenezi medúz. V didaktickém testu dělalo některým žákům problém správně seřadit jednotlivé fáze. Chce to tedy se na tuto část teorie zaměřit nějakou poutavou aktivitou, díky níž si budou schopni žáci snadněji vybavit jednotlivé fáze metageneze.

Navržená aktivita klade žákům za úkol seřadit jednotlivé obrázky představující fáze metageneze tak, aby došlo k vytvoření příběhu. S obecným schématem se seznámili již v pexesu. Nyní jsou tázáni, aby sami seřadili jednotlivé fáze na základě vlastního uvážení či zapamatování si obrázku z pexesa.

Výsledný příběh je na obr. 11.



Obr. 11: Příběh o zrození medúzy



### 5.3.6 ŽIVOT ŽAHAVCŮ

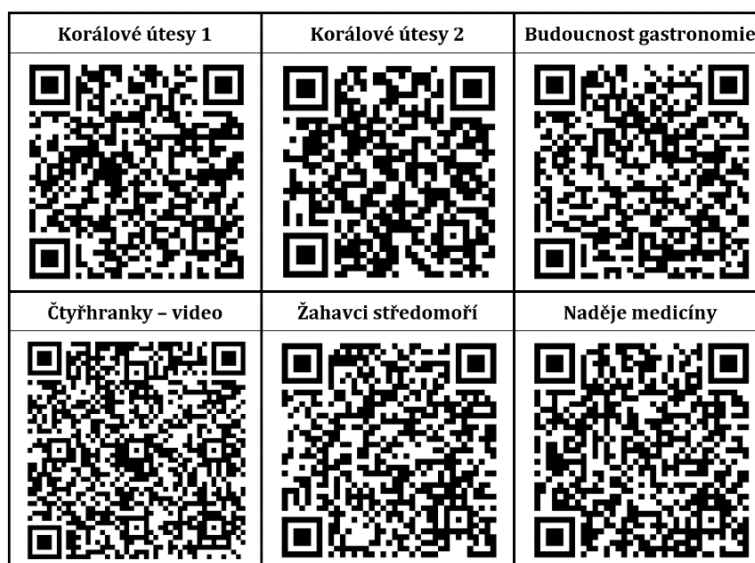
Organizační forma: hromadná (frontální)

Aktivita je zaměřena na ekologii, využití a ohrožení žahavců. Žáci při této aktivitě využijí svých mobilních telefonů, popř. školních tabletů. Obdrží vždy pomocí QR kódu odkaz na webovou stránku zabývající se určitou problematikou, například nebezpečnost žahavců, využití v medicíně či bělení korálů. Problematiku na videu nebo v článku zanalyzují a následně představí svým spolužákům.

Odkaz na stejný vybraný web obdrží vždy větší skupina, problematiku pak představí pouze jeden. Může následovat diskuze nad zjištěnými myšlenkami. Vybrané odkazy a vytvořené QR kódy (obr. 12) webových stránek lze nalézt níže.

Odkazy na webové stránky:

- **Korálové útesy 1:** <https://vedator.org/2022/05/velky-barierovy-utes-zasahla-dalsi-epizoda-beleni/>
- **Korálové útesy 2:** <https://faktaoklimatu.cz/explainery/vymirani-koralovych-utesu>
- **Čtyřhranky:** <https://edu.ceskatelevize.cz/video/4908-meduzy-ctyrhranky?vsrc=vyhledavani&vsruid=%C5%BEahav%C3%A9+bu%C5%88ky>
- **Žahavci středomoří:** <https://www.prirodovedci.cz/biolog/clanky/nebezpecni-zivocichove-stredomori-1-cast>
- **Budoucnost gastronomie:** <https://nedd.tiscali.cz/jezte-meduzy-a-zachranite-ryby-nabadaji-biologove-498214>
- **Naděje medicíny:** <https://www.czechsight.cz/proteiny-zahavcu-novy-odolny-biomaterial/>

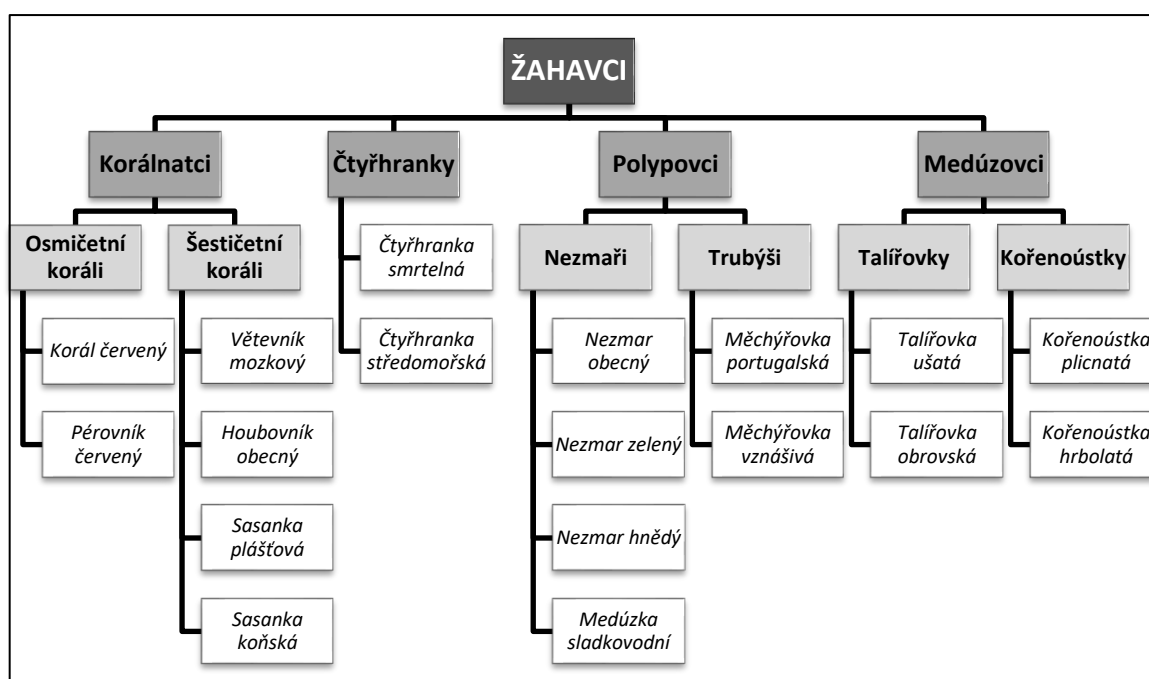


Obr. 12: QR kódy s odkazy na webové stránky

### 5.3.7 RODOKMEN ŽAHAVCŮ

Organizační forma: hromadná (frontální), skupinová

Každá skupina organismů má svůj systém. Žahavci nejsou výjimkou. V této aktivitě žáci společně vytvářejí systém neboli rodokmen. Na úvod získají prázdný rodokmen a k němu soupis tříd, řádů a zástupců. Po jednom se střídají a umisťují na tabuli do rodokmenu vždy nejprve třídu, poté do ní patřící řády (pokud jsou) a následně zástupce. Výsledkem, k němuž by měli společně dojít je obr. 13. Pokud je to možné, při společném zařazování zástupců do systému/rodokmenu by vyučující měl zároveň promítat žákům reálné fotografie zástupců.



Obr. 13: Rodokmen žahavců

Následuje druhá část aktivity, charakteristika jednotlivých tříd a řádů. Z předchozích aktivit a informací doplněných od vyučujícího znají již mnoho znaků jednotlivých zástupců. Zároveň měli možnost si zástupce prohlédnout při sestavování rodokmenu. Žáci opět získávají kartičky s charakteristikami, jež se pokusí ve skupinách přiřadit k jednotlivým třídám/řádům. Následuje společná diskuze, ve které si žáci musí obhájit své rozhodnutí odkazováním na jednotlivé znaky, které již znají, popř. viděli při prohlížení zástupců. Kartičky se znaky jsou na obr. 14.

<b>KORÁLNATCI</b>	<p>Nejprimitivnější</p> <p>Pouze stádium polypa</p> <p>Většinou tvoří kolonie</p> <p>Většina má kostru</p> <p>Tělo uvnitř rozděleno přehrádkami</p> <p>Mořští, tvoří korálové útesy</p>	<b>OSMIČETNÍ KORÁLI</b>	<p>8 sept</p> <p>8 nebo <math>n^8</math> ramen</p>
		<b>ŠESTIČETNÍ KORÁLI</b>	<p>6 sept</p> <p>6 nebo <math>n^6</math> ramen</p>
<b>ČTYŘHRANKY</b>	<p>Mají plachetku na spodním okraji zvonu</p> <p>Velmi účinné žahavé buňky – nejjedovatější</p> <p>4 ramena umístěná ve 4 rozích zvonu</p>	X	X
<b>POLYPOVCI</b>	<p>Převládající stádium polypa</p> <p>Dutina není rozdělena septy</p> <p>Rozmnožují se pučením</p>	<b>NEZMAŘI</b>	<p>Dobře vyvinuté stádium polypa</p> <p>Sladkovodní, v našich vodách</p>
		<b>TRUBÝŠI</b>	<p>Vytváří kolonie</p> <p>Vznášejí se ve vodě</p> <p>Mořští</p>
<b>MEDÚZOVCI</b>	<p>Převládá stádium medúzy</p> <p>Smyslové orgány v rhopáliích</p> <p>Rozmnožování metagenezí</p> <p>Mořští</p>	<b>TALÍŘOVKY</b>	<p>Prodloužené manubrium</p> <p>4 ústní ramena</p> <p>Gonády tvar čtyřlístku</p>
		<b>KOŘENOÚSTKY</b>	<p>Nakypřené manubrium</p> <p>Ztráta ramen</p>

Obr. 14: Kartičky pro charakteristiky systému

### 5.3.8 MEDÚZIN ZVONEC A TÉMATU JE KONEC

Organizační forma: skupinová

Na konci tématu by mělo přijít na řadu opakování. To nemusí být vždy pouze na vyučujícím. Do jeho přípravy se mohou zapojit i samotní žáci a popustit tak uzdu své fantazii.

Žáci v této aktivitě dostanou za úkol vytvořit během chvíle ve skupině (velikost záleží na vyučujícím) aktivitu k opakování pro své spolužáky. Může se jednat o křížovku, osmisměrku, doplňovačku, pexeso, fantazii se meze nekladou. Je však nutné žáky upozornit na časové omezení aktivity. Následně dochází k rotaci skupin, kdy zvolený „moderátor“ zůstává na původním stanovišti a očekává vyslané „soutěžící“ ostatních skupin. Moderátor zadává a hodnotí úkoly. Na konci se body jednotlivých skupin z jednotlivých stanovišť sečtou a vítězná skupina může získat odměnu určenou vyučujícím.

## 6 DISKUZE

V rámci diplomové práce „Žahavci ve výuce biologie na střední škole“ byla provedena analýza učebnic pro střední školy, které byly porovnány s učebnicemi pro základní školy. Dále byl proveden výzkum sledující způsob výuky na středních školách a koncepty žáků. V neposlední řadě byly navrženy aktivity vhodné pro výuku tematického celku Žahavci.

Jako první byla provedena již zmíněná analýza středoškolských učebnic. V současné době jsou v českém školství využívány tři učebnice: Papáček (2000), Smrž (2004), Jelínek & Zicháček (2014), včetně jejich starších nebo naopak novějších aktualizovaných vydání. Jak již bylo zmíněno v kap. 2.1, středoškolské učebnice neprochází v současné době žádnou aktualizací. Nejaktuálnější doložka MŠMT vypršela učebnici Jelínka & Zicháčka (2014) v roce 2020.

Zatímco učebnice pro základní školy jsou stále aktualizovány, středoškolské učebnice jsou v tomto opomíjeny. Toto by mělo být napraveno. Mikk (2007) charakterizuje učebnice jako základní učební pomůcku ovlivňující vzdělávání a zdůrazňuje, že bez nových učebnic není možná úspěšná reforma vzdělávání, jelikož změna jedné učebnice je mnohem snazší než změna stylu vyučování tisíců učitelů. Nelíbivost učebnic mezi učiteli může mít za následek i to, že učebnici ve svých hodinách prakticky nevyužívají. To dokazují výsledky dotazníku, kdy 28 žáků z celkových 58 uvedlo, že učebnici ve výuce vůbec nevyužívají a 29 žáků uvedlo, že ji využívají zřídka.

Jednou z funkcí učebnice je též motivace k učení (Mikk, 2007). Pokud jsou učebnice poutavé, pak jsou pro žáky motivující a učení se tak pro ně stává zábavnějším. Staudková (2007) zároveň uvádí, že učebnice by měla vyhovovat především žákovi, neboť on je jejím hlavním uživatelem. Současně využívané učebnice jsou pro žáky většinou atraktivní (dle výsledků z dotazníku), avšak 67% výsledek atraktivity není nijak velký. I tento fakt přidává na důležitosti aktualizace a vydání nových učebnic.

Dalším již zmíněným faktem je, že zkoumané učebnice pro SŠ jsou černobílé. Obsahují množství textu doplněného perokresbami, což jim na atraktivitě nepřidává. Staudková (2007) toto vystihuje tvrzením, že učebnice by měly využívat barev, ať už v podobě rámečků, podkladů či různě barevného písma odlišujících například klíčové

informace. Dále by se podle ní měl klást důraz i na využití infografiky, jako jsou různé styly podtržení, využití barevnosti v tabulkách, grafech i ilustracích. Výtky týkající se velkého množství textu, nepřehlednosti a malého množství obrázků se objevily též v odpovědích žáků v dotazníku (kap. 4.2.4). Absenci ilustrací potvrzuje i výzkum v kap. 2.1.1, kde je z grafu patrné, že učebnice pro střední školy nijak nepřevyšují ty pro školy základní, naopak jsou často vybaveny menším množstvím ilustrací. Nedostatečnost ilustrací zástupců v učebnicích vyučující doplňují promítáním fotografií, kreseb či videí, což dokazuje vyhodnocení otázky o způsobu představení zástupců Žahavců v kap. 4.2.5.

Dalším aspektem v porovnání učebnic pro základní a střední školy byl počet uváděných zástupců. V tomto případě učebnice pro střední školy převyšují většinu učebnic pro školy základní. Jak bylo zmíněno v kap. 2.1.2, učebnice téměř opomíjí zástupce medúzovců. Ačkoliv v učebnicích je uváděna pouze talířovka ušatá (v případě Jelínka & Zicháčka (2014) navíc ještě talířovka obrovská (*Cyanea arctica*), didaktický test ukázal, že někteří žáci znají navíc ještě další zástupce, např. kořenoústku či talířovku svítivou.

Posledním aspektem je počet pojmů. V tomto případě středoškolské učebnice obsahují více pojmů než učebnice pro základní školy. Dochází tak k navýšení obtížnosti. Pouze jedna učebnice pro ZŠ (Žídková et al., 2017), obsahuje stejně velké množství pojmů.

Další část práce se zabývala výzkumem konceptů žáků v tematickém celku Žahavci a v návaznosti na výsledky vytvořením aktivit do výuky. Na začátek je potřeba zmínit, že výuka tohoto tematického celku probíhala u žáků nejčastěji výkladem v kombinaci s názorně-demonstrační metodou, tedy klasickým způsobem (viz kap. 4.2.1). Jak již bylo zmíněno v kap. 3.2 s odkazem na Čapka (2015) a Sieglou (2019), v dnešní době je potřeba vyšší aktivizace žáků a výklad se stává čím dál tím méně žádaným způsobem výuky. Zormanová (2012) tyto aktivizující metody nazývá jako inovativní. Podle ní inovativní metody vyžadují náročnější přípravu, materiální zajištění a přípravu žáka na tyto metody. Všichni tři autoři se shodují v myšlence, kdy je žák aktivním činitelem procesu vyučování, jeho učení probíhá převážně samostatným objevováním, vyhledáváním informací, jejich zpracováním a aktivní spoluprací s ostatními žáky. V tomto duchu se nese i většina navrhovaných aktivit.

První výrazný problém nastal v didaktickém testu hned v otázce č. 1. Žáci zde měli za úkol seřadit jednotlivé fáze vzniku mnohobuněčnosti. Jedná se o základní proces, jež

by měl být známý všem žákům. Celý proces seřadilo správně pouze 27 žáků z 58, tedy necelá polovina. V rámci aktivity „Pojmové pexeso“ žáci přiřazují schéma k pojmu „Vznik mnohobuněčnosti – Diblastica“. Při vyhodnocování správnosti přiřazení tak vzniká prostor k zopakování správného sledu jednotlivých částí a zároveň i pojmu Diblastica, který se se žahavci pojí. Samozřejmě s nutností uvedení, že i Triblastica vznikají stejným procesem. Že žahavci patří do skupiny Diblastica uvedla správně většina žáků, pouze 6 jich odpovědělo chybně. Žáci tedy žahavce zařazují do správné skupiny, v procesu vzniku jsou si ovšem nejistí.

Další problematická otázka přišla vzápětí. V didaktickém testu byla často opakující se chybou záměna ektodermu a entodermu v otázce č.3 při popisu obrázku podobnému nákrese na obr. 9 (vodítkem měly být především žahavé buňky), přičemž při popisu průřezu žahavce v otázce č. 6 došlo ke správnému přiřazení jednotlivých vrstev. Žáci tedy vědí, že entoderm patří dovnitř a ektoderm vně, nicméně nedokážou identifikovat žahavé buňky, za jejichž pomoci by byli schopni rozpoznat totéž v rámci průřezu stěny, přesto že žahavé buňky znají. To podporuje i fakt, že na otázku č. 3 odpovědělo správně pouze 23 z 58 žáků a na otázku č. 4 (existence žahavých buněk) odpovědělo správně 40 z 58 žáků. Aby došlo k opravení miskonceptů a lepšímu zapamatování, byla vytvořena aktivita „Obrana a útok“, kde je představen nejen průřez stěny žahavce a jednotlivé buňky, které ji tvoří, ale hlavně jsou žáci vedeni k tomu, aby si nákras sami vytvořili.

Aktivita „Obrana a útok“ předchází aktivita „Polyp vs. medúza“, ve které žáci popisují rozdíly mezi tělními typy polypa a medúzy – nedochází tak k opomenutí žádné důležité informace popisujícího tělo žahavců.

„Tajemství těla“ cílí na znalosti o trávicí a nervové soustavě. V tomto případě je využito výkladu, nicméně obohaceného o metodu Čapka (2015) „ANO/NE“. Tato metoda je popsána blíže v kap. 5.3.4. Za použití této metody si žáci 3x zopakují ta samá tvrzení, kdy se buď 3x ujistí o jejich správnosti, nebo se poučí ze své chyby a tvrzení opraví. Jedním z tvrzení je též „Typ trávicí soustavy se nazývá láčka.“, díky němuž by žáci měli být schopni správně zodpovědět otázku č. 8 (chybně odpovědělo 23 žáků z 58). Otázka č. 9 v testu zaměřující se na typ nervové soustavy nedělala problém 49 žákům z 58 celkových, u 9 žáků by tak také mělo dojít k nápravě miskonceptu.

Poslední bodovaná otázka testu byla zaměřena na sestavení správného průběhu metageneze medúzovců. I zde nastal problém, kdy pouze 27 žáků odpovědělo zcela správně. Jelikož se jedná o důležitý a zajímavý proces, byl zvolen způsob příběhu, či komiksu, který by měl žáky zaujmout. Pro odlehčení a větší motivaci byly použity oči a ústa, což vytváří právě dojem komiksu. Místo prosté kontroly správného pořadí mohou žáci vymyslet příběh, který odprezentují svým spolužákům.

Návrhy výukových metod či celé výuky na téma žahavci se zabývají také jiné kvalifikační práce. Například práce Korečkové (2019), jež se zabývá návrhem výuky pro šesté ročníky základní školy. Její návrh zahrnuje powerpointovou prezentaci, nákres pohybu nezmara na tabuli, zhlédnutí dokumentu o Velkém bariérovém útesu, opakování ve formě pracovního listu (doplňování slov, popis nezmara, zakreslení jeho pohybu, tělní typ různých zástupců, zakreslení fází metageneze k pojmům) a návrh na laboratorní cvičení. V neposlední řadě Korečková (2019) navrhla didaktický test ověřující znalosti žáků.

Náhlovská (2022) ve své práci navrhuje výuku doplnit o exkurze. Plány exkurzí jsou připraveny konkrétně tři: do expozice Svět medúz na střeše OC Arkády Pankrác, dále do expozice ZOO Mořský svět na Holešovickém výstavišti a k Jaderskému moři. Exkurze jsou jistě zajímavou a poutavou aktivitou, nicméně časově a často i finančně náročnou.

Práce Malúšové (2020) se též zabývá žahavci ve výuce na základní škole. Její návrhy aktivit zahrnují sběr, chov a pozorování nezmarů, včetně pučení a reakce na mechanické a chemické podněty, dále příprava trvalého preparátu nezmara, zapojení cizího jazyka do výuky (česká slova pocházející z anglických ekvivalentů), vytvoření internetového profilu vybraného žahavce a též školní exkurze do Světa medúz.



## ZÁVĚR

Diplomová práce Žahavci ve výuce biologie na střední škole představuje teoretické vymezení tematického celku Žahavci, porovnání učebnic pro základní a střední školy z hlediska tohoto celku, výzkum konceptů žáků středních škol a návrh vyučovací jednotky a didaktických materiálů.

V první části práce byla provedena rešerše literatury a bylo provedeno teoretické vymezení žahavců využitelné pro potřeby výuky na střední škole.

Druhá část práce byla zaměřena na porovnání učebnic. K porovnání bylo využito tří hledisek: počet ilustrací, uváděných zástupců a pojmů. Z výsledků vyplývá, že učebnice pro střední školy převyšují učebnice pro školy základní v počtu uváděných zástupců a pojmů, v počtu ilustrací jsou výsledky srovnatelné. Byl vyzdvižen fakt, že učebnice pro střední školy neprochází pravidelnými aktualizacemi a stávají se tak zastaralými a neatraktivními pro žáky.

Pro výzkum bylo využito dotazníkového šetření, které obsahovalo otázky týkající se výuky žahavců a dále didaktického testu sledujícího koncepty žáků. Výsledky byly podrobně zpracovány do tabulek. Z dotazníku vyplývá, že výuka Žahavců probíhá na školách většinou formou výkladu v kombinaci s názorně-demonstrační metodou. Učebnice se ve výuce prakticky nepoužívají. Dále bylo zjištěno, že většina žáků shledává skupinu žahavci atraktivní. V didaktickém testu by dosáhl shodný počet žáků na celkovou známku výborně a dobře. Nedostatečnou by získali pouze dva žáci.

V poslední části byly navrženy aktivity do výuky. Jejich cílem je především redukce miskonceptů žáků, vzešlých z výsledků didaktického testu. Bylo vytvořeno celkem osm aktivit pokrývajících téměř celý tematický celek Žahavci tak, abych na jejich základě mohla být sestavena celá výuka.

## SHRnutí

Diplomová práce na téma „Žahavci ve výuce biologie na střední škole“ se zabývá především výzkumem konceptů žáků na středních školách a návrhem aktivit do výuky. V teoretické části je provedena rešerše literatury k vymezení tematického celku Žahavci, dále je zde provedeno porovnání učebnic pro základní a střední školy z hlediska počtu ilustrací, uváděných zástupců a pojmů. Praktická část obsahuje dotazníkové šetření pro žáky středních škol zjišťující způsob výuky tohoto tematického celku na jejich škole a didaktický test pro výzkum konceptů. Následně jsou vytvořeny aktivity do výuky pokrývající téměř celý tematický celek.

**Klíčová slova:** biologie, střední škola, žahavci, učebnice, dotazník, didaktický test, koncept, vyučovací jednotka, výukové aktivity

**RESUMÉ**

The diploma thesis on the topic "Cnidarians in education of Biology at secondary schools" deals mainly with the research of the conception of students at secondary schools and the design of teaching activities. In the theoretical part, there is literature research to define the thematic unit Cnidarians, then there is a comparison of some textbooks for primary and secondary schools in terms of the number of illustrations, representatives and concepts. The practical part contains a questionnaire survey for secondary school students finding out how is this thematic unit taught at their school and a didactic test for research of conception. Based on the results, teaching activities were proposed covering almost the entire thematic unit.

**Key words:** Biology, secondary school, Cnidarians, textbook, questionnaire survey, didactic test, conception, teaching unit, teaching activities

**SEZNAM LITERATURY**

- Čapek, R. 2015. *Moderní didaktika – lexikon výukových a hodnotících metod*. Grada, Praha. 604 pp.
- Česká televize. 2021. Medúzy čtyřhranky [online]. *ČT edu* [cit. 15. 6. 2022]. Dostupné na WWW. <<https://edu.ceskatelevize.cz/video/4908-meduzy-cytrhranky?vsrc=vyhledavani&vsrcid=%C5%BEahav%C3%A9+bu%C5%88ky>>.
- Fish, J. D. & Fish, S. *A Student's Guide to the Seashore*. Cambridge University Press, Cambrigde. 527 pp.
- Gavora, P. 2000. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido, Brno. 207 pp.
- Chodorová, E. 2020. *Analýza tematického celku Žahavci ve vybraných učebnicích přírodopisu pro ZŠ*. MS, *Bakalářská práce*, Západočeská univerzita, Plzeň. 58 pp.
- Jarníková, T. 2021. Proč umírají korálové útesy? [online]. *Fakta o klimatu* [cit. 15. 6. 2022]. Dostupné na WWW: <<https://faktaoklimatu.cz/explainery/vymirani-koralovych-utesu>>.
- Jelínek, J. & Zicháček, V. 2014. *Biologie pro gymnázia*. Nakladatelství Olomouc, s.r.o., Olomouc. 674 pp.
- Jeřábek, J. et al. 2007. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. *Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy*. [cit. 20. 4. 2022]. Dostupné na WWW: <[https://www.msmt.cz › RVP\\_G\\_2007\\_06\\_final](https://www.msmt.cz › RVP_G_2007_06_final)>.
- Jeřábek, J. et al. 2021. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. [online]. *Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy*. [cit. 20. 4. 2022]. Dostupné na WWW: <<https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/#2-aktualizace-rvp-pro-gymn%C3%A1zia-s-%C3%BA%C4%8Dinnost%C3%AD-od-1-z%C3%A1%C5%99%C3%AD-2022>>.
- Kekrt, L. 2020. Proteiny žahavců – nový odolný biomateriál [online]. *Czechsight*. [cit. 15. 6. 2022]. Dostupné na WWW: <<https://www.czechsight.cz/proteiny-zahavcu-novy-odolny-biomaterial/>>.
- Koubek, P. 2022. Velký bariérový útes zasáhla další epizoda bělení [online]. *Vědátor* [cit. 15. 6. 2022]. Dostupné na WWW: <<https://vedator.org/2022/05/velky-barierovy-utes-zasahla-dalsi-epizoda-beleni/>>.
- Korečková, V. 2019. *Žahavci, ploštěnci a hlísti ve výuce*. MS, *Bakalářská práce*, *Univerzita Karlova*, Praha. 113 pp.

- Lüftner, R. 2014. Nebezpeční živočichové Středomoří, 1. část [online]. *Přírodovědci.cz* [cit. 15. 6. 2022]. Dostupné na WWW. <<https://www.prirodovedci.cz/biolog/clanky/nebezpecni-zivocichove-stredomori-1-cast>>.
- Malúšová, K. 2020. *Metody a strategie výuky žahavců se zaměřením na medúzy v přírodopisu na základní škole*. MS, Diplomová práce, Univerzita Karlova, Praha. 99 pp.
- Mikk, J. 2007. Učebnice: budoucnost národa. In Maňák, J. & Knecht, P. *Hodnocení učebnic*. Paido, Brno: 11-23.
- Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy. *Schvalovací doložky učebnic* [online]. MŠMT. [cit. 22. 3. 2022]. Dostupné na WWW: <<https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/schvalovaci-dolozky-ucebnic?lang=1>>.
- Náhlovská, T. 2022. *Žahavci ve výuce na základní a střední škole*. MS, Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Praha. 93 pp.
- Nedd.cz. 2020. Jezte medúzy a zachráníte ryby, nabádají biologové [online]. *Nedd.cz*. [cit. 15. 6. 2022]. Dostupné na WWW: <<https://nedd.tiscali.cz/jezte-meduzy-a-zachranite-ryby-nabadaji-biologove-498214>>.
- Papáček, M. et al. 2000. *Zoologie*. Scientia, Praha. 285 pp.
- Plaga, R. 2021. *Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. MŠMT, Praha. [cit. 20. 4. 2022]. Dostupné na WWW: <[https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/09/001\\_opatreni\\_RVP\\_GYM.pdf](https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/09/001_opatreni_RVP_GYM.pdf)>.
- Pravda, O. et al. 1971. *Zoologie pro pedagogické fakulty I. díl*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 381 pp.
- Rosypal, S. 2003. *Nový přehled biologie*. Scientia, Praha. 802 pp.
- Santhanam, R. 2020. *Biology and Ecology of Venomous Marine Cnidarians*. Springer, Singapore. 342 pp.
- Sedlák, E. 2006. *Zoologie bezobratlých*. Masarykova univerzita, Brno. 337 pp.
- Sieglová, D. 2019. *Konec školní nudy – didaktické metody pro 21. století*. Grada, Praha. 336 pp.
- Skalková, J. 2007. *Obecná didaktika*. Grada, Praha. 322 pp.
- Smrž, J. 2013. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Karolinum, Praha. 194 pp.
- Smrž, J. et al. 2004. *Biologie živočichů pro gymnázia*. Fortuna, Praha. 207 pp.

- Staudková, J. 2007. Jak by měla vypadat moderní učebnice z pohledu vydavatele?. In Maňák, J. & Knech, P. *Hodnocení učebnic*. Paido, Brno: 48-54.
- ŠVP. 2007. ŠVP – školní vzdělávací program [online]. *Gymnázium Písek*. [cit. 20. 4. 2022]. Dostupné na WWW: <<https://www.gymna-pi.cz/content/svp-skolni-vzdelavaci-program>>.
- Technau U. & Steele, R. E. 2011. Evolutionary crossroads in developmental biology: Cnidaria. *Development* 138, 1447-1458.
- Theriault, P. 2017. *The Table of Animals: The Porifera, Ctenophora, and Cnidaria*. Lulu.com. 122 pp.
- Vališová A. & Kasíková H. 2010. *Pedagogika pro učitele*. Grada, Praha. 456 pp.
- Vališová A. & Kovaříková, M. 2021. *Obecná didaktika a její širší pedagogické souvislosti v úkolech a cvičeních*. Grada, Praha. 310 pp.
- Zormanová, L. 2012. *Výukové metody v pedagogice s praktickými ukázkami*. Grada, Praha. 155 pp.

**SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK**

Obr. 1: Průřez těla polypa a medúzy (převzato z: Theriault 2017, str. 36) .....	8
Obr. 2: Rozmnožování vybraných zástupců (převzato z: Technau & Steele 2011, str.1449) .....	12
Obr. 3: Fylogenetický strom žahavců (převzato z: Technau & Steele 2011, str. 1448).....	13
Obr. 4: Porovnání počtu ilustrací mezi učebnicemi pro ZŠ a gymnázia .....	18
Obr. 5: Porovnání počtu uváděných zástupců mezi učebnicemi pro ZŠ a gymnázia .....	19
Obr. 6: Porovnání počtu pojmů mezi učebnicemi pro ZŠ a gymnázia.....	20
Obr. 7: Pojmové pexeso .....	44
Obr. 8: Polyp vs. medúza .....	45
Obr. 9: Nákres stěny žahavce .....	46
Obr. 10: Zadání výroků pro metodu ANO/NE.....	47
Obr. 11: Příběh o zrození medúzy .....	48
Obr. 12: QR kódy s odkazy na webové stránky .....	49
Obr. 13: Rodokmen žahavců .....	50
Obr. 14: Kartičky pro charakteristiky systému .....	51
Tab. 1: Maximální bodové hodnocení otázek didaktického testu .....	24
Tab. 2: Pohlaví žáků .....	31
Tab. 3: Věk žáků.....	31
Tab. 4: Ročník žáků .....	31
Tab. 5: Metody výuky .....	32
Tab. 6: Metody výuky – kombinace.....	32
Tab. 7: Druh učebnice.....	33
Tab. 8: Aktivní využití učebnice .....	33
Tab. 9: Atraktivita učebnice .....	34
Tab. 10: Způsob představení zástupců .....	34
Tab. 11: Způsob představení zástupců – kombinace .....	34
Tab. 12: Laboratorní cvičení – žahavci .....	35
Tab. 13: Atraktivita žahavců .....	35
Tab. 14: Atraktivita výuky .....	36
Tab. 15: Zástupci uvádění v didaktickém testu .....	38
Tab. 16: Kategorie velikosti nezmaru uváděné v didaktickém testu.....	39
Tab. 17: Znamkové ohodnocení didaktických testů .....	39

## PŘÍLOHA 1

### DOTAZNÍK K DIPLOMOVÉ PRÁCI – TÉMA: ŽAHAVCI

Vážená studentko, vážený studente,

Jmenuji se Eva Chodorová a jsem studentkou Pedagogické fakulty Západočeské univerzity v Plzni. Obracím se na Vás s prosbou o vyplnění dotazníku k mé diplomové práci na téma „Žahavci ve výuce biologie na střední škole“. Ve své práci navrhuji výuku tohoto tematického celku a zároveň zjišťuji, jak se vyučuje na různých školách a co si studenti o tomto tématu z hodin odnesou.

Celý dotazník je anonymní, přesto v úvodní části poprosím několik základních informací o Vás. Druhá část se zabývá tím, jak probíhá výuka (nejen žahavců) na Vaší škole a poslední část je vědomostní. Pokud není uvedeno jinak, jsou odpovědi na výběr z možností vždy s jednou správnou odpovědí.

Vyplnění dotazníku zabere přibližně 10 minut. Prosím nepoužívejte při jeho vyplňování žádné pomůcky (učebnice, internet, ...), narušilo by to charakter výzkumu.

Předem Vám děkuji za pomoc

---

\*Povinné pole

#### Obecné otázky

1. Pohlaví: \*

Označte jen jednu elipsu.

Chlapec

Dívka

2. Věk: \*

Označte jen jednu elipsu.

15 let

16 let

17 let

18 let

19 let

Jiné: \_\_\_\_\_

3. Školní ročník (v přepočtu na 4-letá gymnázia): \*

Označte jen jednu elipsu.

1. ročník

2. ročník

3. ročník

4. ročník



## Způsob výuky

4. Které metody využili učitelé při probírání žahavců? (lze vybrat více možností) \*

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- Výklad  
 Četba a analýza textu  
 Diskuze  
 Názorně-demonstrační metoda (obrázky, videa, schémata, preparáty apod.)  
 Didaktická hra

5. Kterou učebnici používáte k výuce zoologie? \*



Označte jen jednu elipsu.

- Zoologie – Miroslav Papáček  
 Biologie pro gymnázia – Vladimír Zicháček  
 Biologie živočichů – Jaroslav Smrž  
 Jiné: \_\_\_\_\_

6. Využíváte učebnici aktivně při výuce? \*

Označte jen jednu elipsu.

- Velmi často  
 Často  
 Zřídka  
 Vůbec

7. Jak se Vám Vaše učebnice líbí? \*

Označte jen jednu elipsu.

- Velmi  
 Spíše ano  
 Spíše ne  
 Vůbec

8. Je něco, co byste na ní změnili?

---

---

---

---

---

9. Jak Vám byli představeni zástupci žahavců? (Lze vybrat více možností) \*

*Zaškrtněte všechny platné možnosti.*

- Pouze slovně
- Pomocí kresby či schématu
- Prostřednictvím videa
- Pomocí fotografií
- Jiné: \_\_\_\_\_

10. Proběhla nějaká laboratorní cvičení na toto téma? Pokud ano, blíže je popište. \*

---

---

---

---

---

11. Jaká jiná laboratorní cvičení jste měli tento rok? \*

---

---

---

---

---

12. Označte, jak se Vám líbilo téma žahavci/jak se Vám líbí tato skupina? \*

*Označte jen jednu elipsu.*

	1	2	3	4	5	
nejvíce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nejméně

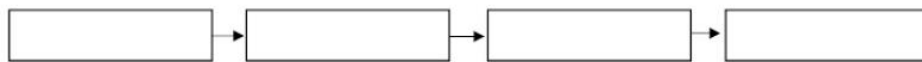
13. Označte, jak se Vám líbil způsob, kterým Vám byly informace předány? \*

Označte jen jednu elipsu.

1	2	3	4	5	
nejvíce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nejméně

Vědomostní otázky

14. Vzpomeňte na mnohobuněčné. Seřadte jednotlivá vývojová stádia vzniku mnohobuněčnosti (morula, gastrula, blastula, zygota): \*

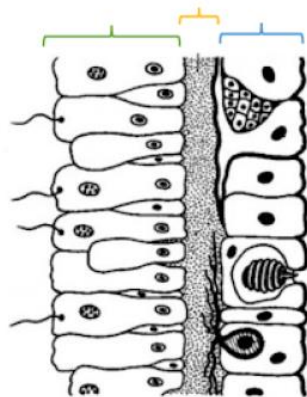


15. Do které skupiny živočichů patří žahavci? \*

Označte jen jednu elipsu.

- Diblastica  
 Triblastica

16. Popište stavbu stěny žahavce. Jakou barvou je označena mezoglea, entoderm a ektoderm? \*




---



---



---



---



---

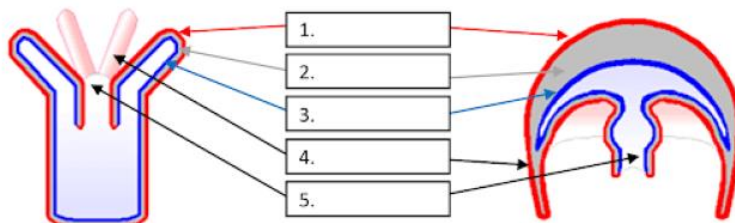
17. Jaký „zvláštní“ typ buněk je typický pro žahavce? \*

\_\_\_\_\_

18. Jakou mají tyto buňky funkci? \*

\_\_\_\_\_

19. Popište stavbu těla polypa a medúzy: (ústní otvor, mezoglea, ektoderm, ramena, endoderm) \*



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

20. Mají (alespoň někteří) žahavci tělo kryté schránkou? \*

Označte jen jednu elipsu.

Ano

Ne

21. Jak se nazývá trávicí dutina žahavců? (náповěda: jiný název pro žahavce vychází z tohoto pojmenování) \*

\_\_\_\_\_

22. Jaký typ nervové soustavy se nachází u žahavců? \*

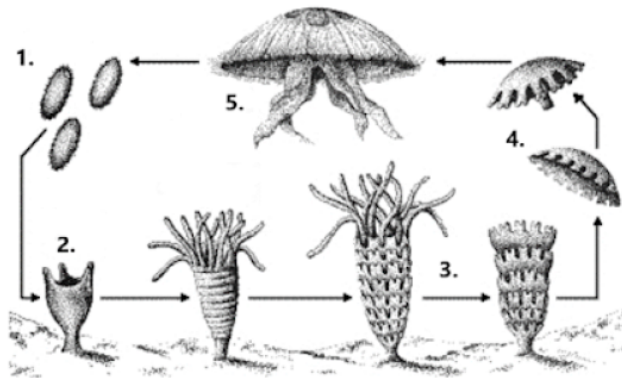
Označte jen jednu elipsu.

Gangliová

Trubicová

Rozptýlená = difúzní

23. Přiřaďte názvy jednotlivých fází metagenese podle čísel v obrázku: (dospělá medúza, strobilace, planula, ephyra, polyp) \*




---



---



---



---



---

24. Jmenujte, které zástupce žahavců znáte: \*

---



---



---



---



---

25. Jak velký je podle Vás nezmar? \*

---