

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Náměty na pozorování a experimenty ve školním akváriu

Subject matters of experiments and observations in school aquarium

Michaela Siegelová

Vedoucí práce: prof. RNDr. Lubomír Hanel CSc.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Biologie, geologie a environmentalistika a chemie se zaměřením na vzdělávání

2021

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Náměty na pozorování a experimenty ve školním akváriu potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala prof. RNDr. Lubomíru Hanelovi, CSc. za všechny jeho cenné rady a poznámky, které mi při psaní bakalářské práce poskytoval, za trpělivost, vstřícný přístup a čas, který mi věnoval.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá využitím akvária a vodních živočichů ve výuce biologie a přírodopisu. Jsou zde sepsány náměty na školní experimenty a pozorování různých skupin sladkovodních živočichů, kteří jsou vybrané tak, aby je mohl učitel odchytit v našich vodách, případně je zakoupit v prodejnách Zverimexu. V práci můžeme nalézt návody na pozorování a experimenty vodních larev hmyzu, polypovců, ploštěnek, měkkýšů, kroužkovců, členovců, obojživelníků a ryb. Sepsané školní pokusy jsou doplněny o názorné obrázky a videa, které pomohou k pochopení danému experimentu či pozorování. U každého zmíněného živočicha je sepsána jeho stručná charakteristika a informace o chovu a zřízení akvária.

V práci je též popsána studenovodní a teplovodní akvaristika. U každého typu jsou sepsány druhy živočichů a rostlin, které v těchto akváriích můžeme chovat a pěstovat.

Součástí této bakalářské práce je také stručný popis základního vybavení akvária jako je osvětlení, filtrace, vytápění a provzdušňování. Je zde také popsána údržba, umístění a základní péče o školní akvárium.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

**Školní akvárium, pozorování, experimenty, výuka biologie**

## **ABSTRACT**

This Bachelor's thesis deals with the use of aquariums and aquatic animals in biology and natural history lessons. It contains ideas for school experiments and observation of various groups of freshwater animals, which are selected so that the teacher could capture them in Czech waters or buy them in pet shops. This paper presents instructions for observation and experiments regarding aquatic larvae of insects, hydrozoans, turbellarians, molluscs, annelids, arthropods, amphibians and fish. The written school experiments are accompanied by illustrative pictures and videos that will help to understand the experiment or observation. For each of the mentioned animals, its brief characteristics and information about the keeping and establishment of the aquarium are provided.

The thesis also describes cold-water and hot-water aquarium keeping. For each type, the species of animals and plants that can be kept and grown in these aquariums are listed.

The thesis also includes a brief description of the basic aquarium equipment such as lighting, filtration, heating and aeration. It also gives a description of the maintenance, positioning and basic care of a school aquarium.

## **KEYWORDS**

**School aquarium, experiments, observations, biology education**

## **Obsah**

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>DRUHY AKVÁRIÍ</b> .....	<b>7</b>
2.1	STUDENOVODNÍ AKVÁRIA .....	7
2.2	TEPLOVODNÍ AKVÁRIUM .....	8
<b>3</b>	<b>VYBAVENÍ AKVÁRIA</b> .....	<b>9</b>
3.1	SVĚTLO .....	9
3.2	VYTÁPĚNÍ .....	10
3.3	PROVZDUŠŇOVÁNÍ .....	10
3.4	FILTRACE .....	10
3.5	POMŮCKY.....	11
<b>4</b>	<b>ZŘÍZENÍ AKVÁRIA</b> .....	<b>12</b>
4.1	UMÍSTĚNÍ AKVÁRIA.....	12
4.2	VÝBĚR SUBSTRÁTU .....	12
4.3	DEKORAČNÍ PRVKY .....	13
4.4	VODA .....	14
4.5	POSTUP PŘI ZŘIZOVÁNÍ AKVÁRIA.....	16
<b>5</b>	<b>ÚDRŽBA A PÉČE O AKVÁRIUM</b> .....	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>CHOV VYBRANÝCH SKUPIN ŽIVOČICHŮ</b> .....	<b>20</b>
6.1	DOČASNÁ AKVÁRIA.....	20
6.2	STÁLÁ AKVÁRIA.....	25
<b>7</b>	<b>NÁMĚTY NA POZOROVÁNÍ A EXPERIMENTY</b> .....	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>77</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURA:</b> .....	<b>78</b>

## 1 Úvod

Výuka biologie bývá v mnohých případech pro žáky nezajímavá. Prezentování živočichové jsou v hodinách často ukazováni jen jako obrázky v učebnicích a pracovních listech. Proto si myslím, že právě chov živočichů ve školních akváriích je přínosný. Nic nezaujme žáky více, než když si budou moci probíraného živočicha prohlédnout na vlastní oči. Školní akvárium má více předností než jen demonstrace vnější stavby těla živočichů. Prostřednictvím dočasných nebo stálých akvárií můžeme u vybraných jedinců sledovat vývoj od vajíčka až po dospělé, snadno můžeme pozorovat, jak se daný živočich chová ve svém přirozeném prostředí, jak se pohybuje nebo jak vyhledává a loví svoji potravu. Samotní žáci se mohou zapojit do péče o chované jedince v akváriích. I tato péče umožní žákům prohloubit jejich kladný vztah k živočichům a podpoří je v získávání nových znalostí o zvířatech, přírodě a ekologii.

Jako téma k bakalářské práci jsem si zvolila chov především vodních bezobratlých živočichů. Tato skupina je značně obsáhlá, vybrala jsem tedy převážně skupiny živočichů, které můžeme pozorovat v našich rybnících, řekách či potocích. Dále jsem zde popsala obojživelníky a ryby, které lze ve školním akváriu chovat. U vybraných jedinců jsem stručně popsala jejich základní znaky, prostředí, ve kterém žijí a zřízení chovných nádrží. Tématem práce jsou ale především náměty na pozorování vodních bezobratlých živočichů a experimentování s nimi. Náměty k pozorování jsou doplněny obrázky a vysvětlivky, aby vše bylo srozumitelné. Součástí práce jsou i základní informace o zřízení a údržbě akvária.

## 2 Druhy akvárií

Akvárií existuje nespočet druhů, velikostí a tvarů. Nejoblíbenějším stále zůstává tradiční akvárium obdélníkového tvaru. Velikost akvária závisí na více faktorech, mezi nejčastější patří velikost prostoru, kam chceme akvárium umístit. Dalším důležitým faktorem je druh a množství živočichů, které chceme chovat (Jacobs, 2004).

Na základě konstrukce rozlišujeme tři typy akvárií – lité akvárium (tzv. elementka), lepené akvárium a kostrové akvárium. Elementka neboli lité akvárium je tvořené z jednoho kusu skla. Tento druh se ale příliš nepoužívá, jelikož i při menším nárazu praská. Objem vody se pohybuje okolo 12 l. Kostrové akvárium se skládá z ocelové kostry se skleněnými tabulemi, které jsou k ní pomocí tmelu přichyceny. Nevýhodou tohoto akvária je koroze ocelové kostry. Dnes se nejčastěji používá akvárium lepené. Tato celoskleněná akvária se dají vyrobit v různých velikostech (Polák, 1986).

Na základě teploty vody rozdělujeme akvária na studenovodní a teplovodní.

### 2.1 Studenovodní akvária

Pokud se rozhodneme chovat živočichy a pěstovat rostliny mírného pásu, je vhodné zvolit velkou vodní nádrž. Studenovodní akvária nepotřebují tolik techniky jako teplovodní akvária. Ovšem nezbytná je přítomnost kvalitní filtrace a provzdušňování, živočichové mírného pásu jsou nároční na množství kyslíku ve vodě. Vyhřívání akvária není zapotřebí. Jako substrát se používá šterk s velikostí částic 3 až 5 mm. Tento podklad umožňuje dobrou cirkulaci vody. Vhodné je do akvária umístit také různě velké kameny (Mills, 1997). Rostliny vhodné pro studenovodní nádrže jsou například vodní mor (*Elodea*), bublinatka (*Utricularia*), stolístek (*Myriophyllum*) nebo růžkatec (*Ceratophyllum*). Mezi bezobratlé živočichy chované v těchto akváriích se řadí například larvy chrostíků (Trichoptera) nebo vážek (Odonata), potápníci (Dytiscidae), vodní ploštice, mezi které patří znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*), splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), bodule obecná (*Ilyocoris cimicoides*), jehlanka válcovitá (*Ranatra linearis*). Dále pak zástupci plžů, mezi které patří plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), okružák ploský (*Planorbarius corneus*), bahenka živorodá (*Viviparus contectus*) a mlžů, například slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) (Tschiesche, 1988). Chov plžů v akváriu má řadu výhod, ale také nevýhod. V akváriu požírají přemnožené řasy, odumřelé listy vodních rostlin nebo přebytky potravy ryb. Plži jsou také citliví na

znečištění vody různými látkami. Ovšem často také požívají vodní rostliny v akváriu nebo užívají potravu chovaným rybám (Meduna, 2009).

## 2.2 Teplovodní akvárium

V teplovodním akváriu se chovají živočichové z tropického a subtropického pásu a toto akvárium je vhodné pro začínající akvaristy. Mezi základní technické vybavení tohoto akvária patří filtr, vzduchové čerpadlo, ohřívač vody a osvětlení. Na dno akvária pokládáme štěrk o zrnitosti 3 až 5 mm (Mills, 1997). Mezi teplovodní rostliny patří anubis zakrslý (*Anubias barteri*), bakopa drobnolistá (*Bacopa monnieri*), obšírák žluťuchovitý (*Ceratopteris thalictroides*), kryptokoryna olivová (*Cryptocoryne beckettii*), bahnatka bezstopečná (*Limnophila sessiliflora*), hnědovka křídlatá (*Microsorium pteropus*), kabomba karolínská (*Cabomba caroliniana*), trhutka plovoucí (*Riccia fluitans*) nebo šípatkovec amazonský (*Echinodorus amazonicus*). V akváriu můžeme chovat teplomilné plže, příkladem jsou měchýřovky (*Ampullaria*, *Pomacea*), věžule obecná (*Turritella communis*), neritina zebra (*Neritina natalensis*), piskořka pichlavá (*Thiara cancellata*), surmovka vražedná (*Anetome helena*), piskořka věžovitá (*Melanoides tuberculatus*), *Clithon* sp., *Stenomelania torulosa*, *Tylomelania* sp. Mezi teplomilné mlže patří také druhy *Scabies crispata* nebo *Hyriopsis bialatus*. V akváriu lze chovat také různé druhy korýšů. Z krevet je to např. krevetka japonská (*Caridina japonica*), krevetka červená (*Neocaridina denticulata*), krevetka molucká (*Atyopsis moluccensis*) a krevetka račí (*Atyopsis gabonensis*). Mezi sladkovodní kraby se řadí „mikrokrab“ (*Limnopilos naiyanetri*), krab červený (*Episesarma mederi*) a krab panter (*Parathelphusa pantherina*). Z teplomilných raků můžeme v akváriu chovat zástupce jako je rak Lorentzův (*Cherax lorentzi*) nebo rak moreloský (*Cambarellus zempoalensis*). (Tschiesche, 1988).

## 3 Vybavení akvária

### 3.1 Světlo

Důležitým prvkem při zařizování akvária je výběr osvětlení. Světlo je nezbytné pro vytvoření biologické rovnováhy. Vodní rostliny i živočichové potřebují pravidelné střídání dne a noci, aby byly zachovány jejich biologické pochody. Toto střídání však nestačí, je nutné si uvědomit, že v přírodě není intenzita slunečního záření na všech místech stejná. Některé rostliny či živočichové mají rády přímý slunečný jas, některé naopak preferují spíše přitímní. Osvětlení stimuluje i vývoj řas, které jsou v akváriu nežádoucí. Například při nedostatku světla se začínají ve vodě množit hnědé rozsivky, naopak při přílišném osvětlení nádrže se přemnoží vláknité zelené řasy. Vybraný světelný zdroj by se měl co nejvíce podobat slunečnímu záření. V akvaristice se používá celá řada světelných zdrojů (Frank, 2000; Maitre-Allain, 1997).

- Zářivky – jsou trubice obsahující plyn, který po elektrickém výboji začne zářit. Jejich životnost je cca jeden rok a časem jejich světelná intenzita klesá. Zářivky se v akváriu vyměňují postupně, aby rostliny a živočichové neutrpěli šok výraznou změnou intenzity světla. Zářivek existuje několik druhů, ty se liší barvou vyzařovaného světla. V akvaristice se nejvíce využívá zářivka simulující denní světlo (Maitre-Allain, 1997).
- Výbojky – obsahují sodíkové páry, které se pomocí elektrického výboje mezi dvěma elektrodami rozzáří. Sodíkové výbojky se často používají společně s modrou zářivkou. Výbojky se používají hlavně v akváriích s hladinou mořské vody nad 0,5 metru (Maitre-Allain, 1997).
- Osvětlovací rampa – slouží k uchycení zářivek a k jejich ochraně před vodní hladinou. Světelné ztráty v rampě se pohybují okolo 20 až 30 %. Těmto ztrátám se dá předejít tím, že rampu obalíme alobalem nebo natřeme bílou barvou (Maitre-Allain, 1997).

Výhodou umělého osvětlení oproti dennímu světlu je možnost volby intenzity a délky osvitů. Osvětlení by mělo být umístěné tak, aby světelné paprsky dopadaly shora na hladinu vody v akváriu. Boční osvětlení by mělo nepříznivý dopad na růst rostlin. Doba osvitů akvária by měla být 10 až 12 hodin, přičemž přechod ze tmy do světla (a naopak) by neměl být prudký, ale postupný (Polák, 1986).

## 3.2 Vytápění

Pokud rostliny nebo živočichové pocházejí z tropického pásu, je nutné vodu v akváriu vytápět. Akvárium je možné vytápět za pomoci různých zařízení. Nejjednodušší způsob, jak vytápět vodní nádrž, je ponorný ohřívač. Použit lze i samostatná ohřívací tělesa, jejich nevýhodou je větší množství elektrických kabelů, které je zapotřebí ukryt. Aby se zajistila stálá teplota vody, je dobré ohřívací těleso nebo ponorný ohřívač připojit na termostat, který při poklesu teploty vody automaticky zapne ohřívání. Naopak pokud potřebujeme vodu v akváriu zchladit mohou se využít chladicí jednotky do akvárií. Nejjednodušší chladicí jednotky fungují na konstantním laminárním proudění vzduchu. Proud vzduchu rozvlí hladinu vody v akváriu, čímž dochází ke snížení teploty vody (Maitre-Allain, 1997).

## 3.3 Provzdušňování

Provzdušňování slouží k čerení vodního objemu, díky kterému dochází ke zlepšení pronikání atmosférického kyslíku do vody a tím k eliminaci ve vodě rozpuštěného oxidu uhličitého. Čerení vody napomáhá také k rovnoměrnému rozptýlení tepla vycházejícího z topného tělesa. Nicméně provzdušňování u malých nádrží není zapotřebí. Naopak u velkých akvárií je čerení vody nezbytné. K provzdušňování slouží vzduchovací motorčky nebo filtry s přísáváním vzduchu (Maitre-Allain, 1997).

## 3.4 Filtrace

Filtrace vody v akváriu je nezbytná pro správný vývoj v něm žijících živočichů a rostlin. Filtr zbavuje vodu nečistot jako jsou zbytky potravy nebo odumřelé části rostlin. Filtrace je také důležitá pro vytvoření proudění vody, které je důležité pro reofilní druhy živočichů. Filtrů existuje velké množství, jejich základní dělení je na filtry vnější a vnitřní. Vnější filtry se umísťují vedle akvária nebo do poličky pod akváriem, vnitřní filtry pak do vnitřního rohu akvária. (Stadelmann, 1998).

Různé typy filtračních systémů podle Maitre-Allaina (1997):

- Deskový filtr se musí do akvária umístit ještě před položením substrátu. Znečištěná voda protéká pískem, který souží jako filtrační materiál, a na dně je zachycována deskou filtru. Vyčištěná voda je poté odsávaná zpět do akvária pomocí odsávače, který je napojen na vzdušné čerpadlo.

- Vzduchem poháněné vnitřní filtry se používají především v malých akváriích. Filtračním materiálem v tomto zařízení je porézní molitan, skrz který je voda proháněna pomocí vzduchového čerpadla. Výroba tohoto filtru je velmi snadná. Do nádoby z PVC se vloží molitan a vršek se překryje štěrkem nebo pískem.
- Vnitřní filtry s elektrickým motorkem se používají pro akvária do 100 litrů. Voda je nasávána přes mřížku, která slouží k zachycení větších nečistot do filtračního materiálu a pak zpět do akvária. Jako filtrační materiál slouží molitan nebo perlonová vata.
- Vnější filtry se skládají z filtrační nádrže a z elektrického čerpadla.
- Dekantační filtry se umísťují k jedné straně akvária. Objem samotného filtru musí být minimálně 10 % objemu nádrže. Tento druh filtru se nekládá pod hladinu vody, ale pouze se polévá. Důležitý je neustálý kontakt se vzduchem, který zajišťuje správné prokysličení vody. Existují dva systémy těchto filtrů: okapový filtr a polomokrý filtr.

### 3.5 Pomůcky

Aby v akváriu byly životní podmínky stále prospěšné pro život rostlin a živočichů, je nezbytné o něj správně pečovat. K dokonalé péči jsou vhodné akvaristické pomůcky, které tuto údržbu usnadní.

Příklady pomůcek pro údržbu akvária podle Maitre-Allaina (1997):

- Teploměr – je zcela nebytný pro udržení stálé teploty vody. V akvaristice se běžně používá obyčejný lihový teploměr, který se upevní na stěnu pomocí přísavky, co nejdále od topení.
- Časový spínač – je napojen na osvětlení a je vhodný k dodržování pravidelného cyklu mezi dnem a nocí
- Odsávač kalu – umožňuje odsávání kalu přímo ze dna akvária.
- Magnetická stěrka – usnadňuje čištění vnitřních stran akvária. Stěrka se skládá ze dvou silných magnetů. Na prvním magnetu, který se umísťuje na vnitřní stranu akvária, je přichycená gumová stěrka. Druhý magnet je obalen plstí a přikládá se ke stěně z vnějšku.
- Síťka – se používá pro bezpečný odchyt v akváriu žijících živočichů.
- Pomůcky k analyzování vody – většinou fungují na principu změny barvy analyzované vody po přidání indikátoru a následném porovnání se spektrem barev natištěným na obalu testovací sady.

## **4 Zřízení akvária**

### **4.1 Umístění akvária**

Při zakládání akvária je důležitým faktorem jeho samotné umístění v interiéru. Akvárium se musí umístit na podložku, která je dostatečně stabilní, aby vydržela hmotnost nádrže. Akvárium by se nemělo umístit na okenní parapet. Na tomto místě by totiž dostávalo příliš mnoho slunečního záření, a to by mělo škodlivé účinky. Při nadměrném slunečním osvětlení dochází k přemnožení zelených řas. V létě by se nádrž mohla přehřívat a v zimě by naopak akvárium ztrácelo příliš mnoho tepla. Ideální umístění vodní nádrže je na místě, kde na něj bude svítit ranní slunce. Tím, že má akvárium umělé osvětlení, nevadí jeho umístění ani ve stinných místech. Nevhodné je také umístění na chodbách, kde může teplota kolísat. Na podložce, kde je akvárium umístěné, by mělo být v okolí dost místa na pomůcky a techniku nezbytnou k jeho provozu. Kvůli technickému vybavení musí být nádrž umístěná poblíž elektrické zásuvky (Mills, 1997). Pod vlastní nádrž umístíme měkkou podložku (polystyren, guma).

### **4.2 Výběr substrátu**

Substrát se na dno akvária umísťuje téměř vždy. Pouze pokud používáme akvárium k experimentu, substrát na dně být nemusí. Jeho umístění má tři hlavní funkce, podklad slouží jako úkryt pro živočichy žijící v akváriu, je důležitý pro růst a zakořenění vodních rostlin a v neposlední řadě slouží jako filtrační médium. Substrát se rozprostírá po celém dně, a to ve vysoké vrstvě. Výška vrstvy písku by měla být minimálně pět centimetrů. Důležitý je také sklon písku, který klesá od zadní stěny směrem ke stěně přední. Pokud je v akváriu používaná filtrační deska, musí se umístit před uložením substrátu (Mills, 1997).

Ve sladkovodních akváriích se nejčastěji jako podkladový substrát používá hrubý křemičitý písek o zrnitosti 7-16 mm nebo drobný šterkopísek o zrnitosti 2-5 mm. Zbarvení křemičitého písku je variabilní, závisí na obsahu oxidů železa. Nejčastěji se používají bílé a tmavé písky. Ve sladkovodním akváriu se využívají převážně tmavé písky, jelikož zbarvení sladkovodních ryb je na tomto podkladu lépe viditelné. Ovšem existují i různě barevné křemičité písky, které slouží hlavně jako dekorace (Maitre-Allain, 1997).

Někteří akvaristé odebírají písek přímo z říčního koryta. Před jeho použitím v akváriu se musí vyprat a vyvařit. Říční písek se vloží do nádoby a proudem vody se promíchává. S přetékající vodou odcházejí nečistoty z písku (Polák, 1986).

### 4.3 Dekorační prvky

Dekorace je v akváriu nezbytná a plní mnoho úkolů. Živočichové v ní hledají úkryt, ať přechodný nebo trvalý, také jim zajišťuje pocit bezpečí a zlepšuje orientaci v akváriu. Dekorace slouží také jako podklad nebo podpora pro rostliny. Například rostlina hnědovka křídlatá (*Microsorium pteropus*, nověji zařazena do rodu *Leptochilus*) se nesází do substrátu, ale pouze se přichytí na kořen nebo kámen. V neposlední řadě slouží dekorace k zakrytí technického vybavení akvária. Vybrané dekorační prvky musí být hlavně funkční, snadno udržitelné a odolné proti případným útokům akvarijních živočichů. Materiál, ze kterého je dekorace vyrobena, nesmí měnit chemické složení vody (Maitre-Allain, 1997).

#### *Kameny*

Kameny umístěné v nádrži se musí usadit napevno. Velké a těžké balvany se nikdy nepokládají přímo na dno, ale na tenkou podložku, aby nedošlo k prasknutí dna akvária. K dekoraci se často používají břidlicové kameny, které lze snadno pokládat na sebe a tvořit v akváriu terasy. Pro větší bezpečnost je lepší kameny slepit, aby se stavba nezřítla. Žádný použitý materiál by neměly mít ostré hrany, aby nedošlo k poranění živočichů (Jacobs, 2004; Maitre-Allain, 1997)

#### *Dekorace rostlinného původu*

Při dekoraci akvária se nepoužívají jen kameny, ale i různé přírodní materiály. Dekorační prvky získané v přírodě se musí před vložením do akvária správně ošetřit. Cílem ošetření je zbavit předměty nežádoucích zbarvujících látek, bakterií, hub a jiných organismů. Dekorace se řádně očistí kartáčem a na dva dny se vloží do dezinfekčního roztoku. Jako dezinfekce slouží roztok chlornanu sodného (javelská voda) nebo roztok modré skalice. Nakonec se předměty několikrát vyvaří (Maitre-Allain, 1997).

Mezi přírodní předměty, které se v akvaristice využívají, patří například suché větve nebo kořeny, které se před použitím namočí do vody. Mezi dřeviny vhodné do akvária patří dub, buk nebo kořeny vrb a olší. Často se používá také dřevo z rašelinišť, které je již přirozeným způsobem odolné proti plísni a hnilobě. Další možnou dekorací je bambus nebo kůra. Dále je možné vhodné kořeny a jiné přírodní dekorace zakoupit v akvaristických prodejnách (Jacobs, 2004; Maitre-Allain, 1997).

## 4.4 Voda

Voda je důležitou součástí akvária. Každý živočich, který je chován v nádrži, má jiné požadavky na kvalitu vody. Druhů vod je nespočetné množství. Do akvárií se používá voda buď z přírodních zdrojů nebo vodovodu. Destilovaná voda se v akvaristice téměř nepoužívá. Tato voda neobsahuje žádné minerály, je to jen čistá sloučenina kyslíku a vodíku. Jediné použití je při výrobě výluhu (například z rašeliny) nebo při snižování tvrdosti vody v akváriu (Polák, 1986).

### Tvrdość vody

Tvrdość vody je dána obsahem kationtů vápníku a hořčíku. Jednou z veličin, ve kterých se udává tvrdość vody, jsou německé stupně tvrdości (°dGH). Na základě této stupnice se voda dělí na velmi měkkou (0-4 °dGH), měkkou (4-8 °dGH), polotvrdou (8-12 °dGH), tvrdou (12-18 °dGH) a velmi tvrdou (18-30 °dGH). Přechodná tvrdość vody je dána přítomností hydrogenuhličitanu vápenatého. Tuto tvrdość lze poměrně lehce odstranit varem. Pro akvaristy je důležité získat kvalitní velmi měkkou vodu. V čistých oblastech, kde nehrozí kyselá dešť, je možné kvalitní vodu získat nasbíráním sněhu nebo nachytáním vody dešťové. (Frank, 2000).

### pH vody

Množství rozpuštěných vodíkových kationtů a hydroxidových aniontů ve vodě určuje, zda je voda zásaditá, neutrální nebo kyselá. Stupnice pH nabývá hodnot od nuly do čtrnácti, kdy pH 0 značí silnou kyselinu, pH 14 silnou zásadu a pH 7 neutrální roztok. Ve sladkovodních nádržích se pH pohybuje v rozpětí od 6,5 do 7,5, což je pro většinu akvariálních živočichů vhodné. Jakákoliv prudká změna této hodnoty má škodlivý vliv na život živočichů v nádrži. Ovšem některé druhy rostlin, jako je například hnědovka křídlatá (*Microsorium pteropus*), mohou pH vody snížit (Maitre-Allain, 1997).

### Kyslík

Obsah kyslíku ve vodě určuje teplota a rychlost proudění vody. Chladné potoky mají mnohem více kyslíku než stojaté vody v teplých oblastech. Zvýšením teploty vody ubývá množství kyslíku rozpuštěného v ní, a to může mnohým živočichům způsobit dýchací obtíže nebo i smrt. Hladinu kyslíku v akváriu ovlivňuje znečištění vody organickými i anorganickými látkami a rozvoj bakterií a nálevníků. Pokud je spotřeba kyslíku větší, než jsou schopny zajistit rostliny nebo vzduchování a filtrování vody, vznikne tzv. kyslíkový deficit. Tomuto lze zabránit

pravidelným čištěním akvária, odkalováním dna a správnou filtrací, která výtokem vody čerí hladinu v akváriu (Frank, 2000).

### Oxid uhličitý

Oxid uhličitý vzniká při vydechování živočichů. Velký význam má pro vodní rostliny, které ho spotřebovávají při fotosyntéze. Ve vodě se částečně rozpouští na kyselinu uhličitou, jejíž přítomnost dočasně snižuje hodnotu pH. V přírodě dochází důsledkem zvyšování a snižování oxidu uhličitého ve vodě ke změně pH. V noci se jeho množství, a tím hodnota pH stoupá, naopak ve dne se množství snižuje a hodnota pH klesá. Fotosyntetizující rostliny odebráním oxidu uhličitého z vody biologicky vodu odvápnují (Maitre-Allain, 1997).

### Dusíkaté látky

Dusíkaté látky se ve vodě vyskytují především z exkrementů, odumřelých částí rostlin, kořenů a zbytků potravy. Tuto hmotu postupně rozkládají bakterie a z přítomných bílkovin se uvolňuje amoniový kationt, z něhož následně vzniká jedovatý amoniak. Celému tomuto procesu se říká nitrifikace. K odbourávání amoniaku slouží bakterie rodu *Nitrosomonas*, které ho oxidují na jedovaté dusitany, a bakterie rodu *Nitrobacter*, které oxidují jedovaté dusitany na méně nebezpečné dusičnany, které z vody odstraňují rostliny. Pokud je v akváriu nedostatečné osvětlení nebo malé množství rostlin, dochází k prudkému nárůstu dusičnanů a v případě, že nejsou přítomny bakterie, dochází k redukci zpátky na dusitany, které jsou pro živočichy velmi jedovaté. Jakmile toto nastane, je nutná okamžitá výměna veškeré vody v akváriu. Ovšem pravidelným odkalováním detritu a výměnou části objemu vody se tomu lze snadno vyhnout (Maitre-Allain, 1997).

### Rozdělení druhů vod podle Poláka (1986)

#### Dešťová voda

V dnešní době se již téměř nepoužívá. V důsledku znečištění ovzduší dešťová voda ve městech nelze použít. Tato voda je částečně použitelná, pokud je nachytaná na venkově, ale i tato voda musí být několikrát přefiltrována. Nejčastěji se používá při výrobě rašelinového výluhu do vytíracích nádrží.

#### Sněhová voda

Sněhová voda se stejně jako dešťová voda nesbírá ve městech, ale na venkově. První vrstva sněhu sesbírá ze vzduchu nečistoty, proto se používá až vrstva druhá. Sesbíraný sníh se nechá

v čisté nádobě roztát a poté se několikrát přefiltruje. Použití této vody je stejné jako použití vody dešťové.

#### Říční voda

Při odebírání říční vody se musí dávat pozor na případné znečištění toku. Odebraná voda se musí několikrát přefiltrovat a poté je možné ji do akvária použít. Chemické složení říční vody se liší na základě prostředí, kde daná řeka protéká.

#### Voda z rašelinišť

Voda z rašelinišť má žluté až hnědé zbarvení. Před použitím v akváriu se musí voda nejprve přefiltrovat, poté se může smíchat s vodou z akvária, aby živočichové v nádrži neutrpěli šok ze změny složení vody. V akváriu se využívá ke snížení pH a tvrdosti vody. V akvaristických potřebách lze zakoupit přípravky na bázi rašelinných výluhů k ovlivnění kvality vody.

Nejčastěji se k naplnění akvária používá vodovodní voda. Dnes se používá k její dezinfekci oxid chloričitý, který se v pitné vodě vyskytuje v malé koncentraci, takže pro živočichy není nebezpečný. Pokud tedy z vody není cítit zápach chloru, nemusí se nechávat voda odstát (Slaboch, Slabochová, 2015).

## 4.5 Postup při zřizování akvária

Postup zřizování akvária podle Maitre-Allaina (1997):

1. Akvárium se pečlivě vyčistí pomocí vlažné vody bez použití čisticích prostředků.
2. Zabuduje se vnější dekorace. Při pozdějším umístění by to již nešlo.
3. Akvárium se postaví na pevný podstavec, musí být umístěno tak, aby okolo nádrže byl dostatečný prostor. Po naplnění nelze s akváriem již manipulovat.
4. Aby se zjistilo případné unikání vody z nádrže, provede se zkušební naplnění. Pokud voda neuniká, akvárium se vyprázdní a pokračuje se zařizováním nádrže.
5. Když se pro filtraci vody zvolí deskový filtr, umístí se na dno akvária tak, aby v zadním rohu byl situován odsávač.
6. V této fázi se do akvária nainstaluje technické vybavení. Pozor se musí dát na umístění vytápěcího zařízení, které nesmí být poblíž umělohmotného předmětu.
7. Na dno akvária se položí dekorace například kameny nebo korály. Při skládání dekorací se musí dbát jak na estetické hledisko, tak hlavně na praktické využití. S rozmístěním

dekorací po naplnění akvária nelze manipulovat, proto je dobré si jejich uspořádání dobře rozmyslet.

8. Po rozložení dekorací se na dno akvária rozmístí substrát. Jeho úkolem je upevnit dekorace. Substrát by se měl od zadní stěny k přední stěně postupně svažovat.
9. Pokud je již vše připravené, je možné začít akvárium plnit vodou. Proud vody by se měl přerušit, například talířem, aby nedošlo k vyplavení substrátu. Akvárium se naplní do poloviny, upraví se dekorace a případně se zasadí rostliny. Poté se voda doplní do úplného objemu a případné nečistoty se odstraní sítkou.
10. Zkontroluje se, zda je potřebná technika ponořená. Spustí se topné těleso, filtrace a provzdušňování. Během pár hodin se voda vyčistí a zahřeje na požadovanou teplotu.
11. Přístroje v akváriu se nechají 24 hodin puštěné a vše se znovu zkontroluje. Voda by měla být čirá a vyhřátá na požadovanou teplotu.
12. Akvárium se osází rostlinami, které se nechají několik týdnů růst. Poté se do akvária přidají živočichové. Přemístění akvariálních rybek z pytlíku do nového akvária se neprovádí ihned po příchodu. Do pytlíku s rybami přilijeme vodu z akvária a vložíme ho do nádrže. Tímto si ryby přivyknou na teplotu vody. Po několika minutách můžeme ryby za pomoci sítky z pytlíku vylovit a umístit do nového akvária.

## 5 Údržba a péče o akvárium

Péče o akvárium je velmi důležitá pro zachování rovnováhy v něm. Aby se živočichům v akváriu dařilo, je nutné pravidelné čištění a kontrola technického vybavení. Tyto činnosti je dobré provádět v určitých intervalech.

Frekvence prováděných činností podle Stadelmanna (1998):

Denní činnost

- Kontrola zdravotního stavu všech živočichů žijících v akváriu
- Kontrola teploty vody
- Kontrola přístrojů

Týdenní činnost

- Výměna 20 až 25 % vody v akváriu
- Rozbor vody
- Odsátí kalu
- Odstranění řas ze skel akvária
- Odstranění odumřelých částí rostlin

Měsíční činnost

- Vyčištění filtru
- Zastřížení rostlin v akváriu

Výměna a rozbor vody

Voda v akváriu by se neměla nikdy měnit všechna najednou. Vždy se doporučuje měnit každé 3 až 4 týdny 20 % vody ve sladkovodním akváriu. Výměna nesmí rušit život živočichů. Provádí se pomocí odsávací hadičky a nádoby, do které se nejprve voda odsaje. Následně se do nádrže přilije odstátá voda o stejné teplotě (Mills, 1997).

Některé potíže mohou být způsobeny špatnou kvalitou vody, proto je důležité provádět její pravidelný rozbor. Důležité je sledovat pH, teplotu, množství dusitanů a tvrdost vody. K měření pH se používají indikační papírky nebo jednoduché soupravy, které pokrývají široké rozpětí hodnot. Ve sladkovodním akváriu se pH vody pohybuje okolo hodnoty sedm. Tvrdost vody se měří ve stupních tvrdosti. Na základě toho se dělí na velmi měkkou, měkkou, polotvrdou, tvrdou a velmi tvrdou. Voda v akváriu má být čirá a průhledná, pokud se zbarví, značí to

problém, který je zapotřebí řešit. Hodnotu dusitanů obsažených lze snadno měřit indikátorem Tetra-Test Nitrit. Naměřené hodnoty se udávají v miligramech dusíku na jeden litr vody (N/l). Hodnota dusitanů v akváriu se pohybuje v rozmezí 20 až 40 mg/l (Frank, 2000).

#### Údržba substrátu

Na dně akvária se hromadí zbytky potravy, odumřelé části rostlin nebo trus živočichů. Tyto zbytky nejenže působí neesteticky, ale narušují i biologickou rovnováhu akvária. Je nutné je pravidelně odsávat pomocí odkalovacího zvonu. Na zvon se připojí prodlužovací hadička, která se vloží do připravené nádoby. Nasaje se do ní voda a se nechá vytékat do připravené nádoby. Odkalovacím zvonem se postupuje po celém dně a po všech dekoracích do té doby, než je všechn kal odsátý. K čištění lze také využít i obyčejnou ohebnou hadici, ta se většinou používá u menších nádrží. Při tomto procesu se musí dávat pozor na případné nasátí menších živočichů (Polák, 1986). K čištění dna akvária lze použít bateriové, vakuové nebo elektrické odkalovače.

#### Péče o filtr

Filtrační materiál jako je molitan slouží především k mechanickému čištění vody. V tomto materiálu se hromadí bakterie, které rozkládají odfiltrovaný kal. Při tomto ději se uvolňují živiny pro rostliny a oxid uhličitý. Vnitřní filtr se čistí každé dva až čtyři týdny. Molitan se promyje vlažnou vodou, vyždímá a opět se použije. Jeho výměna je nutná, pokud změkne nebo ztratí svůj tvar. Vnější filtr se čistí každé tři až čtyři měsíce. Substrát se vymývá vlažnou vodou do té doby, dokud voda nezůstane čistá. Filtrační materiál se nedesinfikuje ani neproplachuje horkou vodou, aby nedošlo k úhynu nitrifikačních bakterií (Stadelmann, 1998). Kromě vnějších a vnitřních filtrů existují také filtry závěsné. Jejich výhodou je, že nezabírají v nádrži prostor, ale nelze je využít pro zcela zakrytá akvária.

## 6 Chov vybraných skupin živočichů.

### 6.1 Dočasná akvária

V těchto akváriích chováme živočichy pouze po určitou dobu. Patří sem například larvy jepic (Ephemeroptera), vážek (Odonata), pošvatek (Plecoptera) a chrostíků (Trichoptera).

#### Řád: Jepice (Ephemeroptera)

Jepice (Ephemeroptera) patří ke hmyzu s proměnou nedokonalou, chybí jim klidové stádium kukly. Dospělí jedinci mají hladké a lesklé tělo a hustou žilnatinu na křídlech. První pár křídel je výrazně větší než druhý. Zadeček je u jepic zakončen párem dlouhých štětů, kdy uprostřed bývá jeden štět navíc. Dospělé jepice žijí jen pár hodin až dnů, odtud vznikl pojem „jepičí život“. Ve školních akváriích se nechovají dospělci, ale jejich larvy, které se nazývají najády. Najády jsou od dospělců zcela odlišné (Hanzák a kol., 1973). Tělo larvy je tvořeno hlavou, hrudí a zadečkem. Na hlavě jsou umístěny dvě velké složené oči a dvě malá jednoduchá očka. Tykadla jsou krátká a článkovaná. Ústní ústrojí larev jepic je kousací a skládá se z horního pysku, jazýčku, dolního pysku, párových kusadel a čelistí. Hrud' je složena z předohrudí, středohrudí a zadohrudí. Na hřbetní straně hrudi jsou umístěny křídlové pochvy. Nohy larev mají plně vyvinuty všechny základní části. Zadeček je ukončen dvěma štěty a jedním paštětem (u jepice peřejové jsou přítomny pouze dva štěty). Larvy dýchají vzdušnicovými žábry (Rozkošný, 1980).

Larvy jepic (Ephemeroptera) žijí jak ve stojatých, tak i v tekoucích vodách. Nalézt je můžeme v bahních březích, pod kameny a na vodních rostlinách. K lovu larev používáme jemné sítko. Akvárium zařizujeme tak, aby podmínky byly co nejvíce podobné prostředí, v jakém larvy nachytáme. Na dno nádrže nasypeme vrstvu písku a přidáme vodu, nejlépe z místa, kde jsme larvy odebírali. Do akvária umístíme rostliny a kameny, které by měly být částečně nad hladinou, jelikož dospělci se líhnou na souši. Larvy krmíme řasami nebo živočišnými zbytky (Hanel, 2002).

Ve stojatých vodách můžeme nalézt několik typů larev jepic. Lezoucí larva je typická pro rod *Caenis*. Tato larva má zploštělé tělo s obrvenými hrabavými nebo plazivými nohama. Štěty jsou neobrvené. Nalézt ji můžeme zahrabanou v bahně. Dalším typem je larva hrabavá, která je typická pro rod *Ephemer*a. Larva má válcovité tělo s předním okrajem hlavy a kusadly upravenými k hrabání. Plovací larvy můžeme pozorovat u rodu *Cleon*. Tyto larvy se pohybují

vlnivým pohybem zadečku s pomocí žaberních lupínek. Jako pomocný orgán při pohybu slouží obrvené štěty (Rybak, 1971).



Obrázek 1: typ lezoucí larvy, jepice rodu *Caenis*, (Zdroj: Rybak, 1971)



Obrázek 2: typ hrabavé larvy, jepice obecná (*Ephemera vulgata*), (Zdroj: Rybak, 1971)



Obrázek 3: typ plovací larvy, jepice dvoukřídlá (*Cleon dipterum*), (Zdroj: Rybak, 1971)

V tekoucích vodách žijí volně lezoucí larvy a larvy povětšinou nepohyblivé, přisedlé. Mezi přisedlé larvy patří rody *Heptagenia*, *Rhitrogena*, *Epeorus*. Tyto larvy jsou ploché a těsně přitisknuté k podkladu, což jim umožňuje úspěšně vzdorovat rychlému proudění vody. Mezi lezoucí larvy patří zástupci rodu *Baetis* (Rybak, 1971).



Obrázek 4: typ přisedlé larvy, jepice bystrinná (*Rhitrogena semicolorata*), (Zdroj: Rybak, 1971)



Obrázek 5: typ lezoucí larvy, jepice rodu *Baetis*, (Zdroj: Rybak, 1971)

### **Řád: Vážky (Odonata)**

Vážky (Odonata) patří mezi hmyz s proměnou nedokonalou. Dospělí jedinci mají dva páry křídel s různě hustou žilnatinou. Na hlavě jsou dvě velké složené oči a krátká tykadla. Ústní ústrojí u dospělých jedinců i u larev je kousací. Tři páry končetin slouží k přichycení k podkladu nebo k lovu kořisti za letu. Zadeček je štíhlý a tvořený jedenácti články. Samičky vážek kladou vajíčka do vody, kde se z nich líhnou larvy, zvané někdy nymfy. Nymfy jsou dravé a svou kořist loví pomocí spodního pysku upraveného do vymrštitelného orgánu, tzv. lapací masky. Larvy dýchají pomocí vnějších či vnitřních tracheálních žaber (v zadní části střeva), případně i celým povrchem těla. Líhnutí dospělce probíhá mimo vodu (Sedlák, 2002).

Larvy vážek (Odonata) žijí převážně ve stojatých vodách, kde je pomocí sítky můžeme odchytnout. Chováme je po jednom jedinci v nádrži, jelikož se u nich projevuje kanibalismus. Akvárium stačí malé. Na dno nasypeme vrstvu písku, kamení a zasadíme vodní rostliny. Do akvária vložíme větvičky tak, aby část byla nad hladinou, kde se z larvy vylíhne dospělá vážka. Jako potravu používáme perloočky, buchanky, nitěnky, larvy hmyzu, ale také pulce (Hanel, 2019).

Do řádu vážky patří podřády stejnokřídlce (Zygoptera) a různokřídlce (Anisoptera). Larvy motýlic mají na zadečku lupínkovité tracheální žábry, které pomáhají při pohybu. Larvy šídla pak mají zadeček zakončen trnovitou pyramidou (Macek, 2001).



Obrázek 6: larva šídla (*Anisoptera*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anax\\_imperator\\_Exuvie\\_MHNT\\_Parc\\_de\\_la\\_Maourine.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anax_imperator_Exuvie_MHNT_Parc_de_la_Maourine.jpg))



Obrázek 7: larva motýlice (*Zygoptera*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue-tailed\\_damselfly\\_\(Ischnura\\_elegans\)\\_nymph.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue-tailed_damselfly_(Ischnura_elegans)_nymph.jpg))

### Řád: Pošvatky (*Plecoptera*)

Pošvatky (*Plecoptera*) patří do skupiny hmyzu s proměnou nedokonalou. Dospělí jedinci jsou charakteristické svým klidovým složením křídel nad zadečkem. Dospělci mají většinou zakrnělé ústní ústrojí, jelikož nepřijímají během života potravu. Vývoj larev probíhá ve vodě, kam samičky kladou shluky vajíček. Podle druhu potravy rozlišujeme tři druhy nymf: býložravé, všežravé a masožravé. Tělo mají nymfy podobné dospělcům, chybí jim křídla, která se postupně vyvíjejí. Ve vodě dýchají larvy pomocí tracheální soustavy a pomocí žaber, které jsou umístěné na hrudních člancích. Zadeček mají zakončen vždy dvěma štěty (Hanzák a kol., 1973).

Nymfy pošvatek (*Plecoptera*) žijí v čistých, dobře prokysličených, tekoucích i stojatých vodách. Většinou je najdeme pod kameny nebo v rostlinách. Larvy odchyťujeme pomocí síťky nebo cedníku. V laboratoři je chováme v malých nádržích. Na dno umístíme vrstvu písku a kamení, můžeme přidat i vodní rostliny. Část kamene nebo větvičky by měla vyčnívat nad vodní hladinu. Nymfy krmíme larvami například dvoukřídlého hmyzu, červy nebo rostlinnou potravou jako jsou řasy, lišejníky nebo mechy (Macek, 2001). K pošvatkám, které v nymfálním stádiu můžeme chovat v akváriu, patří druhy *Nemoura cinerea* nebo *Nemurella picteti*.



Obrázek 8: Larva pošvatky (Plecoptera), (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SteinfliegenLarve2.JPG>)

### **Řád: Chrostíci (Trichoptera)**

Chrostíci patří mezi hmyz s proměnou dokonalou. Dospělci mají dva páry křídel, která jsou porostlá chloupky. V poloze v klidu jsou jejich křídla střechovitě složená nad zadečkem. Na hlavě mají umístěná dvě dlouhá a tenká tykadla, ústní ústrojí je zakrnělé a slouží pouze k lízání rostlinných šťáv. Imaga se pohybují v okolí vodních ploch. Chrostíci vylétávají ze svých úkrytů až v podvečer, během dne jsou schovaní. Po oplození kladou samičky vajíčka ve shlucích volně do vody nebo na předměty nad i pod vodní hladinou. Vylíhlé larvy chrostíků žijí ve vodě. Ústní ústrojí larev je kousací a jejich potrava je velmi různorodá. Dýchají pomocí tracheálních žaber umístěných na zadečku. Většina larev si po vylíhnutí staví schránky, některé žijí volně a staví si lapací sítě. Schránky si staví pomocí sekretu, který je vylučován snovacími žlázami na spodním pysku, a různorodého materiálu, který se vyskytuje na dně vodní plochy. Pomocí použitého materiálu lze určit druh chrostíka. Schránku staví pomocí prvního páru nožek, který je kratší. Zbylé dva páry slouží k pohybu. Larva před zakuklením vyhledá bezpečné místo a schránku upevní. Pokud schránku nemá, vybuduje si bezpečný úkryt, kde se posléze zakuklí. Před vylíhnutím dospělého jedince kukla opustí schránku a doplave k hladině, kde se začne líhnout dospělý jedinec (Hanzák a kol., 1973; Sedlák, 2002)

Larvy chrostíků chováme v akváriích se sladkou vodou. Na dno umístíme různé typy podkladu, např. křemičitý písek, úlomky schránek, různě velké kamínky, větvičky. Do nádrže můžeme zasadit i vodní rostliny, přidat větší kameny nebo kořeny. Larvy krmíme řasami, menšími larvami hmyzu nebo malým vodním hmyzem (Hanel, 2002). Mezi zástupce, které můžeme nalézt v našich vodách patří *Limnephilus flavicornis*, *Odontocerum albicorne*, *Agapetus fuscipes* nebo *Micropterna lateralis*.



Obrázek 9: schránka larvy *Limnephilus flavicornis*, (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:L\\_flavicornis\\_22088905.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:L_flavicornis_22088905.jpg))

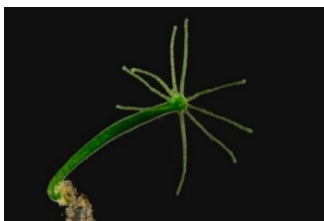
## 6.2 Stálá akvária

Ve stálých akváriích chováme živočichy po delší dobu. Mezi zástupce chované v těchto akváriích patří např. polypovci (Hydrozoa), ploštěnky (Turbellaria), plži (Gastropoda), pijavice (Hirudinea), perloočky (Cladocera), stejnonožci (Isopoda), listonozi (Notostraca), různonožci (Amphipoda), rakovítí (Astacidae), brouci (Coleoptera), vodní a pleustonní ploštice (Heteroptera), vodouch stříbřitý (*Argyroneta aquatica*), obojživelníci (Amphibia) a ryby (Osteichthyes)

### Řád: Nezmaři (*Hydrida*)

Nezmaři jsou především sladkovodní živočichové, kterým chybí stádium medúzy. Jejich tělo je radiálně souměrné a povrch je vyztužen tenkou chitinovou vrstvou. Mají tenká nevětvená chapadla. Nezmaři jsou také známí pro svoje výborné regenerační schopnosti, při poranění jim chybějící část těla doroste. Mezi nejznámější zástupce se řadí nezmar obecný (*Hydra vulgaris*), který je 1-1,5 cm dlouhý, nezmar hnědý (*Pelmatohydra oligactis*), který měří až 3 cm a nezmar zelený (*Chlorohydra viridissima*), jehož délka je do 1 cm (Motyčka, Roller, 2001).

Odchyt nezmarů není složitý. Žijí na rostlinách ve stojatých vodách. Rostlinu vložíme do připravené nádrže a po chvíli, pokud v okolí nádrže není žádný rušivý element, se nezmaři začnou projevovat. Pro jejich chov stačí malé akvárium s pískem a vodními rostlinami, na kterých je z přírody odebereme. Jako krmivo slouží zooplankton, například buchanky (Hanel, 2002).



Obrázek 10: nezmar zelený (*Chlorohydra viridissima*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydra\\_viridissima#/media/File:Mikrofoto.de-Hydra\\_15.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydra_viridissima#/media/File:Mikrofoto.de-Hydra_15.jpg))



Obrázek 11: nezmar hnědý (*Pelmatohydra oligactis*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydra\\_oligactis#/media/File:Hydra\\_oligactis.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydra_oligactis#/media/File:Hydra_oligactis.jpg))



Obrázek 12: nezmar obecný (*Hydra vulgaris*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydra\\_vulgaris#/media/File:Hydravulgaris.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydra_vulgaris#/media/File:Hydravulgaris.jpg))

## **Třída: Ploštěnky (Turbellaria)**

### **Řád: Trojvětvní (Tricladida)**

Jak již jejich název naznačuje, ploštěnky jsou převážně draví živočichové, jejichž tělo je shora zploštělé. Žijí jak ve sladkých vodách, tak i v mořích. Existují ale i druhy suchozemské. Jejich povrch těla je pokryt mikroskopickými řasinkami. Ústní otvor je umístěn na středu těla, za tímto otvorem se nachází hltan, který dokáže ploštěnka rychle vychlípit. Patří mezi hermafrodity, kteří kladou vajíčka, ze kterých se líhnou malé ploštěnky. Některé druhy se ale rozmnožují nepohlavním způsobem (Hanzák a kol., 1973). Více informací je možno nalézt ve skriptech Lelláka a kol. (1978).

Ploštěnky můžeme nalézt na spodní straně plochých kamenů v mírně tekoucích vodách. Jsou to drobní živočichové převážně tmavé barvy. Pokud je chceme blíže pozorovat, pomocí

štetěčku je setřeme do připravené Petriho misky nebo do malé uzavíratelné skleněné nádoby. K odebranému vzorku ploštěnek přidáme vodu z jejich místa odběru, můžeme přidat i kousek vodní rostliny (Stoklasa, 2006). V laboratoři se ploštěnky mohou chovat ve skupinách od pěti do deseti jedinců ve skleněných nádobách o obsahu do jednoho litru vody. Krmí se dvakrát týdně a voda se jim mění jednou za 14 dní, ne však celý objem, pouze 50 až 80 % objemu nádrže, ve které jsou chovány (Hanel, 2002). Ve školní laboratoři můžeme chovat ploštěnku potoční (*Dugesia gonocephala*) nebo ploštěnku mléčnou (*Dendrocoelum lacteum*).



Obrázek 13: ploštěnka mléčná (*Dendrocoelum lacteum*, (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendrocoelum\\_lacteum.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendrocoelum_lacteum.jpg))



Obrázek 14: ploštěnka potoční (*Dugesia gonocephala*). (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Dugesia+gonocephala&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>)

## **Třída: Plži (Gastropoda)**

Podtřída: Předožábří (Prosobranchia)

Podtřída: Plicnatí (Pulmonata)

Plži patřící do podtřídy předožábří mají žábry umístěné před srdcem. Jejich tělo je tvořeno hlavou, svalnatou nohou a nesouměrným útrobním vakem, který je ukryt v pravotočivé nebo levotočivé schránce. Svalnatá noha je na spodní straně plochá, přizpůsobená k pohybu. Pro plicnaté plže jsou typické plíce, které vznikly síťovitým prokrvením plášťové dutiny. (Sedlák, 2002). Více informací lze nalézt v publikaci Berana (1998)

Ve školních akváriích můžeme chovat bahenku živorodou (*Viviparus contectus*), plovatku bahenní (*Lymnaea stagnalis*) nebo ampulárky (*Ampullaria*, *Pomacea*).

Bahenka živorodá (*Viviparus contectus*) žije především ve stojatých vodách jako jsou rybníky nebo slepá ramena řek a potoků. Pokud ji budeme chovat v akváriu, potřebuje dobře prokysličenou vodu a písek na dně nádrže. Bahenka se živí řasami (Motyčka, Roller, 2001).



Obrázek 15: bahenka živorodá (*Viviparus contectus*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Viviparus\\_contectus#/media/File:Viviparus\\_contectus\\_m2.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Viviparus_contectus#/media/File:Viviparus_contectus_m2.JPG))

Ampulárka (*Ampullaria*, *Pomacea*) patří mezi sladkovodní teplomilné plže, kteří pocházejí z Jižní Ameriky. V nádržích, ve kterých chováme ampulárku, necháváme 10 až 20 cm volného a suchého skla pro případné uchycení vajíček. Ampulárky krmíme řasami, kousky rybního masa, spařenými žížalami nebo kousky salátu (Hanel, 2002).



Obrázek 16: ampulárka argentinská (*Pomacea bridgesii*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Pomacea\\_bridgesii#/media/File:Pomacea.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Pomacea_bridgesii#/media/File:Pomacea.jpg))

Plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) patří mezi nejnámější plicnaté vodní plže. Vyskytuje se ve stojatých vodách, na březích rybníků nebo v tůních. V akváriích se příliš často nechovají, jelikož spásají veškeré vodní rostliny. Dalším nepříznivým faktorem jejich chovu je i velká produkce výkalů, což způsobuje rychlé zhoršení kvality vody (Hanzák a kol., 1973).



Obrázek 17: plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Lymnaea\\_stagnalis#/media/File:2014\\_08\\_01\\_Wasserschnecke2.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Lymnaea_stagnalis#/media/File:2014_08_01_Wasserschnecke2.JPG))

### **Podtřída: Pijavice (Hirudinea)**

Pijavice mají tělo zploštělé. Na přední části mají menší přísavku a na zadním konci těla mají přísavku větší. Uprostřed menší přísavky se nachází ústní otvor, který vede do trávicí trubice. Některé pijavice se živí krví, například pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis*). Jiné pijavice jsou dravci a živí se drobnými bezobratlými živočichy, například pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*). Jsou to hermafrodité, kteří svoje vajíčka uchovávají v ochranném kokonu (Hanzák a kol., 1973). Více informací je možné najít ve skriptech Lelláka a kol. (1978).

Pijavice mohou žít ve vodě i v půdě. Ve školních podmínkách lze dobře chovat pijavku koňskou (*Haemopsis sanguisuga*). Pijavku chováme v dobře uzavíratelném akváriu. Zařízení nádrže není nijak složité. Na dno umístíme substrát, kameny a vodní rostliny. Pijavka koňská je dravá a živí se drobnými bezobratlými živočichy (Motyčka, Roller, 2001).



Obrázek 18: pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Haemopsis\\_sanguisuga#/media/File:Pferdeegel\\_in\\_einer\\_Pfütze.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Haemopsis_sanguisuga#/media/File:Pferdeegel_in_einer_Pfütze.jpg))

## Řád: Pavouci (Araneida)

Vodouch stříbřitý (*Argyroneta aquatica*)

Vodouch stříbřitý je druh pavouka, který žije celý život pod vodní hladinou. Sameček měří až 15 mm, samička je o pár milimetrů menší. Vodouch stříbřitý sice žije pod vodou, dýchá ale vzdušný kyslík. Ve spleti vodních rostlin si staví hustou pavučinu, do které nosí vzduchové bubliny. Pavučina se po naplnění vzduchem vyklene vzhůru a vytvoří zvon, ve kterém vodouch přebývá. Vydýchaný oxid uhličitý v bublině se rozpouští ve vodě, a naopak kyslík ve vodě rozpuštěný přechází do bubliny. Ulovenou potravu odnáší do zvonu, kde do ní vstříkne enzymy a vysaje jí. Vajíčka snášení samičky pavouka také do zvonu. Zvon přepůlí, do horní poloviny upevní snůšku vajíček a ve spodní části samička vajíčka hlídá. Vylíhnutí pavouci zůstávají ve zvonu do čtvrtého svlékání. Před začátkem zimy si vodouch stříbřitý zpevní zvon novými vlákny a stráví v něm celou zimu. Někteří jedinci přezimují v prázdných ulitách plžů, do kterých si opět přinášejí vzduchové bubliny. (Hanzák a kol., 1973).

Vodouch stříbřitý žije ve stojatých vodách, které jsou bohatě zarostlé vodními rostlinami. Pokud vodní vegetaci vyjmeme z vody na břeh, je možné, že vodoucha stříbřitého nalezneme. Do akvária ho přenášíme v nádobě s mokrými rostlinami. K jejich chovu stačí menší nádrž s vodou o pokojové teplotě. Na dno dáme běžný akvarijní substrát a zasadíme hojné množství vodních rostlin, které by měly být dostatečně vysoké, aby dosahovaly vodní hladiny. V zimních měsících uchováváme akvárium v místě, kde je teplota pod 6 °C (Hanel, 2020).



Obrázek 19: vodouch stříbřitý (*Argyroneta aquatica*) a vzduchový zvon, (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Argyroneta\\_aquatica#/media/File:Waterspider\\_\(Argyroneta\\_aquatica\)\\_and\\_freshwater\\_crustacean\\_\(Asellus\\_aquaticus\).jpgvf](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Argyroneta_aquatica#/media/File:Waterspider_(Argyroneta_aquatica)_and_freshwater_crustacean_(Asellus_aquaticus).jpgvf))

## Řád: Stejnonožci (Isopoda)

Více informací o koryších je možné nalézt ve skriptech Lelláka a kol. (1978).

Beruška vodní (*Asellus aquaticus*)

Tělo berušky vodní (*Asellus aquaticus*), které není kryto krunýřem, je dorzoventrálně zploštělé. Na hřbetní straně je silně sklerotizované a zpevněné uhličitanem vápenatým. Hlava je srostlá s prvním hrudním článkem. Nohy umístěné na zadečku jsou rozvětvené, lupínkovité a slouží k dýchání. Kráčivé nohy jsou umístěny na hrudi. Berušky vodní měří 8-13 mm. (Sedlák, 2002).

V přírodě se beruška vodní (*Asellus aquaticus*) vyskytuje ve stojatých nebo mírně tekoucích vodách, které jsou znečištěné organickou hmotou. Pokud berušku vodní chováme v akváriu, musíme jí napodobit přirozené prostředí. Na dno akvária vložíme vrstvu organické hmoty, například listů a zbytků rostlin. Jako krmivo slouží zelené řasy, které se tvoří vlivem slunečního záření na skle akvária (Hanel, 2002).



Obrázek 20: beruška vodní (*Asellus aquaticus*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Asellus\\_aquaticus#/media/File:Waterlouse\\_\(Asellus\\_aquaticus\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Asellus_aquaticus#/media/File:Waterlouse_(Asellus_aquaticus).jpg))

## Řád: Listonozi (Notostraca)

Listonozi (Notostraca) jsou poměrně velcí koryši. Jejich tělo je zploštělé, na hřbetní straně mají mírně klenutý štít. Tělo mají složené z velkého počtu článků, zadeček mají zakončený mohutnou vidlicí. Oči mají složené. U nás se vyskytují dva druhy listonohů: listonoh jarní (*Lepidurus apus*) a listonoh letní (*Triops cancriformis*). Oba druhy si jsou podobné. Pouze listonoh jarní má malou ploutvičku na zadečku (Motyčka, Roller, 2001).

Listonoh jarní žije v chladných sladkých vodách. Pokud se teplota vody dostane nad 15 °C, listonoh umírá. Naopak listonoh letní snáší lépe vodu o vyšších teplotách. Žije ve vodních tůňkách do doby, než vyschne (Hanzák a kol., 1973). Listonozi jsou v přírodě chráněni zákonem, proto je jejich chov možný pouze s povolením Ministerstva životního prostředí ČR (Hanel,

2002). Ve školních podmínkách lze chovat listonoha amerického (*Triops longicaudatus*), kterého je možné zakoupit v akvaristických prodejnách. K jejich odchovu potřebujeme nádobu, do které umístíme nejlépe dešťovou vodu, vajíčka listonohů a písek, který nasypeme na dno nádrže. Jako potrava slouží drobní živočichové, například žábřonožky nebo perloočky. Listonozi se živí i rostlinou potravou nebo organickými zbytky. Důležité je listonohům měnit pravidelně vodu, i malé znečištění způsobí jejich smrt (Klímová Hřívová, 2018).



Obrázek 21: listonoh americký (*Triops longicaudatus*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Triops\\_longicaudatus#/media/File:Triops-longicaudatus-dorsal-ventral-edit2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Triops_longicaudatus#/media/File:Triops-longicaudatus-dorsal-ventral-edit2.jpg))

## Řád: Různonožci (Amphipoda)

### Blešivec potoční (*Gammarus fossarum*)

Různonožci (Amphipoda) mají laterálně zploštělé tělo. Hlava je srostlá s hrudní částí a jsou na ní umístěné složené oči a dva druhy tykadel: antenuly a anteny. Na hrudi a zadečku jsou umístěné končetiny. Druhý a třetí pár končetin je rozšířený a slouží k uchycení potravy, zbylé hrudní nožky jsou krátkivé. Na zadečku jsou umístěny tři páry plovacích končetin a tři páry skákacích končetin. Různonožci dýchají pomocí žaberních přívěsků umístěných na hrudi (Sedlák, 2002). Blešivec potoční (*Gammarus fossarum*) žije v tekoucích vodách schovaný pod kameny nebo kusy dřeva. Dosahuje délky 12 až 15 mm. Slouží také jako indikátor čisté vody (Šťastný, 2003).

Na dno akvária, ve kterém budeme chovat blešivce potočního (*Gammarus fossarum*), umístíme vrstvu písku nebo kamení, přidáme kůru stromů a listí. Všechny tyto komponenty slouží jako úkryty, ve kterých přebývá. Blešivec žije v tekoucí vodě, proto je nutné v akváriu vytvořit silné proudění pomocí filtrace nebo vzduchování. Vodu v akváriu musíme udržovat neustále čistou, jinak blešivec uhne. Jako potravu používáme především rostlinné zbytky (Hanel, 2002).

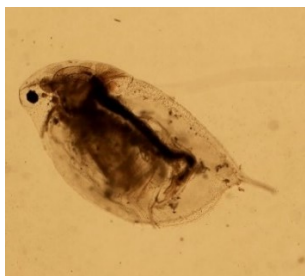


Obrázek 22: blešivec potoční (*Gammarus fossarum*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gammarus\\_fossarum#/media/File:Gammarus\\_fossarum\\_Podkomorské\\_lesy.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gammarus_fossarum#/media/File:Gammarus_fossarum_Podkomorské_lesy.jpg))

### Řád: Perloočky (Cladocera)

Perloočky mají laterálně zploštělé tělo, které je kryto vejčitým krunýřem, který v zadní části utváří osten nazývá spina. Na protáhlé hlavě je umístěno velké složené oko a malé naupliové očko. Perloočky mají dva páry tykadel. První pár tykadel antenuly a druhý pár tykadel antény, které slouží k pohybu. K filtraci vody slouží pět párů žaberních nožek. Dominantní je střevo, které se stáčí do tvaru písmena J. U samic se mezi střevem a hřbetem nachází vaječná komůrka, kde jsou uchovávána vajíčka. Nad touto komůrkou je pak umístěno srdce (Hanzák a kol., 1973; Sedlák, 2002).

Hrotnatky žijí ve stojatých nebo mírně tekoucích vodách. Pokud je chceme nachytat, používáme jemnou síťku. Nalovené hrotnatky chováme v malých akváriích nebo větších zavařovacích sklenicích. Vodu používáme odstátou vodovodní, ovšem nejlepší je přinést vodu z místa odchytu živočichů. Chovnou nádrž svrchu uzavřeme a umístíme na světlé místo. Tímto krokem dojde k rozvoji fytoplanktonu, který slouží jako potrava. Další případnou potravou je vločkované krmivo pro korýše. Pokud se voda nezkaží dříve, stačí ji měnit jednou za tři týdny (Sezemská, 2017). Ve školní laboratoři můžeme chovat hrotnatku obecnou (*Daphnia pulex*) nebo hrotnatku průhlednou (*Daphnia longispina*).



Obrázek 23: hrotnatka obecná (*Daphnia pulex*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Daphnia\\_pulex#/media/File:Daphnia\\_pulex\\_\(YPM\\_IZ\\_101584\).jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Daphnia_pulex#/media/File:Daphnia_pulex_(YPM_IZ_101584).jpeg))



Obrázek 24: hrotnatka průhledná (*Daphnia longispina*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daphnia\\_longispina\\_-\\_female,\\_adult\\_with\\_asexual\\_eggs.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daphnia_longispina_-_female,_adult_with_asexual_eggs.jpg))

### **Čeled': Rakovití (Astacidae)**

Raci mají tělo kryto pevným krunýřem, který v pravidelných intervalech svlékají. Raci mají vysokou schopnost regenerace, kdy se ztracená část těla s každou výměnou krunýře zvětšuje. Tělo mají složené z hlavohruďi a zadečku. Oči mají složené, umístěné na stopkách, za nimi se pak nachází dva páry postorbitálních lišt. Zadeček raků je složen ze sedmi článků, které se mohou pohybovat. Svrchní strana je kryta štítem. Poslední článek jmenuje telson. Na hlavové části jsou tykadla, kusadla a dva páry čelistí. Na hrudní části jsou umístěny tři páry krátkých příústních nožek a pět párů končetin. První pár je zakončen klepety a zbylé čtyři páry slouží k chůzi. Na zadečku je první a druhý pár u samečků přizpůsobený ke kopulaci a u samic je první pár zakrnělý. Nožky na šestém zadečkovém páru jsou ploché a nazývají se uropody. Telson je bez končetin a je na něm umístěn řitní otvor. Telson a uropody tvoří ocasní ploutvičku, která slouží k plavání. U raků existuje pohlavní dimorfismus. Samci jsou oproti samicím mohutnější a mají větší klepeta (Štambergová a kol., 2009).

Raci se živí jak rostlinou, tak i živočišnou potravou. Mezi rostlinou potravu patří zejména opadané listy stromů nebo vodní rostliny. Mezi živočišnou potravu se řadí měkkýši, larvy hmyzu, pulci nebo menší ryby (Štambergová a kol., 2009). Jako zástupce raků můžeme do školního akvária zvolit raka pruhovaného (*Orconectes limosus*). Akvárium pro chov raků pruhovaných musí být dostatečně prostorné, na jednoho raka by měla být plocha nádrže 0,2 m<sup>2</sup>. Voda v akváriu by měla dosahovat teploty kolem 16 až 20 °C a měla by být řádně filtrována. Na dno akvária dáváme dostatečné množství úkrytů, posloužit můžou květináče, kameny nebo různé kořeny. Jako prevenci před plísněmi, kterými raci trpí, je vhodné do akvária přidávat veterinární přípravky proti plísním (Hanel, 2002).



Obrázek 25: rak pruhovaný (*Orconectes limosus*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Orconectes\\_limosus#/media/File:Orconectes\\_limosus\\_-\\_Kamberkrebs.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Orconectes_limosus#/media/File:Orconectes_limosus_-_Kamberkrebs.jpg))

## Řád: Brouci (Coleoptera)

Více informací o broucích vyskytujících se v ČR je možno nalézt v knize Hůrky (2005)

Čeleď: Potápníkovití (Dytiscidae)

Do čeledi potápníkovitých (Dytiscidae) patří velké množství od malých až po několik centimetrů velkých brouků. Mezi potápníky, kteří jsou vhodní k chovu ve školním akváriu, patří až 35 mm dlouhý potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*). Tento brouk má tmavé zbarvení se žlutou obrubou na okraji celého těla (Hanzák, 1973). Krovky jsou většinou rozdílné u samičky a u samečka. U samečka jsou hladké a u samičky jsou většinou vroubené, ovšem v některých případech mohou být také hladké. Samečci mají na předních nohách přísavky, které slouží k přidržení samičky při páření (Lellák a kol., 1972). Zadní nohy jsou přizpůsobené k plavání, jsou zploštělé a porostlé plovacími brvami. Na zadečku pod křídly jsou umístěné hydrofobní chloupky, do kterých nachytávají brouci vzdušný kyslík, který poté putuje do vzdušnic. Na jaře klade samička vajíčka na povrch vodních rostlin. Z vajíček se líhnou larvy, které jsou stejně jako dospělci dravé. Larvy mají dobře vyvinuté oči, poslední zadečkový článek je prodloužený. Nejvíce nápadná na larvě potápníka jsou kusadla, pomocí nichž vstříknou do chycené potravy trávicí enzymy a kořist vysají. Potápník prochází proměnou dokonalou, a tak larva po několika týdnech vyleze na břeh a zakuklí se. Na konci léta se líhnou noví dospělci (Boukal, Kolář, 2015)

Potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*) žije ve stojatých vodách s hojnou vodní vegetací. Lovíme je pomocí pastí, které je možné vyrobit z PET lahve, kdy odstříhneme její horní část a hrdlem dolů ji vsuneme dovnitř. Do lahve vložíme kousek masa a polystyrenu, který pomáhá potápníkům udržet se na hladině, když nabírají vzduch pod krovky. Do lahve napustíme vodu, ale musíme nechat část lahve prázdnou, aby se mohla vytvořit vzduchová bublina. Nakonec ji

připevníme ke dnu, aby nemohla odplavat. Nachytnané potápníky převážíme vždy mezi vodními rostlinami a v chladu. K jejich chovu používáme 20 až 30 litrové akvárium. Hladina vodního sloupce by měla být alespoň 20 cm. Na dno akvária vložíme vrstvu písku a kamení. Některé kameny, větve či kořeny mohou vyčnívat z vodní hladiny, což pomůže potápníkům v nabírání kyslíku do vzdušnic. Chybět by neměl dostatečný počet vodních rostlin. Pokud budeme v akváriu chovat i larvy, musíme zřídit i suchozemskou část, aby se mohly larvy zakuklit. Důležité je akvárium přikrýt, neboť brouci umí dobře létat. Potápníci nejsou nároční na kvalitu vody, její teplota by ale neměla přesahovat 26 °C. Jako potrava slouží vodní hmyz a jeho larvy, krmít můžeme také žížalami nebo kousky syrového masa. Malé larvy krmíme perloočkami a buchankami (Hanel, 2020).



Obrázek 26: potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dytiscus\\_marginalis\\_Linné,\\_1758\\_male\\_\(3406170361\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dytiscus_marginalis_Linné,_1758_male_(3406170361).png))



Obrázek 27: larva potápníka vroubeného (*Dytiscus marginalis*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Dytiscus\\_marginalis\\_\(larva\)#/media/File:Diving\\_beetle\\_nymph.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Dytiscus_marginalis_(larva)#/media/File:Diving_beetle_nymph.jpg))

### Čeleď: Vodomilovití (Hydrophilidae)

Do čeledi vodomilovití patří velké množství druhů. Ve školním akváriu lze chovat vodomila černého (*Hydrophilus piceus*), který je největším vodním broukem světa, dorůstajícím délky 4 až 5 cm. Mají tmavé oválné tělo. Tykadla jsou zakončena plochým článkem a čelistní makadla slouží jako smyslový orgán (Macek, 2001). Při nadechování přibližují hlavu k hladině a pomocí tykadel zachycují bublinky vzduchu, ze kterých si postupně vytváří tenkou vrstvu vzduchu na břiše (Hanel, Lišková, 2003). Samice klade vajíčka do kokonů. Vylíhlé zavalité larvy můžeme najít zakotvené na vodní hladině (Lellák a kol., 1972). Zajímavostí u vodomila černého je

schopnost stridulace. Zvuky vydávají třením spodní strany krovek o tělní články zadečku (Hanel, 2020).

Vodomil žije především ve stojatých vodách jako jsou tůně nebo eutrofní rybníky (Trávníček a kol., 2017). Akvárium pro jejich chov není nijak složité. Filtrace ani vzduchování není potřeba, ale je nutné vodu v nádrži pravidelně vyměňovat. Na dno akvária umístíme písek a kameny. Důležitou součástí je velké množství vodních rostlin, které dosahují až k vodní hladině. Pokud chováme larvy vodomila, je důležité jim zajistit možnost vylézt z vody, jelikož se na souši zakuklují. Dospělí jedinci se živí převážně rostlinnou potravou (Hanel, 2020). Mladé larvy krmíme například levatkami a starší larvy pak okružáky nebo plovatkami (Lellák, 1968).



Obrázek 28: vodomil černý (*Hydrophilus piceus*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydrophilus\\_piceus#/media/File:Great\\_Silver\\_Beetle\\_-\\_hydrophilus\\_piceus\\_\(41213667694\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydrophilus_piceus#/media/File:Great_Silver_Beetle_-_hydrophilus_piceus_(41213667694).png))



Obrázek 29: larva vodomila černého (*Hydrophilus piceus*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydrophilidae\\_\(larva\)#/media/File:Hydrous\\_piceus\\_Larva\\_by\\_H.Henderkes.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hydrophilidae_(larva)#/media/File:Hydrous_piceus_Larva_by_H.Henderkes.jpg))

## Řád: Ploštice (Heteroptera)

Ploštice se řadí ke hmyzu s proměnou nedokonalou, chybí stádium kukly. Jejich tělo je zploštělé a členěné na tři základní části: hlava, hrud' a zadeček. Jejich ústní ústrojí je bodavě sací. Mají dva páry křídel, kdy první pár je přeměněn na polokrovky, druhý pár křídel je blanitý (Hanzák a kol., 1973). Ve školních akváriích můžeme chovat následující druhy ploštic: splešťule blátivá (*Nepa cinerea*), jehlanka válcovitá (*Ranatra linearis*) nebo znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*).

### Splešťule blátivá (*Nepa cinerea*)

Splešťuli blátivou nejčastěji najdeme v bahnitých okrajích stojatých nebo mírně tekoucích vod, kde číhá na svou kořist, kterou loví pomocí prvního páru končetin (tzv. raptorické končetiny). Druhý a třetí pár kráčivých končetin je zakončen drápkou. Na konci zadečku má umístěnou dýchací trubici, pomocí které ukládá vzduch pod polokrovky. Pomocí hydrostatického orgánu dokážou určit, z jaké hloubky jsou schopny dosáhnout dýchací trubičkou na vodní hladinu (Sedlák, 2002). Na hlavě jsou umístěna krátká tykadla a bodavě sací ústní ústrojí. Tělo je hnědě zbarveno, břišní strana je žlutohnědá a svrchní strana zadečku pod křídly je oranžovočervená (Bakonyi a kol., 2016). Samice kladou vajíčka do rostlin. Na vajíčkách je umístěno sedm vláknitých výrůstků, pomocí nichž je nad snůškou udržována vzduchová bublina (Lellák a kol., 1972). Vývoj od naklazení vajíček až po poslední svlékání larvy trvá přibližně jedenáct týdnů (Vilimovská, 2012).



Obrázek 30: splešťule blátivá (*Nepa cinerea*). (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Nepa\\_cinerea#/media/File:Nepa\\_cinerea\\_\(Nepidae\\_sp.\),\\_Arnhem,\\_the\\_Netherlands\\_-\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Nepa_cinerea#/media/File:Nepa_cinerea_(Nepidae_sp.),_Arnhem,_the_Netherlands_-_2.jpg))

### Jehlanka válcovitá (*Ranatra linearis*)

Jehlanka válcovitá má tělo dlouhé 30 až 45 mm. V přední části jsou umístěny lapací (raptorické) nohy. Na konci těla je dlouhá dýchací trubice, pomocí které čerpá vzduch (Štusák, 1980). Tělo je protáhlé a hnědě zbarvené. Na trojúhelníkovité hlavě jsou umístěny vystouplé oči a krátká tykadla. Polokrovky jsou menší než zadečková část (Javorek, 1978). Jehlanka žije ve stojatých nebo mírně tekoucích vodách, ale není dobrým plavcem. Pohybuje se především chůzí po dně nebo rostlinách. Nejčastěji se schovává ve vodní vegetaci (Šťastný, 2003). Samičky kladou vajíčka do vodních rostlin, kde se dají snadno najít, jelikož jsou opatřena dvěma dlouhými vlákny, které z rostlin vyčnívají. Vývoj embrya trvá 8 až 10 dní a vývoj larev 6 až 8 týdnů. Dospělé jehlanky se dožívají dvou let (Wyniger, 1974).



Obrázek 31: jehlanka válcovitá (*Ranatra linearis*). (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Ranatra+linearis&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>)

### Znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*)

Typickým znakem znakoplavky obecné je plavání břichem vzhůru. Břišní strana je plochá a tmavě zbarvená, naopak hřbetní strana je světlá. K uchopení kořisti používá znakoplavka první pár končetin (Papáček, 1988). Čerstvě vylíhlá nymfa znakoplavky vypluje k hladině a do svého tracheálního systému napumpuje vzduch, od té doby je pasivně vynášena k vodní hladině. Celé její tělo je pokryto tenkým filmem vzduchu, to způsobuje její stříbřitý lesk. Tykadla fungují jako kontrola spotřeby vzduchu a to tak, že pokud se vzduchová bublina zmenší, znakoplavka připluje k vodní hladině dočerpát vzduch (Lellák a kol., 1972). Dospělé znakoplavky i jejich larvy jsou dobrými predátory. Loví larvy hmyzu, perloočky nebo pulce. Na svou kořist číhají u vodní hladiny, po zpozorování ji doženou a zabrání jí v úniku (Giller, 1980).



Obrázek 32: znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*). (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Notonecta+glauca&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>)

Akvárium pro chov vodních ploštic zařizujeme běžným způsobem. Na dno nádrže nasypeme vrstvu písku nebo kamení. Jelikož některé druhy ploštic žijí ve spleti vodních rostlin, vysazujeme jich do nádrže dostatečné množství. Důležité je akvárium shora dobře přikrýt, jelikož ploštice létají. Vodu v akváriu musíme udržovat čistou a pravidelně ji vyměňovat. Vzduchování ani filtrace není potřeba. K chovu stačí voda o pokojové teplotě (cca 20 °C). Jako krmivo používáme drobný hmyz, korýše, pulce nebo sladkovodní řasy (Hanel, 2002).

## Nadtřída: Ryby (Osteichthyes)

Ryby mají obvykle hydrodynamický tvar těla, které je u naprosté většiny druhů pokryto šupinami. Jejich kostra má různý stupeň zkostnatění. Končetiny jsou přeměněny v ploutve, které se dělí na párové (břišní a prsní ploutve) a nepárové (hřbetní, řitní a ocasní ploutev). Důležitým smyslovým orgánem je postranní čára umožňující orientaci i v kalné vodě. Žaberní dýchání u ryb může být doplněno přídatnými dýchacími orgány (Papáček a kol., 2000).

### Akara hnědá (*Cleithracara maronii*)

Tato sladkovodní ryba z čeledi vrubozubcovitých (Cichlidae) pochází z Jižní Ameriky. Její tělo je krátké a vysoké, dosahuje délky 9 až 16 cm. Pod hřbetní ploutví se nachází tmavá skvrna, která slouží jako ochranné zbarvení („falešné oko“). Sameček akary hnědé je oproti samičce mohutnější a má protaženou hřbetní a řitní ploutev. V akváriu se akary hnědé chovají snadno, oproti mnohým druhům cichlid mají mírumilovnou povahu, takže se hodí i do společenského akvária. Voda v akváriu by měla být měkká až středně tvrdá, slabě kyselá a teplota by měla dosahovat hodnot 22 až 24 °C (Musilová, 2006). Na krmení není akara náročná, přijímá běžné živé, mražené, lyofilizované i vločkové krmivo. Dožívá se až deseti let. Před započatím rozmnožování sameček i samička důkladně očistí místo, kde budou umístěny jikry (obvykle jde o plochý kámen). Samička poté začne na připravené místo klást jikry a sameček je následně oplodní. Oplozené jikry hlídají a opečovávají oba rodiče (příklad parentální péče). Po vylíhnutí potěru, akary vyhloubí v písku jamku a potěr tam přenášejí. O své potomky se starají i několik měsíců (Eliáš, 2014).



Obrázek 33: akara hnědá (*Cleithracara maronii*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Akara\\_z\\_Maroni.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Akara_z_Maroni.jpg))

### Bojovnice pestrá (*Betta splendens*)

Bojovnice pestrá je malá asijská sladkovodní ryba patřící do čeledi guramovitých (Osphromenidae), která je známá pro svůj pohlavní dimorfismus. Dorůstá délky 6-7 cm. Samečci mají oproti samičkám výraznější zbarvení a delší ploutve, což je nápadné u

prošlechtěných variant chovaných v akváriích (Kothe, 2009). Akvárium pro bojovnici pestrá by mělo být hustě osázeno vodními rostlinami, které dosahují vodní hladiny (Schaefer, Kassermann, 2007). Kromě živé potravy dobře přijímá většinu umělých vločkových i granulovaných krmiv vhodné velikosti. Samečci se nemohou chovat pohromadě, protože by mohlo dojít k zápasům (Mills, 1995). V přírodě samci sice nebojují až do usmrcení protivníka, ale v nevhodně řešeném akváriu nemá poražený kam uprchnout, takže boj může skončit jeho smrtí. Pokud chceme odchovat samečky s dlouhými ploutvemi, akvárium přepažíme sklem, soupeři na sebe vidí, roztahují ploutve a dorážejí na sebe, ale bez nebezpečí přímého kontaktu. V Thajsku jsou populární zápasy samečků bojovnic a vítězové jsou velmi ceněni. Je to teplomilný druh vyžadující teplotu vody 24 až 30 °C. Bojovnice nedýchají pouze pomocí žaber, ale využívají speciální orgán tzv. labyrint. V závislosti na množství kyslíku ve vodě se vynořují nad hladinu a přijímají vzdušný kyslík (Pecháček, 2012). Pokud bychom zamezili bojovnici přístup k hladině k nadechnutí, utopila by se. Vzhledem k tomu, že občas ryba nabírá vzduch do labyrintu, je důležité, aby teplota vzduchu nad hladinou vody byla dostatečně vysoká, proto je nezbytné používat krycí sklo. Před rozmnožováním sameček připraví na hladině pomocí vzduchových bublinek pěnové hnízdo. Poté následuje samotné tření, kdy se sameček připojí k samičce a zabalí ji do svého ocasu. Samička je během tohoto procesu břichem vzhůru a vypouští jikry. Sameček zachycuje vypuštěné jikry do svých úst a nosí je do pěnového hnízda. Ihned po vytření se samička musí od samečka oddělit, jinak by ji sameček usmrtil. Sameček pak hnízdo s jikrami hlídá (příklad paternální péče). Po vylíhnutí potěru se odebere z akvária i sameček (Vránová, 2008). V etologii je bojovnice pestrá využívána jako modelový druh pro studium agresivity. Ozdobné barevné dlouhoploutvé formy jsou předmětem chovatelských výstav a soutěží.



Obrázek 34: bojovnice pestrá (*Betta splendens*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HM\\_Orange\\_M\\_Sarawut.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HM_Orange_M_Sarawut.jpg))

### Koljuška tříostná (*Gasterosteus aculeatus*)

Koljuška tříostná je malá šedomodrá ryba z čeledi koljuškovitých (Gasterosteidae) se světle zbarveným břichem, která dosahuje velikosti do 10 cm. Na hlavě jsou umístěny dvě nápadně velké oči. Na hřbetě má obvykle tři pohyblivé ostny. Tělo je štíhlé, protáhlé, z boků zploštělé a bez šupin, místo nich je opatřeno kostěnými štítky v řadě podél postranní čáry. Jejich počet se pohybuje okolo třiceti pěti. Koljušky lze chovat ve studenovodním akváriu. Na dno nádrže položíme jemný písek nebo štěrk. Přidáme také několik vodních rostlin. Teplota vody by neměla přesáhnout 22 °C. Pokud ovšem chceme koljušky rozmnožit, přes zimu by teplota vody měla být kolem 10 °C (Uhlíř, 2013). Koljuška se živí výhradně dravě, požírá larvy hmyzu, máloštětinatce, korýše. Dožívá se nanejvýš čtyř let. Během tření mají samečci červeně zbarvené břicho a modře zbarvenou duhovku. Před začátkem rozmnožování postaví sameček z vodních rostlin a řas hnízdo, do kterého pomocí námluvného tance (řada klikatých pohybů) naláká samičku. Samička vpluje do hnízda a naklade jikry, které sameček následně oplodní. Do dvou týdnů se líhne potěr. Po celou dobu sameček jikry hlídá a ploutvemi je ovívá. Ještě několik dní po vylíhnutí se sameček o potěr stará (Hájková, 2007; Uhlíř, 2013). V českých vodách je koljuška tříostná nepůvodním druhem. Pravděpodobně byly do volné přírody vysazovány na počátku dvacátého století akvaristy (Kalous, 2018). Vzhledem k zajímavému epigamnímu chování je interesantním akvariijním chovancem. Jejím zkoumání se věnoval i pozdější nositel Nobelovy ceny Niko Tinbergen (1907-1988), jehož poznatky u nás popularizoval profesor Veselovský (Veselovský 1992).



Obrázek 35: koljuška tříostná (*Gasterosteus aculeatus*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus\\_aculeatus#/media/File:Gasterosteus\\_aculeatus\\_-\\_50737277588.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus_aculeatus#/media/File:Gasterosteus_aculeatus_-_50737277588.jpg))

### Střevlička východní (*Pseudorasbora parva*)

Je to malá kaprovitá ryba o velikosti okolo 8 cm, jejíž domovinou je Dálný Východ. Její tělo je protáhlé, stříbřitě zbarvené. Hřbetní strana je oproti břišní straně tmavší, což je obvyklé

ochranné zbarvení většiny ryb. Typickým znakem pro stěvličku východní je tmavý pruh táhnoucí se po jejím boku. Ocasní ploutev je vykrojená. Stěvličky východní můžeme chovat ve studenovodním akváriu. Na dno akvária umísťujeme jemný štěrk nebo písek. Chovnou nádrž osázíme vodními rostlinami. Stěvlička je všežravec, ke krmení stačí běžná potrava vhodné velikosti (Hanel, 1993). Samečci v období rozmnožování tmavnou do fialové barvy. Sameček před začátkem tření vybere a očistí místo, kam samička poté naklade jikry, které sameček následně oplodňuje. Tření stěvliček probíhá vícekrát do roka a samečci se mohou pářit i s vícero samičkami. V akváriu jsou jikry často kladeny i na stěnu nádrže (Hanel, 1993). Jikry se líhnou přibližně po týdnu, během této doby sameček jikry ochraňuje (Mačát, 2011).

Stěvlička východní je původně ryba z východní Asie. Do Evropy se dostala v 60. letech 20. století s jikrami a plůdky amurů a tolstolobiků. Stěvličky jsou dnes v ČR rozšířené téměř po celém území. Slouží především jako potrava pro dravé ryby a vydry (Matějů, 2017). Je hodnocena jako invazní druh (Lusk a kol. 2008), u nějž byl popsán fakultativní (příležitostný) parazitismus (Libosvářský a kol. 1990).



Obrázek 36: stěvlička východní (*Pseudorasbora parva*), (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=stěvlička+východní&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>)

### **Třída: Obojživelníci (Amphibia)**

Obojživelníci patří mezi studenokrevné živočichy a dělíme je na beznohé (červoři), ocasaté (mloci) a bezocasaté (žáby). Kůže obojživelníků je holá a obsahuje mnoho slizových žláz, které udržují pokožku neustále vlhkou. Na předních končetinách mají čtyři prsty a na zadních končetinách prstů pět. Vodní žáby, např. drápatka vodní (*Xenopus laevis*) nebo pipa americká (*Pipa americana*), mají mezi prsty plovací blány. Ze smyslů mají velmi dobře vyvinutý zrak a sluch. Ochranu oka zajišťují oční víčka, žlázy a slzný kanálek. Rozmnožování u bezocasatých probíhá obvykle vnějším oplozením, u ocasatých obojživelníků probíhá oplození vnitřní. Z oplozených vajíček se líhnou larvy, které se nazývají pulci. Jejich vývoj probíhá ve vodě. U pulců se nejprve vyvinou zadní a následně přední končetiny. Ocas pulců postupně mizí. Pulci dýchají pomocí žaber, dospělci plicemi (kožní dýchání trvale zůstává významné) (Papáček a

kol., 2000). Pro chov v akváriích jsou vhodné některé exotické druhy jako je drápatka vodní (*Xenopus laevis*), axolotl mexický (*Ambystoma mexicanum*) nebo žebrovník Waltlův (*Pleurodeles waltl*).

#### Drápatka vodní (*Xenopus laevis*)

Drápatka vodní je africký druh patřící do čeledi pipovitých (Pipidae). Tato žába má ploché tělo a silné zadní končetiny, které jsou opatřeny plovací blánou. Svě jméno dostala na základě toho, že má na prstech zadních nohou tmavé drápky. Tělo dlouhé až 15 cm je shora tmavě zelené až hnědé s častými skvrnami, břicho je světle zbarvené. Existují ovšem i bílé formy (albinismus). Jako ostatní žáby s čeledi pipovitých nemají drápatky jazyk. Drápatka je zcela vodní žába, která žije trvale ve stojatých i mírně tekoucích vodách (Kellnerová, 2013). V minulosti byla používána pro zjištění těhotenství žen. Do drápatky se vstříkla moč těhotné ženy a žába na základě přítomnosti hormonu choriogonadotropinu začala do druhého dne klást vajíčka (Falteisek, 2005).

Drápatky vodní se chovají v akváriích nejčastěji ve skupinkách tří až šesti jedinců. Akvárium musí být dostatečně prostorné, aby se mohly žáby volně pohybovat. Do nádrže umístíme několik větších kamenů, které musí být před použitím řádně vydezinfikovány povarením. Také přidáme několik vodních rostlin. Drápatka vodní je velmi citlivá na kvalitu vody, proto musí být akvárium vybavené kvalitní filtrací. Důležité je také pravidelné odsávání nečistot ze dna nádrže. Voda by měla mít teplotu 18 až 25 °C. Pokud ovšem chceme žáby rozmnožovat, musíme teplotu vody snížit na 15 °C, po pár týdnech můžeme teplotu opět zvýšit. Samička drápatky vodní může naklást až dva tisíce vajíček, která samec postupně oplodní. Po oplodnění se vajíčka musí z akvária vyjmout, jelikož dospělé žáby by je mohly sežrat (příklad druhu, který nepečuje o potomstvo). Během páření má na předních nohách samec tmavé pářící mozoly. Pulci se zpočátku živí nálevníky, později práškem z rozmělněného krmiva pro akvarijní rybky či rozdrčených sušených kopřiv, lze použít i sušený vaječný žloutek. Metamorfóza nastává po pěti až sedmi týdnech. Dospělí jedinci jsou dravci, krmíme je nitěnkami, žížalami, larvami hmyzu i kousky libového masa, dokážou ulovit i drobné rybky (Bucharová, 2010; Kellnerová, 2013).



Obrázek 37: drápatka vodní (*Xenopus laevis*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Xenopus\\_laevis#/media/File:AfricanClawedFrog\\_XenopusLaevis.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Xenopus_laevis#/media/File:AfricanClawedFrog_XenopusLaevis.jpg))

### Axolotl mexický (*Ambystoma mexicanum*)

Axolotl mexický patří mezi ocasaté obojživelníky, dosahuje délky až 35 cm. Zajímavostí je, že po celý život může zůstat v larválním stádiu. Pokud axolotlovi přidáme hormon štítné žlázy tyroxin, dojde k přeměně v dospělého jedince. Na hlavě mají axolotlové umístěné vnější keříčkovité žábry, malé oči bez víček a velká ústa. Jejich kůže je hladká, většinou tmavě šedě zbarvená. V chovech existují i bílé (albinotické) formy. Jejich končetiny jsou malé a slabé, na ocase je přítomen ocasní lem (Fokt, 2008).

U axolotlů dochází k tzv. neotении, což znamená, že jsou schopni se rozmnožovat v larválním stádiu. Pro samce v pohlavní dospělosti jsou typické černé konečky prstů. Axolotl americký se rozmnožuje, pokud se teplota vody v akváriu sníží na 12 až 14 °C. Samci ve vodě vypouští spermatofor (balíček spermií), který samice naberou kloakou. Po oplození naklade samice až 800 vajíček, která jsou v rosolovitém obalu umístěna na vodní rostliny. Larvy se líhnou v závislosti na teplotě za dva až tři týdny (Kellnerová, 2013). O potomstvo nijak nepečují.

Na dno akvária pro axolotla vložíme štěrk nebo ploché kameny a osázíme jej vodními rostlinami, na které samička klade vajíčka. Teplota vody by se měla pohybovat od 15 do 20 °C. Pokud ale chceme u axolotlů vyvolat páření, musíme teplotu vody snížit. Do akvária buď umístíme filtraci nebo pomocí odkalovače čistíme dno nádrže. Vylíhlé larvy krmíme perloočkami nebo buchankami. Pro dospělé jedince slouží jako potrava malé ryby, žížaly, holátka myši nebo kousky libového masa (Fokt, 2008; Kellnerová, 2013). V akváriu se může dožít až 25 let. Za zmínku stojí jejich vysoká schopnost regenerace (např. poškozená končetina doroste).



Obrázek 38: axolotl mexický (*Ambystoma mexicanum*), (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Ambystoma\\_mexicanum#/media/File:Ajolote.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Ambystoma_mexicanum#/media/File:Ajolote.jpg))

### Žebrovník Waltlův (*Pleurodeles waltl*)

Žebrovník Waltlův z čeledi mlokovitých (Salamandridae) patří mezi největší ocasaté obojživelníky v Evropě. Jsou to mohutní šedozelení živočichové dosahující velikosti až 30 cm. Pokožku mají hrbolatou s oranžovými hrboly na bocích, do kterých vedou špičky žeber. Odtud pochází jeho jméno žebrovník. Tito mloci žijí ve vodě, kde jim k pohybu pomáhá ocasní ploutevní lem (Spurný, 2008). Páření žebrovníků probíhá po celý rok. Před pářením si sameček vleze pod samičku a několik i desítek minut ji nosí na svém hřbetě. Následně sameček propustí jednu končetinu samičky a na dno akvária vypouští spermatofor, ke kterému samičku navádí. Po oplození samička klade na rostliny vajíčka, ze kterých se do dvou týdnů líhnou malé larvy. Vajíčka je vhodné po nakladení přemístit do jiné nádrže, jelikož žebrovník by je mohl sežrat (Karbanová, 2013).

Na dno chovné nádrže pokládáme štěrk a velké množství různých úkrytů a kořenů. Důležité je také osázení nádrže dostatečným množstvím vodních rostlin. Výška hladiny vody by měla být 15 až 20 cm. Teplota vody by se měla pohybovat od 18 do 22 °C. Vyšší teplota způsobuje různá onemocnění žebrovníků a mohla by způsobit i jejich smrt. Jako potravu pro larvy volíme nejprve nálevníky, později krmíme perloočkami nebo roupicemi. Larvy nechováme ve velkém počtu najednou, je lépe je rozdělit do několika nádrží, protože dochází ke vzájemnému napadání s častými následky ukousnutí nohy (Hanel, 1982). Dospělé jedince krmíme žížalami, vodními plži nebo kousky hovězího masa (Karbanová, 2013; Kellnerová, 2013).



Obrázek 39: žebrovník Waltlův (*Pleurodeles waltl*), (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=%28Pleurodeles+waltl%29&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>)

## 7 Náměty na pozorování a experimenty

**Kmen: Žahavci (Cnidaria)**

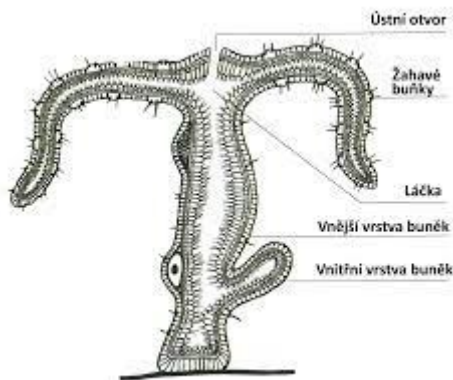
**Třída: Polypovci (Hydrozoa)**

**Řád: Nezmaři (Hydrida)**

**Možnosti práce s nezmara (Hydrida) při výuce:**

Pokud ve školním akváriu chceme pozorovat nezmara, musí být absolutní klid, i sebemenší otřes způsobí stažení jejich chapadel.

1. Chceme-li pozorovat stavbu těla nezmara, odebereme ho do porcelánové misky i s vodou z chovné nádrže a vložíme pod binokulární lupu. [Na nezmarovi je možné popsat přichytný terč, stonek, trup, ústní otvor, ramena a v některých případech i pupen.]



Obrázek 40: stavba těla nezmara. (zdroj: [https://www.zs-zacler.cz/images/DUM\\_vlcek/p\\_32\\_ahavci.pdf](https://www.zs-zacler.cz/images/DUM_vlcek/p_32_ahavci.pdf))

2. V malé nádrži, ve které nezmara chováme, je možné pozorovat jejich různé způsoby pohybu. [Po substrátu v akváriu lze demonstrovat přemetovitý nebo píd'alkovitý pohyb. Pohybovat se mohou také pomocí chapadel, buď po substrátu, nebo šplháním po rostlině. Posledním způsobem pohybu je plavání u vodní hladiny pomocí vzduchové bubliny (Hanel, 2017).]

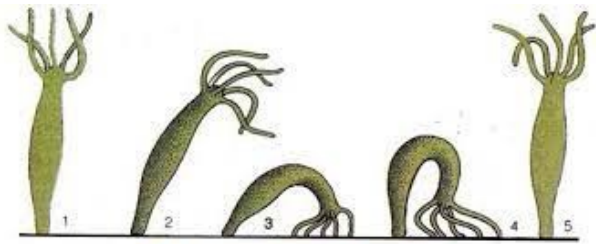


Fig. 31.15. Hydra showing looping movements.

Obrázek 41: přemetovitý způsob pohybu nezmarů (Zdroj: <https://www.biologydiscussion.com/invertebrate-zoology/phylum-coelenterata/hydra-history-habitat-and-locomotion-with-diagram/28686>)

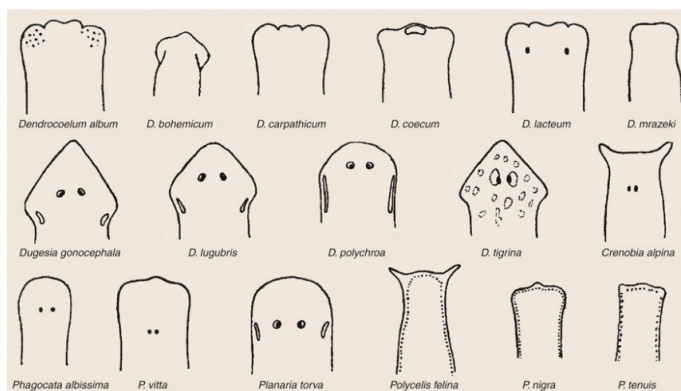
## Kmen: Ploštěnci (Plathelminthes)

### Třída: Ploštěnky (Turbellaria)

### Řád: Trojvětvní (Tricladida)

#### Možnosti práce s ploštěnkami (Turbellaria) při výuce:

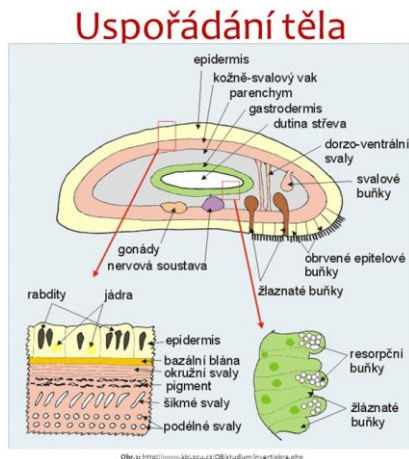
1. Při výuce je možné buď silnou lupou nebo pomocí binokulární lupy pozorovat hlavovou část těla ploštěnek a pomocí klíče k určování bezobratlých živočichů určit zástupce nachytaných ploštěnek. Mezi nejběžnější druhy v našich vodách patří ploštěnka potoční (*Dugesia gonocephala*), ploštěnka mléčná (*Dendrocoelum lacteum*), ploštěnka tmavá (*Planaria torva*), ploštěnka horská (*Crenobia alpina*) a ploštěnka ušatá (*Polycelis felina*) (Hanzák a kol., 1973). Sevruková (2010) zpracovala výskyt invazní ploštěnky americké (*Dugesia tigrina*) a její interakce (míra přežívání) s našimi původními druhy ploštěnek. Přehled našich ploštěnek včetně poznávacích znaků je uveden v článku Reslové a Simona (2015).



13.

Obrázek 42: klíč k určování ploštěnek podle tvaru přední části těla, (Kresba: Reslová M.)

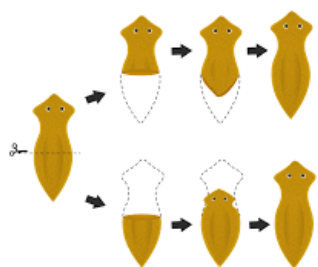
2. Sledovat lze i rychlost pohybu ploštěnek. Ploštěnky se přemístí do Petriho misky, vloží se pod ní milimetrový papír a měří se rychlost pohybu (Stoklasa, 2006).
3. Na ploštěnkách můžeme demonstrovat plazivý pohyb, který je možný pomocí kontrakcí podkožního svalového vaku a řasinek na povrchu těla ploštěnky (Hanel, 2017).



Obrázek 43: průřez těla ploštěnky, na spodní straně těla jsou naznačeny obrvené epitelové buňky sloužící k plynulému pohybu ploštěnky. (Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/11387407/>)

4. Do Petriho misky vložíme kámen a sledujeme, jestli se ploštěnka pod něj schová, tím si ověříme, zda má ploštěnka raději světlo nebo tmu. [Ploštěnky jsou fotofobní, tzn. že se ukrývají před světlem. Presentace negativní fototaxe]
5. Do nádoby, kde ploštěnky chováme, vložíme kousek jater a sledujeme vychlípení hltnu a vysávání potravy. [Pokusem se prezentuje pozitivní chemotaxe, tzn. že potravu vyhledávají čichovými receptory] (Stoklasa, 2006).
6. Sledovat můžeme vysokou schopnost regenerace ploštěnek. První ploštěnku rozkrojíme napříč a druhou rozkrojíme podélně. Během několika dní obě části ploštěnky, která byla rozpuřena příčně, dorostou. Podélně nakrojené ploštěnce doroste nová hlava i s očima (Hanzák a kol., 1973). Viz též Saló E. et al. (2009). [U příčného řezu dorostou ploštěnkám oči během tří dnů. U podélného řezu naroste během čtrnácti dnů ploštěnce hlava s jedním okem.]

## REGENERATION IN PLANARIA



Obrázek 44: způsob regenerace ploštěnky v případě jejího rozříznutí příčně. (Zdroj: <http://www.vecteezy.com/vector-art/593789-science-cartoon-teaching-about-regeneration-in-planaria>)

**Kmen: Měkkýši (Mollusca)**

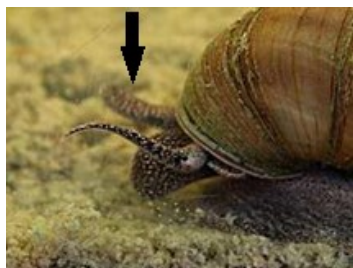
**Třída: Plži (Gastropoda)**

**Podtřída: Předožábří (Prosobranchia)**

**Podtřída: Plicnatí (Pulmonata)**

**Možnosti práce s plži (Gastropoda) při výuce:**

1. U bahenky živorodé můžeme demonstrovat pohlavní dimorfismus. U samce bahenky slouží pravé zesílené tykadlo jako kopulační orgán (Hanel, 2002).



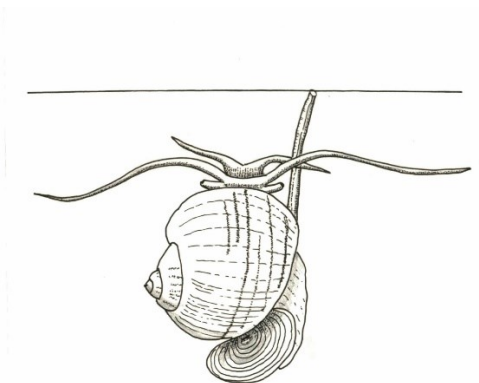
Obrázek 45: na obrázku je vidět zesílené tykadlo samce bahenky živorodé. (Zdroj: <https://docplayer.cz/118722746-Mollusca-mekkysi-charakteristika-celkovy-vzhled.html>)

2. Na svalnaté noze bahenky lze pozorovat víčko (operkulum), kterým uzavírají ulitu poté, co se do ní zatáhnou (Hanel, 2002). To je typický znak pro všechny předožábřé plže.



Obrázek 46: živá bahenka živořodá s operkulem uzavírajícím vchod do ulity (Zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Operkulum>)

3. U ampulárky obrovské za nepříznivých podmínek můžeme sledovat chobotovitě protažený sifon, který vysunuje k hladině, aby mohla dýchat i vzdušný kyslík (Motyčka, Roller, 2001).



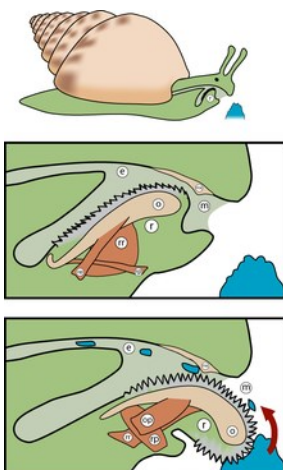
Obrázek 47: ampulárka nabírající vzduch sifonem u vodní hladiny (Autor: L. Hanel, 2018)

4. U ampulárky pozorujeme velmi zajímavý způsob získávání potravy. Plž vyleze k hladině, ze své svalnaté nohy vytvoří trychtýř a pomocí kontrakce svalů v noze (obdobně jako při lezení) si stahuje z hladiny zbytky potravy, kousky rostlin a různé nečistoty, které pak požírá.



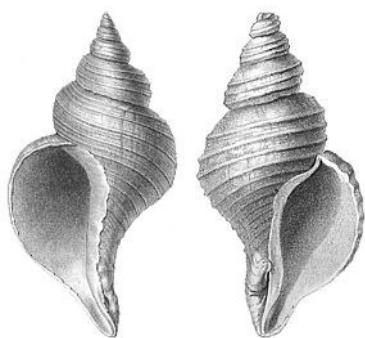
Obrázek 48: způsob sbírání potravy z vodní hladiny ampulárkou, (Foto: L. Hanel)

5. U plžů sledujeme funkci raduly. Na stěnu akvária, kde rostou řasy, přiložíme plže a pomocí lupy pozorujeme, jak pohybem jazýčku s radulou proti čelisti seškrabává řasy (Stoklasa, 2006).



Obrázek 49: funkce raduly u plže. (Zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Radula>)

6. Žáci mohou určovat, zda je ulita pravotočivá nebo levotočivá.



Obrázek 50: Levotočivá (vlevo) a pravotočivá (vpravo) lastura plže. (Zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ulita>)

7. Sledovat lze funkci svalnaté nohy při pohybu jak po dně, tak i po stěně akvária. Pomocí stopek a měřítka můžeme měřit, jak rychle se plži tímto způsobem pohybují.
8. Ukázka plicnatého plže plovatky bahenní (*Lymnaea stagnalis*). Výměna plynů u ní probíhá na stěnách plášťové dutiny, vzduch v dutině je vyměňován u hladiny, kam plži pravidelně vystupují. Lze sledovat frekvenci nabírání čerstvého vzduchu ve vztahu k teplotě vody. Proč se v teplejší vodě vynořují častěji? [Při teplotě vody do 15 °C plovatka k hladině téměř nevystupuje, při teplotě nad 15 °C dochází k výměně vzduchu 7 - 20x za hodinu. Se zvyšující se teplotou a poklesem rozpuštěného kyslíku ve vodě se frekvence ještě zvyšuje (Lellák a kol., 1972)]

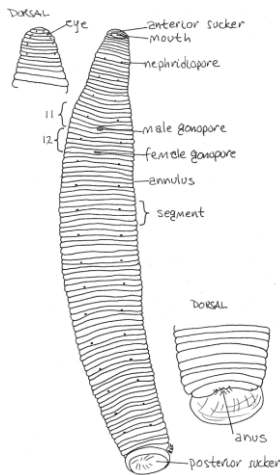
**Kmen: Kroužkovci (Annelida)**

**Třída: Opaskovci (Clitellata)**

**Podtřída: Pijavice (Hirudinea)**

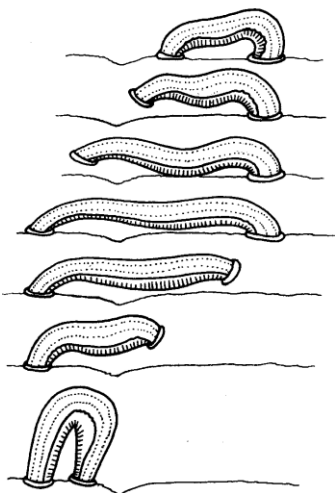
**Možnosti práce s pijavicemi (Hirudinea) při výuce:**

1. Popisujeme vnější stavbu těla pijavice. [Tělo je článkované s velkou a malou přísavkou.]



Obrázek 51: stavba těla pijavice (Hirudinea). (Zdroj: <http://usdbiology.com/cliff/Courses/Behavioral%20Neuroscience/Leech/Leechfigs/Leechpics.html>)

2. Pozorovat můžeme pohyb pijavic po substrátu. [Pijavka natáhne své tělo co nejvíce dopředu, přichytí se hlavovou přísavkou a přitáhne zbytek těla (Hanel, 2017).]



Obrázek 52: schéma pohybu pijavic (Zdroj: [http://bioweb.uwlax.edu/bio203/2011/harris\\_mic2/adaptation.html](http://bioweb.uwlax.edu/bio203/2011/harris_mic2/adaptation.html))

3. Pokud pijavky prosperují, mohou se v akváriu objevit kokony s mladými pijavkami. [Sledovat můžeme stavbu kokonu a pomocí silné lupy můžeme průběžně pozorovat embryonální vývoj pijavek (Hanel, 2002).]



Obrázek 53: kokony pijavic (Zdroj: <https://www.earthlife.net/inverts/hirundinae.html>)

4. Při nedostatku kyslíku můžeme sledovat, jak pijavky pomocí undulačních pohybů přivádějí čerstvou vodu k tělu (Hanel, 2002).

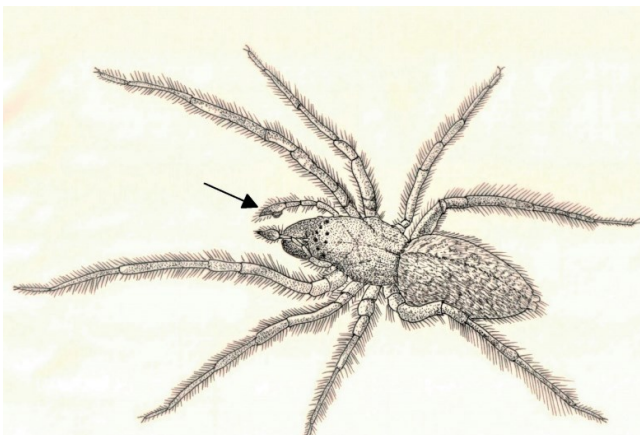
**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Pavoukovci (Arachnida)**

**Řád: Pavouci (Araneida)**

**Možnosti práce s vodouchem stříbřitým (*Argyroneta aquatica*) při výuce:**

1. Pozorujeme pohlavní dimorfismus. [Samice má oválný zadeček a měří cca 10 mm. Samec měří cca 15 mm, má protáhlý a na konci zúžený zadeček. Makadlo je u samečka zakončeno drápkem a je rozšířené. Takto přeměněné makadlo slouží jako kopulační orgán (Hanel, 2020)]



Obrázek 54: kresba samce vodoucha stříbřitého (*Argyroneta aquatica*) s přeměněným makadlem. (Autor: L. Hanel)

2. Pozorujeme vodoucha při lovu a požívání kořisti. [Vodouch stříbřitý loví především podle hmatu. Ulovenou kořist odnese do svého zvonu, kde do ní vstříkne trávicí enzymy a kořist vysaje (Voráčková, 2017).]
3. Po vypuštění pavouka do akvária sledujeme, jak si začne stavět vzduchový zvon. [Vodouch stříbřitý ve vodním porostu spřádá hustou síť, do které postupně nosí vzduchové bubliny.]



Obrázek 55: vodouch stříbřitý (*Argyroneta aquatica*) ve vzduchovém zvonu. (Zdroj: <https://www.stoplusjednicka.cz/jediny-podvodni-pavouk-sveta-osminohy-potapec-vodouch-stribrity>)

4. Sledujeme, jak vodouch vystrčí zadeček a zadní nohy nad hladinu vody a do chloupků zachytává vzduchové bubliny. [Vzduch zachycený v chloupkách na zadečku vytvoří stříbrnou vrstvičku].



Obrázek 56: na obrázku je vidět stříbrná vrstvička vzduchu zachycená v chloupkách na zadečku vodoucha stříbřitého (*Argyroneta aquatica*). (Zdroj: <https://www.stoplusjednicka.cz/jediny-podvodni-pavouk-sveta-osminohy-potapec-vodouch-stribrity>)

5. Vodouch stříbřitý se většinu času pohybuje lezením po dně nebo po rostlinách, v některých případech však můžeme pozorovat, jak pavouk plave [Vodouch plave břichem vzhůru pomocí svých osmi nožek.] (Voráčková, 2017)
6. Před zazimováním akvária můžeme sledovat, jak si vodouch zpevňuje zvon nebo si nosí vzduch do prázdných ulit.

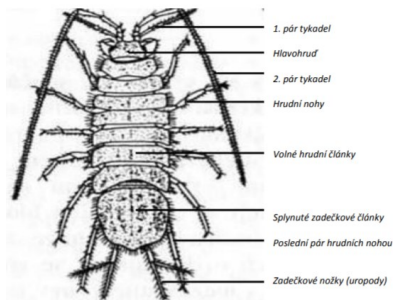
## Kmen: Členovci (Arthropoda)

## Řád: Stejnonožci (Isopoda)

## Beruška vodní (*Asellus aquaticus*)

### Možnosti práce s beruškou vodní (*Asellus aquaticus*) při výuce:

1. Pozorujeme vnější stavbu těla berušky vodní.



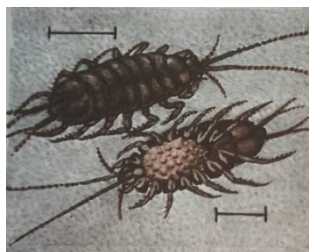
Obrázek 57: stavba těla berušky vodní (*Asellus aquaticus*). (Zdroj: [http://www.gymnasiumkladno.cz/projekty/experiment/metod\\_listy/biologie/b30\\_korysi/b30\\_korysi\\_pl\\_res.pdf](http://www.gymnasiumkladno.cz/projekty/experiment/metod_listy/biologie/b30_korysi/b30_korysi_pl_res.pdf))

2. Zajímavé je sledovat chování berušek během rozmnožování. [Ke kopulaci může dojít pouze při svlékání samičky berušky. Aby sameček nezmeškal pravou chvíli, je přichycený na hřbetě samičky několik dní (Hanel, 2002).]



Obrázek 58: přichycený sameček berušky vodní na hřbetě samičky, (Foto: Zicha O. dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id68180/?taxonid=25527&type=1>)

3. Přes sklo akvária lze dobře pozorovat váček s vajíčky, který samička nosí na břišní straně těla (Hanzák a kol., 1973).



Obrázek 59: Samička berušky vodní (*Asellus aquaticus*) s vajíčky na břišní straně těla. (Kresba: A. Pospíšil)

4. Na berušce lze demonstrovat kráčivý pohyb po substrátu na dně akvária.

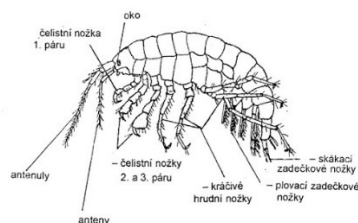
## Kmen: Členovci (Arthropoda)

## Řád: Různonožci (Amphipoda)

### Blešivec potoční (*Gammarus fossarum*)

#### Možnosti práce s blešivcem potočním (*Gammarus fossarum*) při výuce:

1. Popisujeme vnější stavbu těla blešivce potočního. [Blešivce přemístíme i s trochou vody do Petriho misky a pod binokulární lupou sledujeme stavbu těla.]



Obrázek 60: stavba těla blešivce potočního (*Gammarus fossarum*), (Zdroj: <http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%25200213%2520korysi/kor%25C3%25BD%25C5%25A1i%2520web.html>)

2. Sledujeme škrubavé pohyby blešivce. [Pokud se blešivec cítí ohrožený, položí se na bok a pomocí končetin na zadečku provádí škrubavé pohyby (Hanzák a kol., 1973).]
3. Pokud se blešivec necítí ohrožený, je možné pozorovat jak chůzi po substrátu, tak i způsob plavání. [Po substrátu se pohybuje pomocí hrudních kráčivých nožek a pomocí zadečkových nožek plave (Hanel, 2002).]
4. Do Petriho misky vložíme kousek kůry stromu nebo list, přidáme vodu a jednoho blešivce potočního a sledujeme jeho chování. [Blešivec by se měl co nejrychleji schovat pod list nebo kůru, jelikož je stínomilný.]
5. Můžeme pozorovat blešivce potočního během rozmnožování. [Ke kopulaci může dojít pouze při svlékání samičky, proto je sameček se samičkou několik dní spojen (Lellák a kol., 1982).]



Obrázek 61: spojení samečka a samičky blešivce potočního před kopulací, (Zdroj: <https://www.inaturalist.org/photos/8386081>)



3. Pokud se listonoh dožije dospělosti, na stranách těla pod koncem štítu můžeme u samičky vidět váčky s vajíčky (Hanel, 2002). [Listonozi se rozmnožují jako hermafroditi nebo můžeme pozorovat vývoj z neoplozených vajíček, dochází k partenogenezi (Papáček a kol., 2000)]
4. Sledujeme, jak se listonozi chovají, pokud osvítime část akvária [Listonozi jsou světломilní živočichové a budou se pohybovat za světlem.]

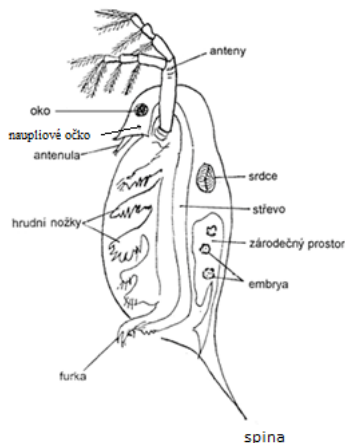
**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Korýši (Crustacea)**

**Řád: Perloočky (Cladocera)**

**Možnosti práce s hrotnatkou (*Daphnia*) při výuce:**

1. Popisujeme stavbu těla hrotnatky. [Na podložní sklíčko s jamkou přeneseme pomocí pipety jednu hrotnatku a pozorujeme stavbu těla pod mikroskopem.]

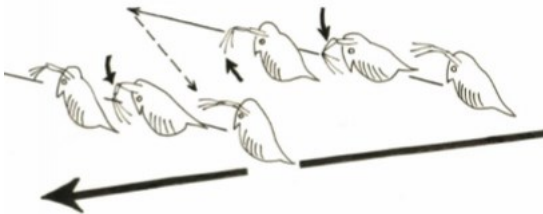


Obrázek 65: stavba těla hrotnatky (*Daphnia*) (Zdroj: <http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%200213%20korysi/korysi.html>)

2. Pozorujeme trávicí soustavu hrotnatky. [Na podložní sklíčko nanese kapku vody, do které přidáme trochu tuše a zamícháme. Do takto obarvené kapky vody přeneseme jednu hrotnatku a pod mikroskopem pozorujeme, jak se postupně obarvuje trávicí soustava (Stoklasa, 2006).]
3. Pokusíme se zjistit tepovou frekvenci hrotnatky při pokojové teplotě a při teplotě 0-5°C. [Hrotnatku vložíme pod mikroskop a po dobu deseti vteřin počítáme, kolik tepů srdce provede. Pro měření tepové frekvence při nižší teplotě vložíme kousek ledu v Petriho misce na stolek mikroskopu a na led položíme krycí sklíčko s hrotnatkou. Opět počítáme

množství tepů během deseti vteřin. Měření opakujeme třikrát a průměrné hodnoty vynásobíme šestkrát, tím získáme minutovou tepovou frekvenci.] (Stoklasa, 2006)

4. Pozorujeme dýchací orgány hrotnatky. [Hrotnatku vložíme do 1% roztoku methylové modře. Přibližně po deseti minutách hrotnatku pomocí pipety vylovíme a vložíme ji do kapky čisté vody na podložním sklíčku. Pod mikroskopem pozorujeme hrudní nohy se zbarveným žaberním váčkem.] (Stoklasa, 2006)
5. V akváriu sledujeme veslovitý způsob plavání perloočky. [Perloočky se pohybují trhavými pohyby vzhůru a následně hned klesají. K pohybu používají druhý pár rozvětvených tykadél. Je-li hrotnatka v kapce vody, lze mikroskopem pozorovat pohyb pomocí druhého páru končetin.] (Hanel, 2017)



Obrázek 66: pohyb perloočky (Kresba: L. Hanel)

6. Sledujeme, jak se perloočky chovají, pokud osvítime část akvária. [Perloočky jsou světlo milní živočichové a budou se pohybovat za světlem.]

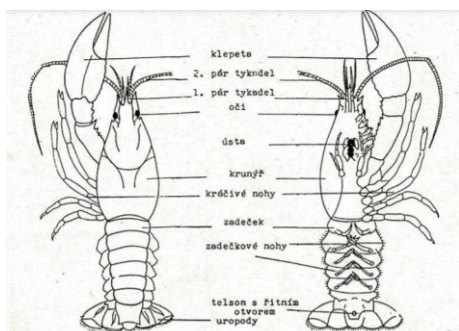
**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Řád: Astacura**

**Čeleď: Rakovití (Astacidae)**

**Možnosti práce s rakem pruhovaným (*Orconectes limosus*) při výuce:**

1. Popisujeme vnější stavbu těla raka. [Na prvním páru kráčivých nohou jsou mohutná klepeta.]



Obrázek 67: vnější stavba raka (Zdroj: [http://www.gymnasiumkladno.cz/projekty/experiment/metod\\_listy/biologie/b30\\_korysi/b30\\_korysi\\_pl\\_res.pdf](http://www.gymnasiumkladno.cz/projekty/experiment/metod_listy/biologie/b30_korysi/b30_korysi_pl_res.pdf))

2. Pozorujeme pohlavní dimorfismus u raků. [Samci jsou oproti samicím mohutnější, mají větší klepeta a gonopody.]



Obrázek 68: vlevo samec a vpravo samice raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) (Foto: Lukáš Jurek, dostupné z <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/124163.jpg>)



Obrázek 69: gonopody u samce raka (Foto: Patoka J, Dostupné z <https://invaznidruhy.nature.cz/res/archive/327/040253.pdf?seek=1478683248>)

3. Pokud se nám v akváriu podaří raky rozmnožit, je možnost pozorovat samici, jak přechovává vajíčka na spodní straně zadečku. [Samice s oplozenými vajíčky by se měly chovat odděleně od samců.] (Hanel, 2002)



Obrázek 70: samice raka s vajíčky (Foto: Hůla M. dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/image/id9580/>)

4. Sledujeme výměnu starého krunýře za nový. [V prvním roce života se rak pruhovaný svléká až sedmkrát (Hanel, 2002). Svlékání krunýře viz video <https://www.youtube.com/watch?v=JBI9T0qgKWE>.]
5. Pozorujeme, jakým způsobem rak pojídá potravu. [Pomocí pinzety vkládáme potravu rakovi do klepet (Hanel, 2002). Krmení raků viz video: <https://www.youtube.com/watch?v=o0MqCtv-vHk>]
6. Sledujeme raka během pohybu. [Raci se pohybují směrem dopředu, couvají pouze do úkrytu.]

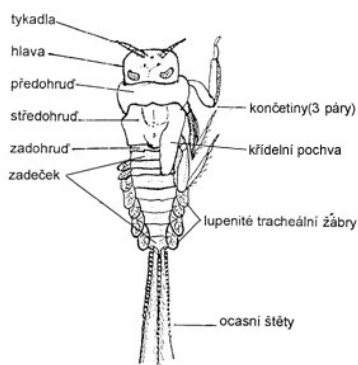
**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Hmyz (Insecta)**

**Řád: Jepice (Ephemeroptera)**

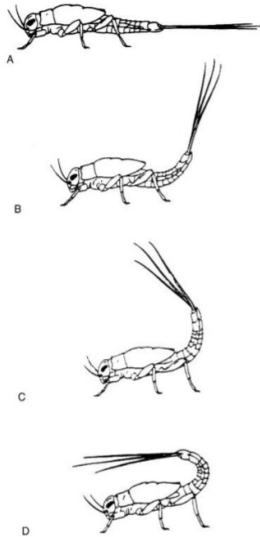
**Možnosti práce s larvou jepice (Ephemeroptera) při výuce:**

1. Popisujeme vnější stavbu larvy jepice. [Na konci končetin můžeme vidět jeden drápek a na zadečku můžeme pozorovat žaberní lupínky.]



Obrázek 71: stavba těla larvy jepice (Ephemeroptera) (Zdroj: <http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%200214%20sestinozi/šestinozi%20web.html>)

- U starších larev je možné pozorovat funkci tracheálních žaber v závislosti na teplotě. [Umístěné jsou na zadečkové části larvy. Mají vlastní svaly a pravidelně se pohybují. Nepohyblivý je pouze poslední pár žaberních plátků, kterým stáčí proud vody do stran.] (Kamler, 1971)
- Pozorujeme, jak se larva jepice chrání před predátorem. [Larva jepice zaujme obranný postoj připomínající štíra.] (Peckarsky, 1987)



Obrázek 72: obranný postoj larvy jepice (Zdroj: Peckarsky, 1987)

- Sledovat můžeme pohyb larev. Například rod *Cloeon* se pohybuje pomocí plovací ploutvičky, která je tvořena obrvenými abdominálními štěty. Larva se tak pohybuje plynulým plaváním nebo rychlými poskoky. (Hanel, 2017)
- Porovnáváme různé typy larev jepic. Existují larvy hrabavé, lezoucí, plovoucí nebo ploché. (Hanel, 2002)

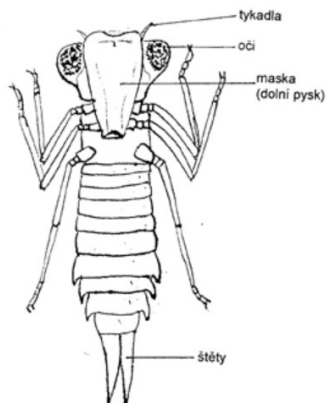
**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Hmyz (Insecta)**

**Řád: Vážky (Odonata)**

**Možnosti práce s larvou vážky (Odonata) při výuce:**

- Popisovat lze vnější stavbu těla larvy vážky.



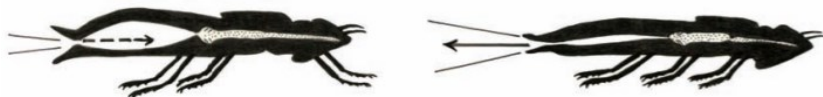
Obrázek 73: stavba těla larvy vážky (Odonata) (Zdroj: <http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%200214%20sestinozi/šestinozi%20web.html>)

2. Pozorujeme, jak funguje lapací maska vážky. [Pinzetou podáme potravu a při tom sledujeme, jak larva vymrští lapací masku. Funkce lapací masky viz video: [https://www.youtube.com/watch?v=EHo\\_9wnnUTE](https://www.youtube.com/watch?v=EHo_9wnnUTE) ]



Obrázek 74: larva vážky s lapací maskou (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2325945>)

3. Sledujeme, kolikrát musí provést vážka výpad lapací masky, než chytne svou potravu [Čím jsou larvy starší, tím jsou v lovu úspěšnější.] (Hanel, 2019)
4. U larev existují tři druhy pohybů, které můžeme v akváriu sledovat: chůze, plavání a tzv. “raketový” pohyb. Plavání je uskutečňováno horizontálními pohyby těla a anální ploutvičkou. (Hanel, 2002)



Obrázek 75: princip raketového pohybu larvy šídla (Autor: Hanel L., 2002)

5. Sledujeme proměnu larvy v dospělce. [Doba líhnutí je přibližně jedna hodina. Přeměna larvy v dospělce viz video: [https://www.youtube.com/watch?v=PQyhp2X\\_De4](https://www.youtube.com/watch?v=PQyhp2X_De4)]

**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Hmyz (Insecta)**

**Řád: Pošvatky (Plecoptera)**

**Možnosti práce s larvou pošvatky (Plecoptera) při výuce:**

1. Popisujeme vnější stavbu těla larvy pošvatky. [Na konci končetin má larva pošvatky dva drápky a žaberní přívěšky jsou umístěny na hrudi (Papáček a kol., 2000).]



Obrázek 76: larva pošvatky (Plecoptera) (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2187465>)

2. Sledujeme způsob dýchání larev pošvatek rodu *Perla* nebo *Perlodes* při vyšší teplotě. [Tyto rody žijí v chladných vodách a pokud je vložíme do teplejší vody, provádějí rytmické pohyby těla (jakési kliky), kterými vyměňují vodu v okolí larvy.] (Genkai-Kato, 2000; Hanel, 2018)

**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Hmyz (Insecta)**

**Řád: Chrostíci (Trichoptera)**

**Možnosti práce s larvou chrostíka (Trichoptera) při výuce:**

1. Po vyjmutí larvy chrostíka ze schránky a vložení do akvária sledujeme způsob a rychlost stavby nové schránky. [Schránky si staví pomocí sekretu, který je vylučován snovacími žlázami na spodním pysku. Stavební materiál je různorodý.]
2. Pozorujeme, jaký materiál preferují ze schránky vyjmuté larvy při stavbě nové schránky. [Larva preferuje určitý typ materiálu, ze kterého schránku staví (Novák, 1962).]

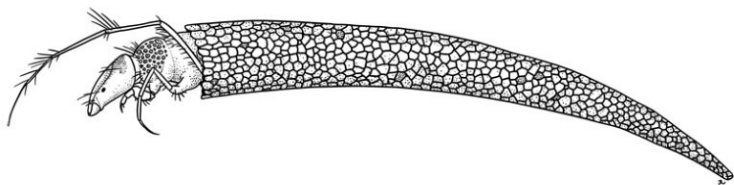


Obrázek 77: rostlinná schránka chrostíka (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trichoptera\\_larvenbau.jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trichoptera_larvenbau.jpeg))



Obrázek 78: kamenitá schránka chrostíka (Foto: L. Konečný, <https://www.biolib.cz/cz/image/id12177/>)

3. Ze schránky vyjmutou larvu můžeme vložit do akvária, kde jako materiál pro stavbu nové schránky použijeme různé korálky, barevné úlomky kamínků a sledujeme stavbu nového úkrytu. Nadále můžeme sledovat, zda larva chrostíka preferuje určitou barvu korálků nebo kamínků.
4. Pozorujeme, jak larva reaguje na ohrožení. [Celá se stáhne do schránky. Pokud není ničím ohrožena, její hrud' a hlava jsou ze schránky venku.]



Obrázek 79: pokud není larva chrostíka ohrožena, její hrud' a hlava jsou venku ze schránky. (Zdroj: <https://www.humanart.cz/grafika-86800-chrostici.html>)

5. Ke konci vývoje larvy sledujeme, jak chrostík připevní svoji schránku k podkladu. Ve schránce se zakuklí a po určité době schránku kukla opustí a vylíhne se nový dospělec.

**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Hmyz (Insecta)**

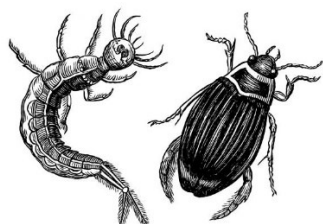
**Řád: Brouci (Coleoptera)**

**Čeleď: Potápníkovití (Dytiscidae)**

**Čeleď: Vodomilovití (Hydrophilidae)**

**Možnosti práce s potápníkem vroubeným (*Dytiscus marginalis*) a vodomilem černým (*Hydrous piceus*) při výuce:**

1. Popisujeme stavbu těla dospělého potápníka a jeho larvy. Jak je potápník přizpůsobený k žití pod vodou? [Na zadečku pod křídly jsou umístěné hydrofobní chloupky, do kterých nachytávají brouci vzdušný kyslík, který poté putuje do vzdušnic (Boukal, Kolář, 2015).]



Obrázek 80: Stavba těla dospělého potápníka a jeho larvy (Zdroj: <https://www.istockphoto.com/fr/illustrations/dytique-marginé#close>)

2. Určujeme rozdíly mezi samečkem a samičkou potápníka vroubeného. [Samečci mají rozšířená chodidla s přísavkou na prvním páru končetin. Samička má obvykle rýhované krovky (u některých jedinců může chybět) a nemá na prvním páru končetin přísavky.]



Obrázek 81: vlevo samice a vpravo samec potápníka vroubeného (*Dytiscus marginalis*). (Foto: L. Jurek, <https://www.biolib.cz/cz/image/id75910/>)

3. Sledujeme, jak často a jakým způsobem nabírá potápník kyslík pod krovky. [Potápník připlave k hladině, kde několik vteřin nabírá vzduch pod otevřené krovky (Boukal, Kolář, 2015).]

4. Pozorujeme, jak potápník vyhledává potravu pomocí pachu ve vodě. [Do vody vložíme plátěný pytlík se syrovým masem a poté vypustíme do vody dospělého potápníka.] (Tinbergen, 1951).



Obrázek 82: vyhledávání potravy podle pachové stopy (Zdroj: Tinbergen, 1951)

5. Sledujeme rozdíl v lovu kořisti mezi dospělým potápníkem a jeho larvou. [Larva i dospělý brouk jsou dravci. Dospělí zachytí kořist předními páry končetin a za pomoci kusadel kořist porcují. Larvy loví pomocí šavlovitých kusadel. Ulovenou kořist poté vysají. Způsob lovu larvy viz video: <https://www.youtube.com/watch?v=vwFk81GxhXE>]
6. Porovnáváme způsob pohybu dospělého potápníka a vodomila. [Potápník je dobrý plavec. Vodomil se pohybuje střídavým kráčivým pohybem a je pomalejší plavec než potápník. Někteří vodomilové (Hydrophiliidae) dokážou k pohybu využít hladinovou blanku a pohybují se po její spodní straně (Hanel, 2017).]
7. Sledujeme způsob dýchání u vodomila černého. [Při nadechování vystrkují nad hladinu přední část těla a zásoby vzduchu jsou udržovány v tenkém vzduchovém filmu na břiše (Hanel, Lišková, 2003).]
8. Pozorujeme, jakým způsobem larva vodomila požírá plže. [Larva buď pomocí kusadel rozdrtí okraj ulity plže nebo plže sežere bez zničení jeho ulity (Hanel, 2020).]

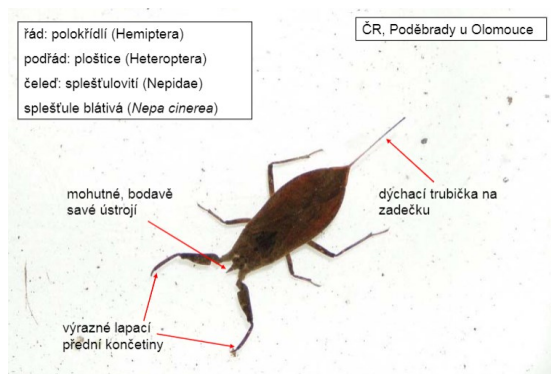
**Kmen: Členovci (Arthropoda)**

**Třída: Hmyz (Insecta)**

**Řád: Ploštice (Heteroptera)**

**Možnosti práce s vodními plošticemi (Heteroptera) při výuce:**

1. Popisujeme stavbu těla ploštice.



Obrázek 83: Stavba těla splešťule blátivé (*Nepa cinerea*) (Zdroj: <https://docplayer.cz/11398226-Arthropoda-clenovci-vi.html>)

2. Pozorujeme bodavě sací ústní ústrojí. [Ploštici vyjmeme z akvária, vložíme s trochou vody do Petriho misky a uzavřeme. Pomocí binokulární lupy pozorujeme ústní ústrojí ploštice.]



Obrázek 84: přední část těla splešťule blátivé (*Nepa cinerea*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nepa\\_cinerea\\_front\\_legs.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nepa_cinerea_front_legs.jpg))

3. Sledujeme způsob dýchání u jednotlivých druhů ploštic. [Splešťule blátivá (*Nepa cinerea*) a jehlanka válcovitá (*Ranatra linearis*) dýchají pomocí dýchací trubičky umístěné na zadečku, kterou vystrčí nad hladinu vody a neberou do ní vzduch. Znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*) má u zadečku dýchací otvor, kterým nad hladinou nabírá vzduch (Sedlák, 2002).]



Obrázek 85: dýchací trubička u jehlanky válcovité (*Ranatra linearis*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Ranatra\\_linearis#/media/File:2017.06.11.-19-Anglerteiche-Rimbach--Stabwanze.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Ranatra_linearis#/media/File:2017.06.11.-19-Anglerteiche-Rimbach--Stabwanze.jpg))



Obrázek 86: znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*) během nabírání vzduchu u hladiny  
(Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Notonecta+glauca&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>)

4. Pozorujeme způsob lovu potravy u jednotlivých druhů ploštic. [Splešťule blátivá (*Nepa cinerea*) čeká až se k ní kořist přiblíží a poté ji uloví pomocí předních lapacích nohou. Znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*) svou kořist aktivně vyhledává (Hanel, 2002).]

### **Kmen: Strunatci (Chordata)**

### **Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)**

### **Nadtřída: Ryby (Osteichthyes)**

### **Možnosti práce s rybami (Osteichthyes) při výuce:**

1. Na rybách můžeme prezentovat různé mimetické jevy. [U akary hnědé (*Cleithracara maronii*) lze demonstrovat falešnou oční skvrnu v zadní části jejího těla. Pravé oko je zakryto černým pruhem. Predátor útočí na zadní stranu těla a ryba tak může uniknout (Hanel, 2019).]



Obrázek 87: akara hnědá (*Cleithracara maronii*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Akara\\_z\\_Maroni.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Akara_z_Maroni.jpg))

2. Pozorujeme akaru hnědou (*Cleithracara maronii*) během rozmnožování a během následné péče o potomstvo. [Před započítím rozmnožování samec i samička důkladně očistí místo, kde budou umístěny jikry. Samička poté začne na připravené místo klást jikry a sameček je následně oplodní. Oplozené jikry hlídají a opečovávají oba rodiče.

Po vylíhnutí jiker akary vyhloubí v písku jamku a potěr tam přenáší. O své potomky se starají i několik měsíců (Eliáš, 2014). Tření akar hnědých viz video <https://www.youtube.com/watch?v=WWhwI8C6gCM>.]

3. U bojovnice pestré (*Betta splendens*) lze demonstrovat kombinované dýchání. [K dýchání kromě žaber využívá ryba i tzv. labyrint. Jednou za čas se musí vynořit nad hladinu a načerpat do labyrintu čerstvý vzduch. Lze sledovat frekvenci nádechů při různé teplotě vody a různé aktivitě ryby (Hanel, 2018).]
4. Sledujeme pohlavní dimorfismus u ryb. [Dimorfismus lze prezentovat na bojovnici pestré. Sameček má oproti samičce protáhlejší ploutve a je pestřeji zbarven (Kothe, 2009).]



Obrázek 88: samička bojovnice pestré (*Betta splendens*) (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=betta+splendens+female&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>)



Obrázek 89: sameček bojovnice pestré (*Betta splendens*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Betta\\_splendens\\_\(male\)#/media/File:BETTA\\_4.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Betta_splendens_(male)#/media/File:BETTA_4.png))

5. Pozorujeme bojovnici pestrou (*Betta splendens*) během rozmnožování a během následné péče o potomstvo. [Sameček před pářením připraví pěnové hnízdo. Následně obtočí ocas kolem samičky, která vypouští jikry. Sameček jikry pomocí úst přenesou do pěnového hnízda, kde je do vylíhnutí potěru opatruje (Vránová, 2008). Páření bojovnice pestré viz video <https://www.youtube.com/watch?v=tUb5mUPQ1rA>.]



Obrázek 90: pěnové hnízdo bojovnice pestré (*Betta splendens*) (Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Betta+splendens&title=Special:MediaSearch&type=image>)

6. Sledujeme samečka koljušky tříostné (*Gasterosteus aculeatus*), jak staví z řas a vodních rostlin hnízdo pro naklazení jiker.



Obrázek 91: hnízdo koljušky tříostné (*Gasterosteus aculeatus*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus\\_aculeatus#/media/File:Unsere\\_Süßwasserfische\\_\(Tafel\\_4\)\\_6102595905.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus_aculeatus#/media/File:Unsere_Süßwasserfische_(Tafel_4)_6102595905.jpg))

7. Pozorujeme koljušky tříostné (*Gasterosteus aculeatus*) během tření. [Sameček připraví hnízdo, do kterého následně pomocí námluvného tance láká samičky. O oplodněné jikry se stará sameček (Hájková, 2007). Tření koljušky tříostné viz video <https://www.youtube.com/watch?v=xjiu1eVt6hw>.]
8. Sledujeme pohlavní dimorfismus u koljušky tříostné (*Gasterosteus aculeatus*) během období tření. [Sameček má oranžově zbarvené břicho a modře zbarvenou duhovku.]



Obrázek 92: samička koljušky tříostné (*Gasterosteus aculeatus*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus\\_aculeatus#/media/File:Gasterosteus\\_aculeatus\\_-\\_50737277588.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus_aculeatus#/media/File:Gasterosteus_aculeatus_-_50737277588.jpg))



Obrázek 93: sameček koljušky tříostné (*Gasterosteus aculeatus*)  
 (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus\\_aculeatus#/media/File:Gasterosteus\\_aculeatus\\_-\\_Epinuche\\_-\\_Three-spined\\_stickleback.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gasterosteus_aculeatus#/media/File:Gasterosteus_aculeatus_-_Epinuche_-_Three-spined_stickleback.jpg))

9. Pozorujeme střevličku východní (*Pseudorasbora parva*) během tření. [Sameček vyčistí stěnu akvária a samička na ni klade jikry, které sameček následně oplodní a poté hlídá.]

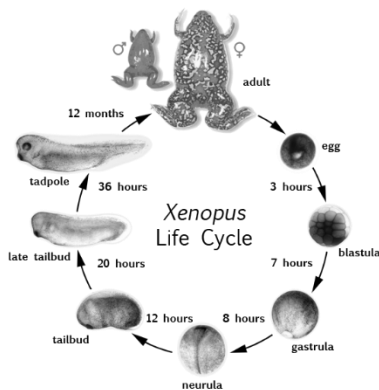
**Kmen: Strunatci (Chordata)**

**Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)**

**Třída: Obojživelníci (Amphibia)**

**Možnosti práce s obojživelníky (Amphibia) při výuce:**

1. Pozorujeme vývoj drápatky po rozmnožování. [Po vylíhnutí z vajíčka je pulec beznohý a s ocasem. Jako první začínají růst zadní končetiny, později i přední. Čím více rostou končetiny, tím více se zmenšuje ocas pulce až zcela zmizí.]



Obrázek 94: vývin drápatky vodní (*Xenopus laevis*), (Zdroj: [https://: Introduction to Xenopus - Xenbase: The Xenopus Model Organism Knowledgebase](https://Introduction to Xenopus - Xenbase: The Xenopus Model Organism Knowledgebase))

2. Pozorujeme vzhled pulce drápatky. Porovnáme ho s obrázky pulců našich žab a určíme v čem se liší. [Pulec drápatky připomíná vzhledem malého sumce]



Obrázek 95: vzhled pulce drápatky vodní (*Xenopus laevis*), (Zdroj: [https://:African Clawed Frog - Xenopus laevis \(californiaherps.com\)](https://californiaherps.com))

3. Sledujeme drápatku vodní (*Xenopus laevis*) během plavání. [Drápatky během plavání nepoužívají přední končetiny, mají je nataženy směrem dopředu (Hanel, 2017). Pohyb drápatky vodní viz video <https://www.youtube.com/watch?v=cpZfVBxEiM>.]
4. Pozorujeme drápatku vodní (*Xenopus laevis*) během svlékání kůže. [Drápatka svlečenou kůži požívá.]
5. U drápatky vodní (*Xenopus laevis*) pozorujeme nadechování nad hladinou. [Dospělí obojživelníci dýchají pomocí plic, proto se drápatka musí nadechovat nad hladinou. Mimo jiné se i u vodních žab uplatňuje kožní dýchání (Hanel, 2018).]



Obrázek 96: Drápatka vodní (*Xenopus laevis*) nadechující se nad hladinou (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Xenopus\\_laevis#/media/File:ClawedFrogFloating.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Xenopus_laevis#/media/File:ClawedFrogFloating.jpg))

6. U axolotla mexického (*Ambystoma mexicanum*) sledujeme funkci vnějších žaber. [Axolotl pomocí pohybu žaber přivádí čerstvou vodu a odstraňuje ze žaber nečistoty. Axolotl je celý život v larválním stádiu, proto se u něj vyskytují vnější žábry. Má schopnost se v tomto stádiu rozmnožovat (tzv. neotenie) (Hanel, 2018).]
7. U žebrovníka Waltlova (*Pleurodeles waltli*) pozorujeme na bocích výčnělky žeber. [Na bocích jsou patrné oranžové hrboly, do kterých vedou špičky žeber. Odtud pochází jeho jméno žebrovník (Spurný, 2008).]



Obrázek 97: oranžové skvrny na bocích žebrovníka s výčnělky žeber (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Pleurodeles\\_waltl#/media/File:Pleurodeles\\_trio.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Pleurodeles_waltl#/media/File:Pleurodeles_trio.jpg))

8. Sledujeme žebrovníky Waltlovi (*Pleurodeles waltl*) během páření. [Před pářením si sameček vleze pod samičku a několik i desítek minut ji nosí na svém hřbetě. Následně sameček propustí jednu končetinu samičky a na dno akvária vypouští spermatofor, ke kterému samičku navádí (Karbanová, 2013).]



Obrázek 98: žebrovníci Waltlovi během páření (*Pleurodeles waltl*) (Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Pleurodeles\\_waltl#/media/File:Reproducción.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Pleurodeles_waltl#/media/File:Reproducción.JPG))

## 8 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem shrnula základní informace o zřízení nového akvária, jeho základním vybavení a následné pravidelné péči. Také jsem zde popsala rozdíl mezi studenovodní a teplovodní akvaristikou. Ke každému typu akvária jsem vypsala druhy rostlin a živočichů, které se v daném akváriu pěstují a chovají.

Ovšem hlavní náplní této práce bylo sepsání návodů na pozorování a experimenty s vybranými vodními živočichy. Většina mnou vybraných živočichů patří mezi bezobratlé. Z obratlovců jsem zde sepsala návody pro dvě skupiny, ryby a obojživelníky. Sepsané experimenty a pozorování jsem doplnila o obrázky, vysvětlivky a videa, které pomáhají k jejich lepšímu pochopení. U všech živočichů jsem sepsala podmínky chovu ve školním akváriu. Do bakalářské práce jsem vybrala především druhy organismů, které lze poměrně snadno vyhledat i v našich vodních tocích a rybnících, případně je lze zakoupit v prodejnách Zverimexu.

Sepsané experimenty a návody jsou určeny pro výuku biologie a přírodopisu, měly by pomoci žákům lépe pochopit probírané učivo a zatraktivnit výuku pomocí názorných pozorování a experimentů.

## 9 Literatura:

BAKONYI, Gábor, et al. Some morphological characteristics of the water scorpion *Nepa cinerea* (Heteroptera: Nepomorpha) are associated with habitat type. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 2016, 62.4: 369-385.

BERAN, Luboš. *Vodní měkkýši ČR*. Vlašim: ZO ČSOP Vlašim, 1998. Metodika Českého svazu ochránců přírody. ISBN 80-902469-4-x.

BUCHAROVÁ, Jana. Jak chovat drápatku vodní, žábu z afrických tůní. *IReceptář.cz* [online]. 2010 [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: <https://www.ireceptar.cz/zvirata/jak-chovat-drapatku-vodni-zabu-z-africky-tuni.html>

ELIÁŠ, Jaroslav. Malé cichlidy z Nového světa. *Živa* [online]. 2014, (3), 136-137 [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/male-cichlidy-z-noveho-sveta.pdf>

FALTEISEK, Lukáš. Genetický parazit pomocníkem vědců. *Vesmír* [online]. 2005, (84), 415-416 [cit. 2021-7-4].

FOKT, Michael. *Chováme obojživelníky*. Praha: Grada, 2008. Průvodce chovatele (Grada). ISBN 978-80-247-2162-0.

FRANK, Stanislav a Jaroslav ELIÁŠ. *Sladkovodní akvaristika: všechno o sladkovodní akvaristice – péče o ryby, jejich zdravý vývoj a úspěšný chov*. Praha: Cesty, 2000. ISBN 80-7181-218-8.

GENKAI-KATO, Motomi, et al. Push-up response of stonefly larvae in low-oxygen conditions. *Ecological Research*, 2000, 15.2: 175-179.

GILLER, Paul S. The Control of Handling Time and its Effects on the Foraging Strategy of a Heteropteran Predator, *Notonecta*. *The Journal of Animal Ecology* [online]. 1980, 49(3), 699–712 [cit. 2021-7-1]. ISSN 00218790. Dostupné z: doi:10.2307/4222

HÁJKOVÁ, Hana. Koljuška tříostná - *Gasterosteus aculeatus*. *Příroda.cz* [online]. 2007 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=916>

HANEL, Lubomír a Vojtěch KOLÁŘ. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu VIII (chov vodomila černého a příbuzných druhů). *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. 2020, 29(4), 2-12 [cit. 2021-7-4]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: doi:10.14712/25337556.2020.4.1

- HANEL, Lubomír. Žebrovník *Pleurodeles waltlii*. *Akvárium terárium*. 1982, 25(5), 28-30.
- HANEL, Lubomír. Rozmnožování hrouzkovce malého. *Akvárium terárium*. 1993, 10, 12-14.
- HANEL, Lubomír. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu II (dýchání vodních živočichů). *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. 2018, 27(2), 11-21 [cit. 2021-7-1]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: doi:10.14712/25337556.2018.2.2
- HANEL, Lubomír. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve Školním akváriu (I. pohyb živočichů). *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. 2017, 26(4), 38-51 [cit. 2021-7-1]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: doi:10.14712/25337556.2017.4.4
- HANEL, Lubomír. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu VII (chov vodoucha stříbřitého). *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. 2020, 29(3), 34-41 [cit. 2021-7-1]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: doi:10.14712/25337556.2020.3.4
- HANEL, Lubomír. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu V (chov vážek). *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. 2019, 28(4), 40-50 [cit. 2021-7-1]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: doi:10.14712/25337556.2019.4.4
- HANEL, Lubomír. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu IV (mimetické jevy). *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. 2019, 28(2), 10-18 [cit. 2021-7-1]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: doi:10.14712/25337556.2019.2.2
- HANEL, Lubomír. Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu vi – chov a odchov potápníků. *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. 2020, 29(2), 13-26 [cit. 2021-7-1]. ISSN 2533-7556. Dostupné z: doi:10.14712/25337556.2020.2.2
- HANZÁK, Jan, Ladislav HALÍK a Marie MIKULOVÁ. *Světlem zvířat. Díl V, Bezobratlí 1*. ČR: Albatros, 1973. ISBN 13-214-KMČ-80.
- HANZÁK, Jan, Ladislav HALÍK a Marie MIKULOVÁ. *Světlem zvířat. Díl V, Bezobratlí 2*. ČR: Albatros, 1973. ISBN 13-214-KMČ-80.
- HŮRKA, Karel. *Brouci České a Slovenské republiky*. Kabourek, 2005.
- JACOBS, Jan-Cor. *Akvaristika pro začátečníky*. Čestlice: Rebo Productions, 2004. Příručka začínajícího chovatele. ISBN 80-7234-346-7.

KALOUS, Lukáš. (Naše) nepůvodní a invazní druhy ryb. *Vesmír* [online]. 2018, (5), 266-269 [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/nase-nepuvodni-a-invazni-druhy-ryb.pdf>

KAMLER, E. Reactions of two species of aquatic insects to the changes of temperature and oxygen concentration. *Polskie archiwum hydrobiologii*. 1971, 18(3), 303-323.

KARBANOVÁ, Eva. Žebrovník Waltlův. Jak na zvíře k nevíře? *Tera magazín* [online]. 2013, (2), 7-9 [cit. 2021-7-4].

KLÍMOVÁ HŘÍVOVÁ, Dana. *Metodika chovu modelových organismů (Crustacea) pro účely výuky a výzkumu* [online]. Masarykova univerzita, 2018 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/sci/podzim2014/Bi1030c/Metodika\\_chovu\\_modelovych\\_organismu.pdf?lang=cs](https://is.muni.cz/el/sci/podzim2014/Bi1030c/Metodika_chovu_modelovych_organismu.pdf?lang=cs)

SCHAEFER, Claus a Christel KASSELMANN. *Akvarijní ryby, bezobratlí a rostliny: [přívodce sladkovodním akváriem]*. V Praze: Granit, 2007, 312 s. ISBN 978-80-7296-057-6.

KELLNEROVÁ, Dana. *Chov zvířat ve školách*. Brno: Lipka - školské zařízení pro environmentální vzdělávání, 2013. Metodický materiál pro učitele. ISBN 978-80-87604-57-1.

KOLÁŘ, Vojtěch a David BOUKAL. Potápníci – nenápadní predátoři našich vod. *ŽIVA*. 2015, (6), 300-303.

KOTHE, Hans W. *250 druhů akvarijních ryb: určování, chov, péče*. Praha: Knižní klub, 2009, 287 s. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-2522-7.

LELLÁK, J., KOŘÍNEK V., KOŘÍNKOVÁ J., PUNČOCHÁŘ P. *Biologie vodních živočichů*. Skriptum Fakulty přírodovědecké, Univerzity Karlovy v Praze, 1972, 218 s.

LELLÁK J., KOŘÍNEK V., FOTT J., KOŘÍNKOVÁ J. PUNČOCHÁŘ P. *Biologie vodních živočichů*. Učební text, UK Praha, 1982, 220 s.

LELLÁK J., KOŘÍNEK V., FOTT J., KOŘÍNKOVÁ J., PUNČOCHÁŘ P. *Biologie vodních živočichů*. Praha: SPN, 1978, 220 str.

LELLÁK, Jan. Vodní brouci Dytiscidae, Haliplidae, Hydrophilidae, Gyrinidae – potápníkovití, plavčíkovití, vodomilovití, vírníkovití, 1968, 211-214 s. In: Skuhřavý, Václav a kol. *Metody chovu hmyzu*. Academia Praha, 1968, 288 s.

- LIBOSVÁRSKÝ, Jiří, Vlastimil BARUŠ, Oldřich ŠTERBA. Facultative parasitism of *Pseudorasbora parva* (Pisces). *Folia Zool*, 1990, 39, 355-360 s.
- LUSK Stanislav, Věra LUSKOVÁ V, Lubomír HANEL. Nepůvodní druhy v ichtyofauně České republiky – jejich vliv a význam. *Biodiverzita ichtyofauny ČR (VII)*, 2008, 96-113 s.
- MACEK, Jan. *Bezobratlí*. Ilustroval Viera POSTNÍKOVÁ, ilustroval Pavel DVORSKÝ. Praha: Albatros, 2001. Svět zvířat (Albatros). ISBN 80-00-00918-8.
- MAČÁT, Zdeněk. *Pseudorasbora parva* - střevlička východní. *Natura Bohemica: příroda České republiky* [online]. 2011 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/pseudorasbora-parva/>
- MAÎTRE-ALLAIN, Thierry. *Velký průvodce akváriem: Jak postavit, zařídit a udržovat akvárium*. France: Perfekt, 1997. ISBN 80-8046-055-8
- MATĚJŮ, Jan. Asijský tygřík v českých rybníčcích, aneb o střevličce východní. *Arnika* [online]. 2017, (1), 46-48 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <http://kvmuz.cz/public/data/upload/jm02-arnika-2017-01-17.pdf>
- MEDUNA, Petr. Naši plži v akváriu. *IFauna* [online]. 2009 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://www.ifauna.cz/akvaristika/clanky/r/detail/4025/nasi-plzi-v-akvariui/>
- MILLS, Dick. *Vaše akvárium*. London: Prúdy, 1997. ISBN 80-85355-33-7.
- MILLS, Dick. *Akvárium: praktická příručka : ilustrovaná příručka pro začínající akvaristy*. Praha: Slovart, 1995. ISBN 80-85871-54-8.
- MOTYČKA, Vladimír a Zdeněk ROLLER. *Bezobratlí*. Ilustroval Pavel DVORSKÝ. Praha: Albatros, 2001. Svět zvířat (Albatros). ISBN 80-00-00884-x.
- MUSILOVÁ, Zuzana. Akary - co jsou vlastně zač? *Akva Tera Fórum*. 2006, (2), 8-14 s.
- NOVÁK, Karel. Chrostíci, jejich chov a pozorování. *Živa*, 1962, 3, 104-110 s.
- PAPÁČEK, Miroslav, Vlasta MATĚNOVÁ, Josef MATĚNA a Tomáš SOLDÁN. *Zoologie*. 3. upravené vydání. Praha: Scientia, spol. s.r.o., pedagogické nakladatelství, 2000. ISBN 80-7183-203-0.
- PAPÁČEK, Miroslav, Melanotická forma znakoplavky *Notonecta glauca* L. (Heteroptera, Notonectidae) z jižních Čech. *Sborník Jihočeského Muzea v Českých Budějovicích, Přírodní Vědy*, 1988 28(2), 45–50.

PECHÁČEK, Lukáš. *Betta splendens* v Rybičky.net [online]. © 19.06.2012, [cit. 27.06.2021], dostupné z [http://rybicky.net/atlasryb/bojovnice\\_pestra](http://rybicky.net/atlasryb/bojovnice_pestra)

PECKARSKY, Barbara L. Mayfly cerci as defense against stonefly predation: deflection and detection. *Oikos*, 1987, 161-170.

POLÁK K. *Akvaristika*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986, 228s.

RESLOVÁ, Marie a Ondřej SIMON. Ploštěnky – opomíjení obyvatelé našich vod. *ŽIVA* [online]. 2015, (5) [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/plostenky-opomijeni-obyvatele-nasich-vod.pdf>

ROZKOŠNÝ, Rudolf. *Klíč vodních larev hmyzu*. Praha: Academia, 1980. ISBN 21-095-80.

RYBAK, Jan Igor. *Prezwochnik do rozpoznawania niektórych bezkregowych zwierzat slodkovodnych*. Polska Akademia nauk, Warszawa, 1971.

SALÓ, Emili, et al. Planarian regeneration: achievements and future directions after 20 years of research. *International Journal of Developmental Biology*, 2009, 53.8-9-10: 1317-1327.

SEDLÁK, Edmund. *Zoologie bezobratlých*. 2. přeprac. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2002. ISBN 80-210-2892-0.

SEVRUKOVÁ, Natálie. Výskyt a ekologie ploštěnky americké (*Dugesia tigrina*) ve Vltavě a vybraných pražských potocích a její interakce s původními druhy ploštěnek. 2010 Bakalářská práce Pedagogické fakulty UK Praha, Katedry biologie a environmentálních studií, 82 s.

SEZEMSKÁ, Karolína. O významu korýšů a jejich využití v praktických cvičeních ve školách. *Živa* [online]. 2017, (2), 81-82 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/o-vyznamu-korysu-a-jejich-vyuziti-v-praktickyh-cv.pdf>

SLABOCH, Roman a Blanka SLABOCHOVÁ. Filtrace. *Akvárium* [online]. 2015, (29), 23--24 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <http://e-akvarium.cz/casopis/akvarium29.pdf>

SPURNÝ, Vladimír. Žebrovníci na Stálé akvarijní výstavě. *Zoo report: magazín pro přátele Zoo Brno* [online]. 2008, (3), 10 [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: [https://www.zoobrno.cz/img/old/cs/o-nas/zoo-report/zoo-report/\\_files/2008-zooreport03.pdf](https://www.zoobrno.cz/img/old/cs/o-nas/zoo-report/zoo-report/_files/2008-zooreport03.pdf)

STADELMANN, Peter. *Akvárium: jak snadno zařídit a pečovat o něj: rady odborníka začínajícím akvaristům: [také pro děti, které se o své akvárium starají samy]*. Čes. vyd. 2. Praha: Jan Vašut, 1998. Jak na to (Svojtka a Vašut). ISBN 80-7236-010-8.

STOKLASA, Jan. *Klíče a návody k praktickým činnostem v přírodopisu, biologii a ekologii pro základní a střední školy*. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2006. ISBN 80-7235-320-9.

ŠTAMBERGOVÁ, Monika, Jitka SVOBODOVÁ a Eva KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ. *Raci v České republice: [metodika AOPK ČR]*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009. ISBN 978-80-87051-78-8.

ŠŤASTNÝ, Karel. *Přírodou kolem vody*. Ilustroval Eva BEBEROVÁ. Praha: Brio, 2003. Příroda do kapsy (Brio). ISBN 80-86113-48-5.

TINBERGEN, Niko. *The Study of Instinct*. Oxford University Press, 1951

TSCHIESCHE, Karl-Heinz. *Moje akvárium*. Ilustroval Gisela FLÄCHSIG, přeložil Jiří STACH. Berlin: Kinderbuchverlag, 1988.

VESELOVSKÝ, Zdeněk. *Chováme se jako zvířata?*. Praha: Panorama, 1992. Knihy o přírodě (Panorama). ISBN 80-7038-240-6.

VILIMOVSÁ, Lenka. *Růst a variabilita jedinců vodní plošnice splešťule blátivé (Nepa cinerea)(Heteroptera: Nepomorpha: Nepidae)*. 2012. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

VORÁČKOVÁ, Alena. *Osminohý potápěč: Vodouch stříbřitý je jediným pavoukem žijícím pod vodou*. *100+1* [online]. 2017 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://www.stoplusjednicka.cz/jediny-podvodni-pavouk-sveta-osminohy-potapec-vodouch-stribrity>

VRÁNOVÁ, Lenka. *Jak se stát bettaholikem*. *Akvárium* [online]. 2008, (10), 4-8 [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: <http://maniakva.cz/casopis/akvarium10.pdf>

WYNIGER, René. *Insektenzucht*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 1992, 368 s

UHLÍŘ, Aleš. *AKVARISTIKA: Koljuška tříostná – tajemství nejzajímavější české ryby*. *Deník* [online]. 2013 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://www.dedenik.cz/2013/09/12/akvaristika-koljuska-triostna-tajemstvi-nejzajimavejsi-ceske-rybky/>