

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrhy na praktická cvičení ze zoologie s využitím prvoků a bezobratlých ze
sladkovodních akvárií**

**Proposal for practical exercises in zoology using protozoa and invertebrates in
freshwater aquaria**

Bc. Barbora Talavášková

Vedoucí práce: RNDr. Jan Mourek, Ph.D.
Studijní program: Učitelství pro střední školy (N7504)
Studijní obor: N BI (7504T214)

Praha

Odevzdáním této diplomové práce na téma Návrhy na praktická cvičení ze zoologie s využitím prvoků a bezobratlých ze sladkovodních akvárií 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.

V Liberci dne 30. 11. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce RNDr. Janu Mourkovi, Ph.D. za vedení, odborné rady a čas, který mi při zpracování věnoval. Poděkování taktéž náleží ZŠ Liberec, ul. 5. května za spolupráci. Dále bych ráda poděkovala celé mé rodině za velkou podporu a trpělivost při zpracování diplomové práce.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhy na praktická cvičení s využitím sladkovodních akvárií ve výuce pro základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií, které se zaměřují na prvoky a bezobratlé živočichy. Hlavním cílem práce jsou návrhy na praktická cvičení vedených s využitím prvků badatelsky orientovaného vyučování (Inquiry based science education). Pomocí určovacích karet prvků a mikroskopických bezobratlých živočichů mohou žáci poznávat tyto organismy během laboratorních cvičení s mikroskopy. Celkem je představeno čtrnáct karet se zástupci prvků, bezobratlých, řas a sinic typických pro sladkovodní akvária. Určovací karty obsahují základní popis, také postup, co mají žáci u daného organismu pozorovat a zakreslit. Jsou doplněny o fotografii, perokresbu a QR kódem, který odkazuje na video z pozorování daného zástupce pod mikroskopem.

Dalším návrhem je projekt zaměřený na potravní řetězce organismů stojatých vod. Obsahem této práce je také pracovní list zaměřený na samostatnou laboratorní práci žáků, která je zaměřena na kvalitativní analýzu vody v akváriu s použitím laboratorní techniky Pasco.

Přínosem této práce je vlastní zkušenost se založením školního sladkovodního akvária. Proces založení akvária a jeho zkoumání popisují v této práci. Byla také zkoumána sukcese mikroorganismů v akváriu pomocí metody nárostových sklíček. Součástí práce je seznam vlastních mikrofotografií prvků a mikroskopických bezobratlých živočichů.

Návrhy na praktická cvičení byly ověřeny na druhém stupni základní školy v Liberci. V příloze přikládám grafické zpracování určovacích karet pro další využití učiteli.

KLÍČOVÁ SLOVA

prvoci, bezobratlí, zoologie, akvárium, praktická cvičení, badatelsky orientovaná výuka, didaktika

ABSTRACT

This thesis deals with proposals for practical exercises using freshwater aquaria in teaching elementary schools and junior high schools that focus on protozoa and invertebrates. The main aim of the thesis is to propose practical exercises using elements of inquiry-based science education. Using identification cards of protozoa and microscopic invertebrates, pupils can learn about these organisms during laboratory exercises with microscopes. A total of fourteen cards with representatives of protozoa, invertebrates, algae and cyanobacteria typical of freshwater aquariums are presented. Each of the identification cards contains a basic description, as well as a procedure for the pupils to observe and draw the organism. They are accompanied by a photograph, a pen drawing and a QR code that links to a video of the observation of the representative under the microscope.

Another proposal is a practical exercise focusing on the food chain of standing water. Also included is a worksheet focusing on independent laboratory work by students on water quality analysis using the Pasco laboratory technique.

The contribution of this work is the actual experience of setting up a school freshwater aquarium. The process of setting up the aquarium and investigating it is described in this thesis. The succession of microorganisms in the aquarium was also investigated using the cultivation microscope slide. A list of actual microphotographs of protozoa and microscopic invertebrates is included in this thesis.

The proposals for the practical exercises were tested in a second primary school in Liberec. Attached is a graphical elaboration of the identification cards for further use by teachers.

KEY WORDS

protozoa, invertebrates, zoology, aquarium, practical exercises, inquiry based science education, didactics

Obsah

1. Literární přehled	3
1.1. <i>Laboratorní práce ve výuce</i>	3
1.1.1. Charakteristika laboratorní práce	3
1.1.2. Struktura laboratorní práce	3
1.1.3. Laboratorní technika - Pasco	4
1.1.4. Práce s mikroskopem	7
1.2. <i>Badatelsky orientované vyučování - přírodovědná pozorování a experimenty ve výuce přírodních věd</i>	7
1.3. <i>Sladkovodní akvárium jako učební pomůcka</i>	11
1.3.1. Založení akvária	12
1.3.2. Analýza vody	14
1.4. <i>Biocenóza akvária - vybrané skupiny organismů</i>	16
1.4.1. Sinice a řasy	16
1.4.2. Heterotrofní jednobuněčné eukaryotní organismy	20
1.4.3. Živočichové (Metazoa)	25
1.5. <i>Ekosystém vodních nádrží</i>	28
1.5.1. Stojaté vody	29
1.5.2. Biocenóza vodních nádrží	31
1.5.3. Potravní řetězec	32
1.5.4. Potravní síť	32
1.5.5. Koloběh kyslíku	34
1.5.6. Koloběh dusíku	35
1.5.7. Koloběh oxidu uhličitého	35
1.5.8. Koloběh fosforu	36
1.5.9. Koloběh vápníku	36
1.6. <i>Problematika výuky v zoologii bezobratlých, prvoků, řas a sinic v učivu pro základní školy</i> 36	
1.6.1. Postavení učiva v současném RVP	36
1.7. <i>Doporučené výukové materiály</i>	40
2. Metodika	42
2.1. <i>Založení nového školního akvária</i>	42
2.1.1. Technické vybavení školního akvária	44

2.1.2.	Flora školního akvária	45
2.1.3.	Fauna školního akvária.....	45
2.2.	<i>Metody měření a průběžná analýza vody</i>	46
2.3.	<i>Metoda sběru vzorků</i>	48
2.4.	<i>Pozorování jednobuněčných organismů a bezobratlých živočichů</i>	48
2.5.	<i>Tvorba určovacích karet</i>	50
2.6.	<i>Praktické využití karet ve výuce</i>	59
2.7.	<i>Potravní řetězce</i>	61
3.	Výsledky	64
4.	Diskuze	68
	Závěr	70
	Seznam použitých informačních zdrojů	71
	<i>Určovací karty</i>	79
	<i>Laboratorní protokol - kvalitativní analýza vody, strana 1</i>	93
	<i>Laboratorní protokol - kvalitativní analýza vody, strana 2</i>	94
	<i>Laboratorní protokol - kvalitativní analýza vody, strana 1 - vypracováno</i>	95
	<i>Potravní řetězec 1</i>	97
	<i>Potravní řetězec 2</i>	98
	<i>Potravní řetězec 3</i>	99
	<i>Potravní pyramida</i>	100
	<i>Plakát - rak pruhovaný</i>	101
	<i>Plakát - parmička mechová</i>	102
	<i>2. Laboratorní protokol z praktické výuky za použití určovacích karet žáka 6. ročníku</i>	106
	<i>Pracovní list potravní řetězec</i>	108

Diplomová práce se zabývá návrhem a ověřením návrhů na praktická cvičení s využitím sladkovodních akvárií ve výuce pro základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. Pro téma této práce jsem rozhodla z možnosti vypracovat návrhy na praktická cvičení a tyto návrhy aplikovat ve výuce. Vycházím ze zkušeností, které jsem získala při řešení mé předchozí bakalářské práce (Hásková, 2011), při které jsem si některé metody pozorování a zkoumání vyzkoušela a ověřila. Práce s mikroskopem by měla být dovednost každého biologa. Tuto dovednost a nadšení z mikroskopování předávám dál žákům, kteří tak mohou pozorovat úplně jiný svět, který by jinak neviděli pouhým okem.

Teoretická část práce je zaměřena na laboratorní práci ve výuce a badatelsky orientované vyučování. V práci jsou popsány informace o založení sladkovodního akvária, které je výukovou pomůckou pro moji práci. Další část je věnována biocenóze akvária, kde jsou popsány vybrané skupiny organismů. Dále je popsán ekosystém vodních nádrží a jeho ekologická rovnováha. V neposlední řadě se v práci zabývám problematikou výuky v zoologii bezobratlých, prvoků, řas a sinic v učivu pro základní školy, postavením učiva v současném RVP.

Zde je přehled cílů mé diplomové práce:

- navrhnout založení školního sladkovodního akvária
- realizovat založení školního sladkovodního akvária
- navrhnout metodiku praktické výuky tématu prvoků a bezobratlých živočichů osidlující sladkovodní akvária
- navrhnout metodiku výuky potravního řetězce s prvky badatelsky orientovaného vyučování
- navrhnout metodiku pro výzkum abiotických faktorů při zakládání akvária a v jeho průběhu
- vytvořit pracovní list na kvalitativní analýzu akvarijní vody
- realizovat praktické cvičení, při kterých budou představeny zástupci prvoků a mikroskopických bezobratlých, řas a sinic ze školního akvária
- realizovat praktické cvičení jehož tématem je potravní řetězec
- provést výzkum na kvalitativní analýzu akvarijní vody
- a vytvořit určovací karty prvoků, mikroskopických bezobratlých živočichů, řas a sinic obsahují základní popis s postupem práce

Obsahem práce je návrh na praktické cvičení zaměřené na potravní řetězec stojatých vod, který lze demonstrovat i v ekosystému sladkovodního akvária. Dalším

návrhem je pracovní list zaměřený na samostatnou laboratorní práci žáků zaměřenou na kvalitativní analýzu vody. Při této práci žáci využívali různé metody měření, mezi nimi i měření pomocí měřicích čidel Pasco.

Přínosem této práce je vlastní zkušenost založení sladkovodního akvária na půdě školy, kde vyučuji, na ZŠ Liberec, ulice 5. května. Žáci tak mohli sledovat postupné zakládání akvária, poznávat jeho floru a faunu a především zkoumat mikroorganismy osidlující akvárium. Proces založení akvária a jeho zkoumání popisují je rozepsáno v této práci. Byla také zkoumána sukcese mikroorganismů v akváriu pomocí metody nárostových sklíček. Součástí práce je seznam vlastních mikrofotografií prvoků a mikroskopických bezobratlých živočichů.

Součástí práce je grafické zpracování určovacích karet, které mohou využít učitelé ve své výuce a při praktických cvičení.

1. Literární přehled

1.1. *Laboratorní práce ve výuce*

1.1.1. Charakteristika laboratorní práce

Aktivity v terénu či v laboratorních podmínkách mohou poskytovat žákům konkrétní zkušenosti, které doplňují teoretické znalosti v hodinách přírodopisu a biologie. Rámcový vzdělávací program (RVP) vyžaduje co nejvíce využití metody činnostního vyučování, jako je práce s přírodninami ve třídě, v laboratoři a v terénu. Správně zvolené metody a vedení hodiny umožní žákům aktivně pracovat, manipulovat s přírodninami a provádět jednoduché pokusy. Tímto je docíleno přesunutí maximum činností na žáka (Pavlasová, 2014). Podle Řezníčkové et al. (2013) má však český rámcový vzdělávací program nedostatky, *kdy „požadavky na výkony žáků v biologii, geografii a chemii, prezentované formou očekávaných výstupů, nejsou specifikovány tak, aby byl zřejmý jejich systematický kontinuální rozvoj mezi jednotlivými stupni vzdělávání (tj. mezi 1. a 2. stupněm základních škol a středními školami). Celkově specifikace požadavků na výkony žáků v oboru biologie, geografie a chemie je málo návodná, mj. proto, že každý obor je prezentován velmi obecně jen na 2–3 tiskových stranách rámcových vzdělávacích programů.“* Řezníčková et al. (2013) v dotazníku zjišťovali názory učitelů základní škol, gymnázií a vysokoškolských učitelů ke struktuře biologických dovedností. Z dotazníku vyplývá, že učitelé základních škol kladou větší důraz na správné osvojení práce při praktických cvičeních, práci s mikroskopem a s ostatní laboratorní technikou oproti učitelům z gymnázia, kteří pravděpodobně očekávají tyto dovednosti od žáků přicházejících ze základních škol.

Tobin (1990) uvádí důležitost zařadit laboratorní práci do výuky založenou na badatelském přístupu, kdy studenti přebírají vedení při zkoumání, dotazují se, spolupracují a prezentují získané výsledky. Učitelé by se měli zamýšlet, jakým způsobem mohou být laboratorní práce propojeny s teoretickými pojmy a jakým způsobem mohou být využity k podpoře žákova zájmu o vědu.

1.1.2. Struktura laboratorní práce

Při praktických cvičeních je pro laboratorní práci vhodné třídu rozdělit do menších skupin (Pavlasová, 2014). Skupinová práce může podporovat spolupráci a komunikaci mezi studenty, což může vést k lepšímu porozumění a řešení problému. Práce ve skupině je vhodná i pro žáky s různými úrovněmi znalostí, kdy mohou vzájemně spolupracovat a učit

se od sebe. Skupinová práce může být problematická, pokud jsou studenti špatně rozděleni do skupin nebo pokud jsou skupiny příliš velké. Úskalím laboratorních prací ve třídě může být nízká motivace žáků, chování žáků, pochopení zadání a role při laboratorní práci (Tobin, 1990).

Pavlasová (2014, s. 23) popisuje strukturu praktických cvičení podle Řeháka (1967):

1. Zahájení laboratorních prací, sdělení cíle a tématu, poučení o bezpečnosti práce vztahující se ke konkrétním úkolům, které se budou provádět.
2. Zopakování teoretických znalostí potřebných pro provedení laboratorní práce, sdělení jasných instrukcí a pracovního postupu laboratorní práce (nejlépe ústně + zápis na tabuli nebo rozdání písemných návodů – stručné, v bodech).
3. Vlastní provedení laboratorní práce.
4. Prezentace výsledků, porovnání výsledků jednotlivých skupin, jednotlivců, vyvození závěrů, pravidel, zákonů.
5. Zadání domácího úkolu – vypracování protokolu (předložit vzor správně vypracovaného protokolu nebo rozdat formulář, do kterého žáci vyplňují jenom svoje výsledky).
6. Celkové zhodnocení laboratorních cvičení, splnění cílů, úklid pracoviště.

Výstupem laboratorní práce je vypracování protokolu nebo částečně připravený protokol s nadepsanými jednotlivými částmi pro doplnění. Žáci by měli být dopředu poučeni, co má protokol obsahovat a jak by měl vypadat. Jako příklad se žákům předloží vzorový protokol. Předložení již částečně připraveného protokolu se usnadní mladším žákům práce s časově delším opisováním a získají tím více času, který mohou věnovat praktické činnosti (Pavlasová, 2014). Vypracování protokolu je důležitou součástí laboratorní práce, který umožňuje žákům dokumentovat a reflektovat své pozorování, experimenty a získané výsledky.

Celkově lze říci, že laboratorní práce přináší do výuky přírodopisu praktický, realistický prvek, který tak může posílit zájem žáků o vědu. Podporuje se tím aktivní zapojení žáka a jeho objevování a bádáním nových znalostí, či umět řešit problémy. V neposlední řadě podporuje spolupráci a komunikaci mezi žáky.

1.1.3. Laboratorní technika - Pasco

Věda a výzkum v oblasti biologie často vyžadují kvantitativní data a experimenty,

což se neobejde bez technické vybavení. Pasco se zaměřuje na podporu vědeckého výzkumu a výuky ve školách, univerzitách a vědeckých laboratořích. Jejich produkty a technologie jsou využívány v širokém spektru vědeckých disciplín, včetně fyziky, chemie, biologie a dalších. Pasco vyvíjí padesát let moderní pomůcky pro aktivní zapojení žáků do vědeckého bádání. Pasco se skládá z mnoha druhů senzorů a čidel s jednoduchým ovládáním propojených s softwarem SPARKvue či Capstone. SPARKvue umožňuje vytvořit interaktivního průvodce experimentem. Sbírá a vyhodnocuje naměřená data ze senzorů a graficky je znázorňuje, například do grafu, tabulky či osciloskopu, což pomáhá studentům lépe porozumět výsledkům svých experimentů. V softwaru lze založit více navazujících stránek v podobě interaktivní prezentace. Žák je prezentací instruován, jak při práci postupovat. Program není omezený pouze na počítač, ale aplikaci SPARKvue lze volně stáhnout do mobilního telefonu či do tabletu (www.pasco.cz)

Pasco na svých webových stránkách nebo ve své příručce nabízí metodiky, které pedagoga provedou mnoha připravenými a ověřenými pokusy. Senzory mají možnost sběru dat do vnitřní paměti a jakmile se připojí k zařízení, data se nahrají. Takto lze provádět pokusy dlouhodobého měření. Data z měření se spárují s aplikací pomocí bluetooth. Například senzory pro měření pH, koncentrace oxidu uhličitého, kyslíku a teploty v ekosystémech mohou být využity k provádění studií živých organismů a jejich prostředí (www.pasco.cz)

Sada Pasco sensorium pro biologii obsahuje tyto senzory:

- **Bezdrátový senzor teploty** - odolný, prachotěsný a vodotěsný senzor teploty s vysokou rozlišovací schopností.
- **Bezdrátový senzor CO₂** - měří koncentraci plynného oxidu uhličitého v uzavřeném systému nebo v otevřeném prostředí. Aplikace pro měření fotosyntézy rostlin, složení vzduchu, porovnání vnitřní a venkovní koncentrace CO₂
- **Bezdrátový senzor plynného O₂** - měří koncentraci plynného kyslíku, vlhkost a teplotu vzduchu. Rozsah 0-100% koncentrace plynného kyslíku.
- **Bezdrátový senzor krevního tlaku** - měří systolický a diastolický arteriální krevní tlak (v mmHg) a tepovou frekvenci.
- **Bezdrátový senzor EKG** - měří elektrické signály produkované kontrakcemi srdce nebo svalů. Záznam EKG je prováděn v reálném čase se srdeční frekvencí (BPM) a napětím (mV).
- **Bezdrátový senzor počasí s anemometrem a GPS** - monitoruje atmosférické

podmínky

Dále je možno do výuky biologie a ekologie zařadit tyto senzory:

- **Bezdrátový senzor pH** - měří pH kapalin
- **Bezdrátový senzor tepu - ruční úchyty** - snadné měření srdečního tepu. Vhodné pro monitorování údajů před, během a po cvičení.
- **Bezdrátový senzor pohybu** - měří polohu, rychlost a zrychlení objektů pomocí ultrazvuku od 15 cm do 4 m. Maximální dosah 30 m.
- **Spirometr** - měří tok vzduchu, dobu nádechu/výdechu a objem plic. (www.pasco.cz)

Další variantou senzorů pro biologii, fyziku a chemii je např. značka Vernier. S těmito senzory a čidly lze také měřit v terénu i v laboratoři. Vernier Software & Technology je americká společnost, která se specializuje na vývoj a výrobu výukových senzorů, čidel a software pro vědecký výzkum a vzdělávání v oblastech biologie, fyziky, chemie a dalších přírodních věd. Zde jsou některé způsoby, jak se mohou senzory a čidla Vernier využít v těchto oborech: (www.vernier.cz)

- **Biologie:** senzory pro biologické experimenty na měření teploty, koncentrace kyslíku, koncentrace oxidu uhličitého, fyziologie člověka (senzor EKG, senzor síly stisku ruky, spirometr, senzor krevní tlaku, senzor srdečního tepu, monitor dechu a kroku). Tyto senzory se používají pro monitorování prostředí, studium fyziologie organismů, analýzu respirace a další.
- **Fyzika:** v oblasti fyziky lze senzory Vernier využít pro měření různých fyzikálních veličin, jako jsou síla, rychlost, akcelerace, světelná a zvuková intenzita a další.
- **Chemie:** pro chemické experimenty lze použít senzory k měření parametrů jako pH, koncentrace iontů, UVA a UVB záření, konduktivity, teploty a další. Tyto senzory jsou užitečné pro studium chemických reakcí, analýzu roztoků a monitorování chemických procesů (www.vernier.cz)

Vernier nabízí také software a technickou podporu pro integrování svých senzorů s počítači a zařízeními pro zaznamenávání dat, což umožňuje snadnou analýzu naměřených dat. Vernier nabízí mnoho návodů a videoukázek z experimentů v českém jazyce, které pomáhají lépe porozumět tomu, jak využít jejich senzory a software pro vědecké experimenty a výzkum (www.vernier.cz)

1.1.4. Práce s mikroskopem

Mikroskopování je důležitou součástí oboru biologie a mikroskop patří mezi základní didaktickou techniku. Je proto využíván jako vyučovací prostředek v hodinách přírodopisu a biologie. Používání mikroskopu vyžaduje určité praktické dovednosti, jako je nastavení mikroskopu, manipulace se zkoumanými vzorky a pozorování mikroskopických preparátů. Tímto způsobem si žáci osvojují a zdokonalují praktické pracovní dovednosti. Využití mikroskopů ve výuce přírodopisu na základních školách závisí zaprvé na dostupných finančních prostředcích školy, za druhé na úspěšné začlenění mikroskopů do výuky vyžadující od učitelů ochotu a schopnost efektivně pracovat s mikroskopem. Zahrnuje to nejen znalost techniky samotné, ale i schopnost vytvořit pro žáky smysluplné a zajímavé výukové aktivity. Za třetí závisí na vytvoření časového prostoru pro praktické činnosti, včetně samotné práce s mikroskopy (Vránová 2004). Učitelé tak musí najít rovnováhu mezi teoretickým výkladem a praktickými cvičeními, rozvrhnout si časovou dotaci předmětu i pro tuto praktickou část. Přestože tyto faktory mohou ovlivňovat dostupnost a používání mikroskopů ve výuce přírodopisu, moderní trendy v pedagogice zdůrazňují význam praktických a interaktivních výukových metod. Pokud jsou k dispozici finanční a organizační zdroje, může začlenění mikroskopické techniky do výuky přinést řadu přínosů pro studium biologie a podporu rozvoje vědeckého myšlení u žáků.

1.2. Badatelsky orientované vyučování - přírodovědná pozorování a experimenty ve výuce přírodních věd

Český termín „badatelsky orientované vyučování (BOV), neboli vyučovací směr nazývaný v angličtině inquiry based education (IBE), v přírodních vědách inquiry based science education (IBSE)“, se stal v Evropě populární v 90. letech, kdy počátek tohoto vyučovacího směru lze najít v USA v 60. letech (Papáček, 2010). Dostál (2015) uvádí původní pojem inquiry pocházející z latinského slova. Jeho význam je dle slovníku inquirō = vyhledávat, pátrat po něčem (Kábrt a kol., 2000)

Dostál (2015, s. 34), na základě Papáčka (2010) přehledně shrnuje hlavní charakteristiky badatelsky orientovaného vyučování tímto způsobem: „*Badatelsky orientované vyučování je jednou z účinných aktivizujících metod problémového vyučování a vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání. Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu). Badatelsky orientované vyučování využívá různých vyučovacích strategií. Dále uvádí, že základní charakteristika badatelsky orientovaného vyučování*

zahrnuje následující znaky: žáci si kladou badatelsky orientované otázky, žáci hledají důkazy, žáci formují objasnění na základě důkazů, žáci vyhodnocují objasnění s možností využití alternativ v objasňování, žáci komunikují a ověřují objasnění.“

Učitel při badatelsky orientované vyučování nepředkládá žákům hotové učivo, avšak se snaží žáky motivovat, aby k poznatkům došli vlastním bádáním. Žáci tak napodobují vědecký pokus, probíhá bádání (inquiry). Tento přístup se liší od tradičního vyučování, kde je větší důraz kladen na předávání informací učitelem. Badatelsky orientované vyučování přináší dynamiku a autonomii do výuky, podněcuje zvědavost žáků a pomáhá jim rozvíjet dovednosti, které jsou klíčové pro jejich úspěch ve škole.

Dostál (2015) uvádí označení pojetí, kdy žák aktivně poznává okolní svět, dochází k rozvoji myšlení, k učení intelektových činností, v literatuře takto:

- badatelské (inquiry)
- badatelsky orientované (inquiry - based)
- výzkumné (research)
- heuristické (heuristic)
- objevné (discovery)
- problémové (problém)

Kompetence učitele ve vztahu k realizaci BOV

Učitel při činnostním vyučování může postupovat podle předem připravených scénářů (podrobné přípravy), avšak může nastat riziko, vyučování nenaplní předpoklady a nedosáhne stanoveného cíle. BOV je jekési tvoření na místě i s rizikem, že se ne vždy všechno povede. Přípravenost učitele, jeho tvořivost a flexibilita může tyto rizika eliminovat (Papáček, 2010).

Barvínková et al. (2019) uvádí metodiku badatelské výuky v pěti základních krocích:

1. Motivace, kladení otázek, výběr výzkumné otázky, získávání informací.
2. Formulace vlastního názoru, domněnky, vědecké hypotézy.
3. Plánování a příprava pokusu, provedení pokusu, vyhodnocení dat.
4. Formulace závěrů, návrat k hypotéze, hledání souvislostí, prezentace, kladení nových otázek.
5. Aktivní jednání s využitím získaných výsledků.

Toto aktivní zapojení žáků do procesu učení, podpora rozvoje jejich kritického myšlení a schopnosti řešit problém může mít pozitivní dopad na jejich kognitivní schopnosti a rozvoj dovedností. Kritické posuzovat informací, formulování otázek, navrhování a provádění experimentů, vyhodnocování výsledků žáky tyto prvky badatelská výuka zahrnuje. Proto by se měla podporovat zvědavost studentů, ne jen pasivně přijímat informace.

1.3. Sladkovodní akvárium jako učební pomůcka

Akvaristika je zajímavý koníček, který může být i skvěle posloužit jako učební pomůcka v hodinách přírodopisu a biologie. Žáci získají mnoho informací nejen o živočišných žijících v akváriu, ale zkoumají vzájemné interakce, sledují biotické i abiotické faktory. Akvárium lze pozorovat jako celý ekosystém, který umožní žákům pochopit vzájemné interakce a přírodních zákonitostí. Zapojením žáků do založení a péče o akvárium se tak buduje pozitivní vztah k přírodě. Pro laboratorní a badatelský výzkum tak akvárium slouží jako bohatý zdroj materiálu ze zoologie, botaniky či chemie (Čapek, 2015).

Akvárium (akvarijní chov) je vhodná učební pomůcka pro rozvoj klíčových kompetencí a lze ho využít při propojení programů RVP ZV (Jančaříková, Bravencová, 2010):

- Člověk a příroda
- Matematika - například výpočet objemu akvária.
- Výtvarná výchova - designový návrh akvária, kresba či fotografie.
- Člověk a svět práce - údržba akvária, pravidelná péče o živočichy.
- Průřezové téma environmentální výchova - welfare zvířete, environmentální etika.

Podle Jančaříkové a Bravencové (2010) se chov exotických zvířat ve školách může potýkat jak s pozitivním, tak i s negativním aspektem. Pozitivní stránkou chovu na úrovni jedince uvádí rozvoj klíčových kompetencí, rozvoji environmentální senzitivity, odbourávání stresu a ke zlepšení postoje ke škole. V rámci třídního kolektivu chov zlepšuje komunikaci (v rámci třídy, komunikaci s učiteli, spolupráce s rodinou), pracovitosti (péče o chod akvária, krmení), kontakt s živým tvorem (přiblížení přírodě).

Negativní aspekty chovu na školách rozděluje Jančaříková a Bravencová (2010) do dvou klasifikací, a to globální a lokální negativa chovu. I když chov živočichů v akváriu a teráriu může žáky přiblížit více k přírodě, paradoxně může nastat opačná situace. Globálním negativem uvádí podceňování potřeb žáků učiteli k trávení času ve venkovním prostředí. Akvárium u žáků může probudit zájem o životní prostředí a biologii, avšak je důležité si uvědomit, že nemohou plně nahradit skutečnou složitost a rozmanitost přírodních ekosystémů. Ačkoliv jsou akvária užitečným nástrojem pro výuku, je důležité, aby žáci měli příležitost také prozkoumat skutečné přírodní prostředí a ekosystémy, což může poskytnout komplexnější a bohatší porozumění ekologických procesů. Následkem

tohoto negativního aspektu může dojít k například k popírání existence potravního řetězce a smrti, neboli biofilii. Neodborně vedený chov může mít za následek několik lokálních negativních dopadů. Jako příklady lokálních negativních dopadů uvádí Jančaříková inhibici rozvoje environmentální senzitivity, jako dlouhodobé nerespektování jejich potřeb (například vyrušování živočichů, nedostatek prostoru, nevhodně zvolená strava, nevhodná manipulace, což vede až k týrání zvířat). Dalším podstatným negativem je riziko přemnožení živočichů a následným nevhodným nakládáním s přemnoženým přebytkem, jako je vypouštění do volné přírody, což je u nepůvodních druhů značné riziko.

Akvária ve školách mohou být užitečné pro vzdělávací účely, avšak nemohou plně nahradit rozmanitost a úplnost přírodních ekosystémů. Pochopení přírody vyžaduje skutečný kontakt s venkovním prostředím, které poskytují reálné zkušenosti s biodiverzitou, interakcemi mezi organismy a ekologickými procesy. Aby byly minimalizovány negativní aspekty chovu zvířat ve školách, je důležité, aby byly stanoveny jasné a důkladné zásady péče o živočichy, byla prostudována odpovídající literatura učitelů i žáků, a bylo zajištěno správné životní prostředí.

Je důležité, aby školy, které chovají zvířata pro vzdělávací účely, dodržovaly zákony a postupy pro zajištění dobrých životních podmínek zvířat a dodržovaly právní předpisy týkající se jejich chovu a ochrany. Některé druhy zvířat, které se se mohou vyskytovat ve školách, podléhají registraci podle CITES (Kellnerová, 2013).

Zákony týkající se akvarijního chovu (podle Kellnerové, 2013):

- Zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 166/1999 Sb. o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů, tzv. veterinární zákon, ve znění změn a doplňků.

Celkově lze říci, že chov živočichů a zvířat na školách může být užitečným nástrojem pro vzdělávání, ale musí být prováděn s ohledem na základní potřeby zvířat a etické zásady. Cílem je vychovat žáky, kteří budou respektovat a chránit zvířata a životní prostředí.

1.3.1. Založení akvária

Velikost akvária závisí na několika faktorech. Jedním z nich je druh a velikost ryb umístěných do akvária, které potřebují dostatek místa. Dalším faktorem je počet ryb v

daném akváriu. Pro větší počet ryb je důležitý dostatečný životní prostor a filtrace vody, jelikož s vyšším počtem ryb roste i znečištění vody (Mills, 1997).

Umístění

Prvním krokem při zakládání akvária je výběr místa jeho uložení. Při výběru místa je důležité zvážit několik kritérií. Při zakládání akvária je potřeba počítat s vysokou hmotností. Do celkové hmotnosti akvária se započítává samotná hmotnost akvária, voda, podklad a kameny, ryby i rostliny, a další technické zařízení. Proto při umístění je důležitý rovný a pevný podklad. Lze pořídit speciální stojany či skříně pod akvária, které jsou mají vysokou nosnost. Nevhodné jsou dřevěné stolky, televizní stolky nebo jiný nábytek, který nepočítá s tak vysokou nosností akvária. Nerovnosti mezi akváriem a nosným povrchem je dobré vyplnit měkkou podložkou (ideálně pěnovou) pro eliminaci možného prasknutí skla vlivem váhy akvária. Správné místo pro umístění akvária by mělo být takové, kde nedochází k příliš velkému přímému slunečnímu záření a není ve velkém průvanu (Mills, 1997; Novák, 2023).

Substrát

Na dno akvária se nejčastěji používá štěrk. Pozor by se mělo dát na vápenitý štěrk, aby nezpůsobil zvyšování tvrdosti vody. Substrát se před instalací důkladně proplachuje vodou po menších dílech. Propláchnutý substrát se pokládá na dno akvária. K dekoraci akvária je možné použít kameny bez ostrých hran, dále pak kořeny a větve, které je nutné před instalací opakovaně převařit (Mills, 1997).

Umístění technického zařízení

Do akvária se umístí filtr, topení, teploměr. Pro estetické zakrytí filtru se dá použít rostlina. Teploměr se umístí na druhý konec akvária, než je topení. Na vrch akvária se použije kryt a osvětlení. Filtr, topení a světlo se zapojí do zásuvky (Mills, 1997). Pro vhodné denní svícení lze použít časovač.

Flora akvária

Rostliny jsou nedílnou součástí akvária. Rostliny v akváriu nejen přidávají estetickou hodnotu, ale také poskytují úkryt a potravu pro ryby a další vodní organismy. Akvárium může obsahovat různé druhy rostlin, výběr závisí na druhu akvária a

preferencích či zkušenosti akvaristy. Akvárium se může stát vkusným bytovým doplňkem, aniž by zde plavali ryby. To však vyžaduje výběr méně náročných rostlin, které se množí pouze vegetativně. Dobře založená rostlinná akvária, doplněná plži požírající řasy, nevyžadují téměř žádnou péči (Rataj, 1983).

Řasy v akváriu jsou nedílnou součástí tohoto ekosystému, avšak přemnožením řas může nastat několik problémů. Řasy mohou porůstat sklo akvária, což akvárium zastiňuje a snižuje se jeho průhlednost, mohou porůstat listy a tím ovlivnit fotosyntézu rostliny. Pokud se přemnožení řas v akváriu nereguluje, rozrostou se po celém dnu a tím způsobí problém menším rybám či potěru. Faktory ovlivňující růst řas jsou teplota, délka a intenzita osvětlení, obsah minerálních a organických látek, počet a druh ryb, způsob filtrování vody (Rataj, 1983).

1.3.2. Analýza vody

Analýza vody akvária je důležitá pro udržení zdravého životního prostředí pro organismy v akváriu. Zahrnuje měření různých chemických a fyzikálních vlastností vody. Některé vlastnosti vody se mohou odvodit bez měření pomocí lidských smyslů, jako například barva, průhlednost, teplota, pach a chuť. Průhlednost a barva vody akvária ovlivňují orientaci živočichů ve vodě. Zakalenou vodu způsobují především huminové látky, což jsou přírodní organické látky z rozkladu převážně rostlinných zbytků. Je důležité pravidelně monitorovat tyto parametry a přizpůsobit prostředí akvária tak, aby vyhovovalo potřebám konkrétních druhů ryb a rostlin (Hofmann, Novák, 1996).

Zde jsou vypsány některé z klíčových parametrů, které by měly být monitorovány:

Teplota

Vliv teploty na mikroorganismy

Teplota ovlivňuje růst, metabolismus, reprodukci mikroorganismů. Významný vliv na rychlost růstu se mezi různými druhy organismů liší. Spolu s teplotou mají vliv na růst i další faktory, jako je například pH, velikost nádoby a koncentrace organismů. Každý druh má specifické teplotní preference a tolerance a stanovuje se u nich optimální teplota růstu, smrtící teplota a teplotní rozmezí růstu (Demnerová, 2009).

Rozdělení dle závislosti růstu na teplotě podle Demnerové (2009):

- Minimální - organismus se dokáže rozmnožovat měřitelná rychlost za nejnižší

teploty.

- Optimální - dosažení nejvyšší růstové rychlosti.
- Maximální - tolerance nejvyšší teploty pro dělení buněk.

Hodnota pH

Hodnoty pH (pondus hydrogeni) se dají měřit pomocí speciálních přístrojů, které ukazují přesné naměřené hodnoty, nebo pomocí souprav chemických čidel (indikátorů), které jsou méně přesné, ale dostupnější. Molekuly vody mají schopnost rozpadu na kladně nabitě ionty vodíku H^+ a záporné ionty hydroxylové OH^- . Záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů se definuje jako pH, pondus hydrogeni. Hodnota pH není v akváriu ustálená a mění se během dne i noci. Důvodem je přítomný oxid uhličitý. Rovnováha mezi volným a vázaným oxidem uhličitým ovlivňuje tak pH akvária. Přirozený zdroj oxid uhličitýho je respirace ryb, mineralizační procesy a difuze ze vzduchu (Hofmann, Novák, 1996).

- Alkalická voda - pH méně než 7.
- Neutrální voda = pH 7.
- Zásaditá voda - pH více než 7.

Vliv pH na růst mikroorganismů

Mikroorganismy mohou samy ovlivňovat chemické složení prostředí, včetně pH. Příkladem jsou kyselinotvorné bakterie, plísně a kvasinky. Snižující pomocí svého metabolismu pH prostředí. Většina bakterií se vyskytuje v neutrálním nebo slabě alkalickém prostředí (Demnerová, 2009).

Alkalita

Alkalita vody zahrnuje obsah všech solí, jejichž anionty reagují zásaditě (alkalicky). Mezi tyto soli patří zejména hydrouhličitan sodný, vápenatý a horečnatý, hydroxid sodný, fosforečnan sodný a hydrofosforečnan sodný. Tvrdost nestálá nebo také přechodná je označována uhličitanová tvrdost je tvořena hydrouhličitanem vápenatým. Varem z vody ji lze odstranit. Uhličitanová tvrdost a alkalita jsou často používány jako synonyma, ale alkalita nemusí být shodná s uhličitanovou tvrdostí. V některých situacích může být alkalita vysoká, zatímco uhličitanová tvrdost může být nízká, zejména pokud je pH vody upravováno hydrouhličitanem sodným. Alkalita se měří v milivalech, ale v akvaristické literatuře se často vyjadřuje v ° dKH - stupních uhličitanové tvrdosti (Frank,

1984).

Dusíkaté látky

Dusíkaté látky vytvářejí v akváriu především exkrementy a moč ryb, odumřelé části rostlin, kořeny a větve stromů, a také zbytky krmení při překrmování ryb. Nitrifikaci je proces, který se odehrává v akváriu a zajišťuje přeměnu amoniaku (NH_3) na dusitany (NO_2^-) a následně na dusičnany (NO_3^-). Tento proces probíhá za účasti bakterií. Nedostatečně osvětlené akvárium nebo nedostatek rostlin způsobí zvýší obsah dusíkatých látek (Frank, 1984).

Podle Franka (1984) je možné regulovat obsah dusíkatých látek několika způsoby jako odkalování a pravidelná výměna vody. Jsou to důležité činnosti údržby akvária, které přispívají k udržení kvality vody a zdraví ryb.

Dalšími klíčovými parametry, které by měly být monitorovány jsou koncentrace vápenatých iontů a rozpuštěného oxidu uhličitého.

1.4. Biocenóza akvária - vybrané skupiny organismů

Systematika živých organismů prochází neustálými změnami. Jeden z posledních moderních pohledů na zařazení organismů byl publikován Sinou Adlem a spoluautory v roce 2012. Představuje tak definici několik velkých eukaryotních skupin – Opisthokonta, Amoebozoa, Excavata, Archaeplastida a SAR (Juráň, Kaštovský, 2016). Rozdílem od původního řazení z roku 2005 je rozpad skupiny Chromalveolata a vznik nové skupiny SAR (Adl, 2012).

V následujících kapitolách se rozepisují o biocenóze akvária, kdy tyto vybrané skupiny organismů jsou součástí sladkovodních akvárií a také nedílnou součástí vodního ekosystému.

1.4.1. Sinice a řasy

Systematika řas a sinic si prošla změnami a v nově definovaných skupinách mají řasy své zástupce hned ve třech z nich. Jsou tak součástí nového systému těchto skupin – zelené řasy, ruduchy a Glaucophyta, řazené mezi rostlinné organismy ve skupině Archaeplastida. Hnědé řasy jsou společně s obrněnkami ve skupině SAR a krásnoočka jsou spolu s prvoky ve skupině Excavata (Juráň, Kaštovský, 2016). Sinice (oddělení Cyanobacteria) se řadí mezi prokaryotní organismy (Kaufnerová, Vágnerová, 2013).

Sinice i řasy mají schopnost fotosyntézy. Sinice, které jsou součástí skupiny bakterií, se staly prvními fotosyntetickými organismy a začali produkovat na naší planetě kyslík. Až následně, co se do atmosféry začal produkovat kyslík, vznikla skupina řas (Juráň, Kaštovský, 2016; Kaufnerová, Vágnerová, 2013).

Endosymbiotická teorie popisuje původ mitochondrií a chloroplastů v eukaryotních buňkách. Dříve chloroplasty a mitochondrie existovaly samostatně jako bakterie. Tyto bakterie byly pohlceny eukaryotní buňkou a namísto toho, aby byly tráveny, došlo k symbióze. Původně se předpokládalo, že tato evoluční událost nastala pouze jednou. Nyní je však známá i sekundární endosymbióza (například známo u měňavky *Paulinella*), či dokonce terciární endosymbióza u obrněnek, kdy jsou schopny získat sekundární chloroplast od ulovené řasy (Juráň, Kaštovský, 2016).

Sinice (oddělení Cyanobacteria)

Sinice jsou autotrofní prokaryotické organismy. Na školách se žáci dozvídají o sinicích se souvislostí s vodním květem, což je označení pro přemnožení sinic. Sinice jsou významnými producenti kyslíku na Zemi a daly tak vzniknout kyslíkaté atmosféře, která umožnila další rozvoj života. Mají schopnosti vázat vzdušný dusík a proto se využívají jako přírodní hnojivo (Nolčová, Vágnerová, 2016). Obývají skoro všechny biotopy. Jsou součástí sladkovodního i mořského planktonu, vyskytují se v nárostech, porůstají podklad,

v půdě nebo uvnitř kamenů. Jejich způsob rozmnožování je pouze nepohlavní, u vláknitých sinic je toto nepohlavní rozmnožování tvořeno hormogoniemi, kdy se oddělují části vláknů od vláknů mateřského a ty pak dorůstají do původní délky (Kaštovský, Hauer, 2020; Dostál, 2006).

U nově založených akváriích, kdy je ještě nestabilním prostředím, se mohou objevovat sinice. K přemnožení sinic dojde i překrmování ryb nebo přehnojování akvária, neudržovaným filtrem akvária, či nedostatkem kyslíku. Jejich přemnožení může být pro ekosystém akvária nebezpečný (Hanel, 2002).

Obrněnky (oddělení Dinophyta)

Obrněnky jsou bičíkovci a často jsou chráněny schránkou - thékou z celulózních destiček. Svůj název získaly podle svého vzhledu, které připomíná brnění. Obývají sladké i slané vody. Jejich výskyt v mořích může tvořit vegetační zbarvení „red tide“. (Nolčová, Vágnerová, 2016; Kaštovský, Hauer, 2020). Zásobní látkou je škrob. Rozmnožují se pohlavně a nepohlavně dělením buňky, kdy dojde příčnému roztržení pancíře a poté dceřiné buňky dorostou (Dostál, 2006). Luciferin-luciferázový systém některých zástupců obrněnek způsobuje světélkování neboli fosforeskující moře (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Zlativky (oddělení Heterokontophyta)

Zlativky jsou žlutého nebo hnědého zbarvení, podle toho nesou český název zlativky. Zlativky jako bičíkovci mají dva nestejnocenné bičíky. Jeden delší bičík slouží k pohybu, kratší přichytí potravu. Osidlují chladnější vodní biotopy. Druhy zlativek se vyskytují ve sladkých i slaných vodách. Nachází se v jemně kyselých, měkkých a na živiny chudých vodách. Rozmnožování u zlativek je většinou nepohlavní, kdy probíhá prostým dělením buněk, pohlavní rozmnožování je typu izogamie. Za nepříznivých podmínek se některé druhy přeměňují v cysty. Samičí buňky rodu *Dinobryon* produkují feromony, Některé druhy mohou vytvářet vodní květy a produkovat toxiny (Dostál, 2006; Kaštovský, Hauer, 2020).

Rozsivky (oddělení Heterokontophyta)

Rozsivky jsou jednobuněčné planktonní, perifytické, epizoické a bentické organismy obývající sladké i slané vody. Stélka je výlučně kokální. Jsou kryté dvoudílnou schránkou frustulou z oxidu křemičitého. Odumřelé schránky rozsivek mají hornitvorný význam a tvoří diatomit (Dostál, 2006; Kaštovský, Hauer, 2020). Skupiny rozsivek se

vyznačují velkou rozmaností schránek. Způsob nepohlavního rozmnožování probíhá rozdělením schránky na dvě nově dceřiné buňky, poté si chybějící menší miskou dotvoří. Tento způsob vede k neustálému zmenšování velikosti rozsivky. Rozsivky tvoří rozsivkovou zemina nazývanou křemelina. Křemelina se se přidávala do původní receptury k výrobě dynamitu nebo k výrobě chemické zbraně Cyklon B pro použití v plynových komorách při vyhlazování židů. Dnes se křemelina využívá v mnoha oborech jako potravinový doplněk, jako filtrace při výrobě piva a vína, ve stavebnictví a dalších (Nolčová, Vágnerová, 2016).

Rozsivky jsou oblíbeným materiálem pro praktické cvičení nejen z důvodu snadného sehnání, ale také množstvím zajímavých informací. Žákům můžeme přiblížit stavbu schránky pomocí Petriho misky (Nolčová, Vágnerová, 2016).

Zelené řasy (oddělení Chlorophyta)

Tato diverzifikovaná skupina, která je blíže příbuzná vyšším rostlinám, má všechny typy stélek. Zelené řasy obsahují chlorofyl a, b, u některých i c, β -karoten a xantofyly. Výrazné zelené zbarvení řas způsobují asimilační pigmenty. Zásobní látkou je většinou škrob (Dostál, 2006). Zelené řasy jsou vodní i terestrické a jsou považovány za kosmopolitně rozšířené. V buňce na chloroplasty je obsažen enzym RuBisCO. Zelených řas jsou rozděleny na dvě velké skupiny, skupina Chlorophyta a skupina Streptophyta (Kaštovský, Hauer, 2020).

Pro výuku na školách doporučuje Nolčová, Vágnerová (2016) zástupce rodů *Pediastrum*, *Desmodesmus* a *Scenedesmus*, jsou snadné k nalezení ve většině stojatých eutrofních vod (např. rybníky).

Spájkivé řasy

Mezi spájkivé řasy patří jednobuněčné nebo vláknité zelené řasy. Spájkivé řasy se vyskytují pouze ve sladkých vodách, běžně nacházejí v rašelinných tůních s nízkou hodnotou pH. Dělí se dvou řádů podle stavby stélky a morfologie buněčné stěny na jařmatky (*Zygnematales*) a krásivky (*Desmidiiales*) (Vymětalová, 2008).

Zástupci jařmatkovitých spájkivek: (Vymětalová, 2008)

- *Spirogyra* (šroubatka) – šroubovitě vinutý chloroplast
- *Zygnema* (jařmatka) – dva hvězdicovité chloroplasty
- *Mougeotia* (deskovka) – deskovitý chloroplast

Zástupci krásivek, neboli dvojčatkovitých řas, mají zřetelný zářez dělicí buňku na dvě stejné poloviny. Příklady zástupců: (Vymětalová, 2008)

- *Closterium*
- *Penium* (vřetenovka)
- *Cosmarium*
- *Euastrum*
- *Micrasterias*
- *Staurastrum*

Zástupci krásivek slouží jako modelové organismy pro morfometrii, mají nádhernými tvary obrovskou rozmanitostí (Nolčová, Vágnerová, 2016).

1.4.2. Heterotrofní jednobuněčné eukaryotní organismy

Heterotrofní jednobuněčné eukaryotní organismy je souhrnné označení pro prvoky (*Protozoa*). Prvoci, jako heterotrofní organismy, se liší od řas způsobem získávání energie a živin. Přijímají organické molekuly buď rozpuštěné (osmózou) nebo jako částice (fagocytózou). Vývoj prvoků probíhal v různých, navzájem nepříbuzných evolučních liniích. Uvádí se, že dva prvoci mohou mít méně společného, než rostliny a živočichové. Některé buňky prvoků obsahují zlomek organel oproti jiným (Patterson, 1996).

Hausmann a Hülsmann (2003) uvádějí, že je přesné určení různých prvoků velmi obtížné. Srovnáním morfologických znaků, spojené s biochemickými údaji, lze prvoky rozdělit do několika skupin.

Klasifikace prvoků prošla velkými změnami a dnes se nacházejí ve většině eukaryotických superskupin spolu s mnohobuněčnými organismy a řasami. Systematika eukaryot se neustále vyvíjí a upřesňuje. Nově přepracovanou klasifikaci eukaryotických organismů uvádí Adl (2012), kterou popisují v kapitole [2.4.](#)

Ekologie

Důležitou úlohu hrají prvoci v přírodním prostředí obzvláště společenstva planktonu. Na prvoky působí biogenní i biogenní síly, které utvářejí prostředí, v něm mohou prvoci růst a rozmnožovat se. Prvoci mají širokou ekologickou valenci a vyskytují se v rozmanitých biotopech. Informace o vlivu abiotických faktorů jsou získávány laboratorními pokusy a měřením v přírodním prostředí. Tyto laboratorní pokusy

například prokázali postupnou adaptaci sladkovodních nálevníků v mořské vodě (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Abiotické faktory a jejich vliv na prvky není možné od sebe oddělovat a působí jako celek. Mezi abiotické faktory patří vlhkost, pH, iontová koncentrace, koncentrace rozpuštěných plynů, světlo, teplota a pohyb vody. Pro prvky je voda důležitá alespoň v malém množství. Pokud se prvek ocitne v suchém biotopu, dokáže si vytvořit cysty, které mu umožní přežít dlouhou dobu i vyschnutí. Proto i pouště mohou být prvky osídleny. Cysty jsou odolné nejen v suchém prostředí, ale také v prostředí, kde je teplota pod bodem mrazu, jelikož voda zamrzá a stává se pevnou látkou. Velká část prvků se vyskytuje v prostředí s rozmezím teploty od bodu mrazu až k maximu 40 °C. Rod *Euplotes* byl nalezen v mořské vodě při - 2 °C. V prostředí s nízkou koncentrací kyslíku se u některých nálevníků mohou v cytoplazmě vyskytovat jednobuněčné zelené řasy rodu *Chlorella*, které jim dodávají vyrobený cukr z fotosyntézy (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Biotické faktory představují vlivy, kterými na sebe navzájem působí všechny živé organismy v biocenóze. U prvků jsou nejdůležitějšími faktory zásoby potravy, kompetice s ostatními organismy a vztahy mezi predátory a kořistí. Generační doba je u prvků rozdílná. Améby, bičíkovci a nálevníci mají generační dobu několik hodin, využijí tak potravní zásoby rychle. Oproti tomu foraminifery mají generační dobu několik týdnů nebo měsíců a mohou žít pouze ve velmi stabilních biotopech (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Pojem sukcese znamená proces kolonizace a pořadí, v němž se objevují různé druhy organismů. Protozoární biocénoza není stabilní a rychle se mění. Tento proces může ovlivnit i jednoduchý potravní řetězec mezi prvky nebo se prvoci stanou potravou pro rybí potěr, vodní plže, ploštěnky nebo třeba máloštětinatce (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Vodní biocenóza stojatých vod je vertikálně rozvrstvená. Organismy žijící v pelagiálu obývají celý vodní sloupec, zatímco bentické organismy žijí na dně. Stratifikace sedimentárních prvků závisí na jejich potravních zásobách. Někteří se živí anaerobními, jiní aerobními bakteriemi, někdo preferuje řasy, prvky a jiné drobné živočichy (Brusca, Brusca, 2003; Hausmann, Hülsmann, 2003). Oblast bentosu produkuje velké množství organické hmoty se vyskytují bakterie a obsah kyslíku je nízký, proto se některé druhy přizpůsobili na tyto podmínky a zdroj potravy. Jsou to převážně bakteriofágové a osmotrofové. Můžeme se s nimi setkat také v čistírnách odpadních vod, kde je vysoký obsah organických látek (Patterson, 1996).

U prvoků jsou známe symbiotické a parazitické vztahy. Bičíkovci jako mutualisté žijí ve střevě termitů a švábů. Velký význam mají autotrofní prvoci žijící uvnitř heterotrofních prvoků nebo metazoí (například u dírkonošců nebo u korálů tvořících korálové útesy). Parazitické druhy způsobují řadu nemocí jiných prvoků, rostlin i živočichů (Brusca, Brusca, 2003; Hausmann, Hülsmann, 2003).

V následujícím textu jsou popsáni významní zástupci prvoků, kteří se často vyskytují v akváriích a použila jsem k vytvoření určovacích karet.

Nálevníci (Ciliophora)

Společným znakem skupiny nálevníků jsou velmi početné cílie (řasinky), které se nacházejí na povrchu buňky a mohou splývat v ciry, pektinelly, membranelly a membrány. Rozlišujeme dvojí funkci brv neboli ciliatury. Brvy sloužící k pohybu jsou uspořádány do podélných řad. Druhou funkcí brv, které se nacházejí v okolí buněčných úst je získávání a zpracování potravy. (Hrabě a kol, 1954; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Nálevníci mají tvar těla vejčitý, ledvinitý, červovitý nebo zploštělý. Mohou se vyskytovat volně i přisedle. Přisedlé druhy se připevňují k podkladu stopkou. Potrava je přijímána buněčnými ústy (cytostoma). Vířivé spirály vedou potravu do nitra buňky. Peristom, neboli ústí okraj, může být zatažitelný. Pulzující vakuola má zpravidla kulovitý tvar, může ale nabývat složitějších, paprscitých tvarů, jako například u rodu trepka (*Paramecium*) (Buchar et al., 1993, 1995).

Zajímavostí u nálevníků je přítomnost heterokaryotických jader. Buňka tak obsahuje jedno či více somatických jader (makronukleů) a také jedno nebo více generativních jader (mikronukleů). Rozmnožují nepohlavně příčným a podélným dělením. Při pohlavním rozmnožování dochází ke konjugaci, kdy se dvě buňky spojují ústními póly a dojde k vzájemné výměně haploidních generativních jader. Spojení může trvat i několik hodin (Hrabě a kol, 1954; Hausmann, Hülsmann, 2003).

V akváriu lze nalézt řadu zástupců nálevníků. Uvedu zde pouze nejčastější rody:

Mrskavka *Stentor*

Mrskavka je rod prvoků žijících přisedle na podkladu. Tvar těla je kortnoutovitý s pravotočivou spirálou membranel lemující nejširší část buňky, kde se nacházejí buněčná ústa. Cytoplazma je silně vakuolizovaná, celá buňka je velmi kontraktilní. (Buchar et al., 1995; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Vířenka *Vorticella*

Vířenka z řad nálevníků je přisedlá k podkladu pomocí stažitelné stopky, která se v nepříznivé situaci velmi rychle stažením spirálovitě stáčí. Tělo má tvar poháru a k vrcholu se rozšiřuje. Brvy tvořící věnec náhějí potravu do úst. Obývají sladké i mořské vody. (Patterson, 1996; Hausmann, Hülsmann, 2003).

Lezounek *Euplotes*

Zploštělé tělo u lezounka je pokryto dobře viditelnými různými typy brv. Círy na ventrální straně těla jsou v podélných, přímých nebo klikatých řadách, se kterými se pohybují po podkladu. Ústní aparát s adorálními membranelami tvoří límec kolem přední části buňky. Živí se bakteriemi. Častý vykyt v čistírenských kalech. Zajímavostí je jeho aktivní nález při $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ v mořské vodě (Patterson, 1996; Hausmann, Hülsmann, 2003).

trepka *Paramecium* sp.

Tělo buňky je rovnoměrně pokryto řasinkami. V buňce jsou patrné dvě kontraktilní vakuoly. Na břišní straně jsou buněčná ústa, kudy je přijímána potrava pohybem brv, potrava putuje do vakuol. Na koncové (kaudální) části je vytvořen trs delších řasinek. Živí se především bakteriemi (Buchar et al., 1995, Patterson, 1996;).

Slunivky *Heliozoa*

Tvar buňky je kruhovitý a výrazně paprscitý. Pseudopodie jsou vyztuženy axopodiemi, které začínají v buňce v blízkosti povrchu jádra. Paprscitý vzhled dal vzniknout názvu slunivky (Patterson, 1996, Hausmann, Hülsmann, 2003).

Slunivka rodu *Actinosphaerium* a *Actinophrys*

Buňka je vysoce vakuolizovaná. Axopodie směřují od středu buňky vně se postupně zužují, procházejí periferní vrstvou velkých vakuol. Malé, ale viditelné extrusomy se podílejí na zachycování potravy. Živí se prvoky, jednobuněčnými řasami a některými mnohobuněčnými organismy, které jsou tráveny v potravních vakuolách uspořádaných těsně vedle sebe. Buňka má jednu nebo více pulzujících vakuol (Patterson, 1996).

Měňavkovci *Amoebozoa*

Pseudopodie u skupiny *Amoebozoa* nejsou vyztužené, panožky se vytvoří poměrně rychle, od pár vteřin po pár minut. Amoeboidní pohyb se uskutečňuje střídavým tvořením a

stahováním pseudopodií a prodlužováním jedné pseudopodie. Lobopodií může být vysoký počet nebo pouze jedna. Hausmann, Hülsmann, 2003).

Měňavka (*Amoeba* a další rody)

Buchar a kol. (1993) doporučují získání měňavky velké (*Amoeba proteus Pallas*) odběrem povrchové vrstvičky detritu na dně stojatých louží, rybníčků, lučných příkopů nebo také sběrem suchých nezaprášených mechů, které se po zalití vodou z akvária nechají odstát 48 hodin a poté se z mechu přes síto s průměrem 0,5-0,6 mm vymačká vzorek. Tak to lze získat vzorek i z mokrého rašeliníku. Pokud je potřeba zvýšit počet měňavek lze přidat dvě až tři vařená pšeničná zrna do vzorku. Menší druhy měňavek (rody *Vahlkampfia*, *Hartmanella* a další) lze získat i ze senného nálevu. Tento způsob dodání živin popisuje také Patterson (1996). Podle mých zkušeností je možné různé zástupce měňavek získat ze vzorků kalu z akvarijního filtru nebo z nárostových sklíček (Hásková, 2011).

Krytenky *Testaceolobosia*

Vzorky krytenek rodu *Arcella* a *Diffflugia* nebo *Centropyxis* se získávají podobným způsobem jako zmíněné měňavky. Nejlépe z mechů a rašeliníků či seškrabem nárostu ze stěn akvárií (Buchar, 1993), vzorků kalu z akvarijního filtru nebo z nárostových sklíček (Hásková, 2011).

Krytenky obývají sladkovodní, mořské a terestrické prostředí. Potravu tvoří bakterie a řasy. Tělo je kryté částečně schránkou, která může být hladká nebo pokrytá trny. Nebo je tělo kryté složitým pokryvem, vrstvičkou šupinek. Ze otvoru schránky pseudostomu vycházejí laločnaté pseudopodie (Hausmann, Hülsmann, 2003).

štitovka *Arcella*

Na spodu schránky je nejširší a k vrcholu se zužuje. Hnědé barvy (Hrabě a kol, 1954). Vyskytuje se mezi vodními rostlinami a také mechy v záplavové oblasti. Ve vzorcích z akvária převažují prázdné schránky.

rod *Centropyxis*

Schránka má zploštělou přední část s jedním otvorem. Často je viditelně hnědou barvou, záleží na složení schránky. Na schránce se můžou zachytit malé částice materiálu z

okolního prostředí. Schránka má řadu jemných trnů (Patterson, 1996). Ve vzorcích z akvária převažují prázdné schránky.

Filosea

křeménka *Euglypha*

Tělo kryté schránkou hnědé barvy s jedním otvorem, ze kterého vycházejí pseudopodia. Schránka se skládá z překrývajících se plochých křemičitých destiček. Některé druhy mají trny. Nachází se také v mechu a v půdě, kdy hraje významnou roli v půdní ekologii (Patterson, 1996). Ve vzorcích z akvária převažují prázdné schránky.

1.4.3. Živočichové (Metazoa)

V následujících kapitolách jsou popsány významní zástupci bezobratlých živočichů, které se často vyskytují v akváriích.

hlístice Nematoda

Hlístice se dokážou přizpůsobit extrémním podmínkám a mají širokou ekologickou valenci. Tělo je dlouhé maximálně 1 mm, hladké bez brv kryté mnohvrstevnou kutikulou, průřez těla je kruhovitý. Pod vrstvou pokožky se nachází jedna vrtva podélných svalových buněk. Ustní otvor je obklopen třemi pysky. Vyskytují se v detritu a na rostlinách. Výrazný pohlavní dimorfismus. Samci často menší než samice. Typickým pohybe je mrskání, což způsobují podélné svalové buňky. Často obývají povrchové vrstvy rybníků a svrchní horizont půdy. Vyskytují se na povrchu i uvnitř rostlin. Některé druhy jsou parazitické (Buchar et al., 1995; Vymětalová, 2008).

vířníci Rotaria

Vířníci žijí ve sladkých vodách a jsou součástí planktonu. V prostředí s nižší hodnotou pH je vysoká druhová rozmanitost. Tělo nečláňované s vířivým aparátem (koronou) v přední části složených ze dvou věnců různě silných brv. Pohybují se pomocí vířivého orgánu po šroubovici nebo lezou po podkladu pomocí nohy a prstů. Rozmnožují se vajíčky, méně často jsou živorodé. Potravou jsou bakterie, řasy (Hrabě a kol, 1954; Ambrožová, 2003).

skupiny pijavenky (Bdelloidea)

Tělo pijavenky se skládá z hlavy i nohy, která má 2 ostruhy a jsou teleskopicky zatažitelné. Pijavenky se dají nalézt v mechu a použít k mikroskopování. Mechové pijavenky mohou upadat do anabiózy (Hrabě a kol, 1954; Buchar et al., 1995).

ploštěnky Turbellaria

Tato velká skupina byla původně tvořena mořskými živočichy, ale nyní se vyskytují ve sladkých vodách a ve vlhkých suchozemských biotopech. Tělo je nečláňované, podlouhlé, bilaterálně zploštělé. Na konci těla jsou umístěny smyslové orgány jako oči a ouškové výběžky. Tělo je pokryto vířivým epitelem, na břišní straně jsou brvy delší nebo chybí. Ploštěnky mají schopnost regenerace, kdy poškozené nebo chybějící části těla zcela dorostou. Ploštěnky jsou hermafrodité a pohlavně se rozmnožují pomocí vajíček, nepohlavně příčným dělením (Buchar et al., 1995).

měkkýši (Mollusca)

Měkkýši mohou být užiteční a zajímavými doplňky pro akvárium, ať už jde o jejich čistící schopnosti nebo estetický přínos. Tělo většinou schráněno vápenitou schránkou. Tělo tvoří svalnatá noha a útrobní vak. Nervová soustava je gangliová s propojenými gangliemi. Radula měkkýšům slouží k přijímání potravy, kdy mechanicky jako struhadlo strouhá jemnými zoubky svou potravu. U mlžů radula chybí. Cévní soustava je otevřená. Plášťová dutina je se nachází mezi tělem a stěnou pláště, pomocí které dýchají. Hermafroditi se složitou stavbou pohlavního ústrojí. Měkkýši se dělí na plže (*Gastropoda*) a mlže (*Bivalvia*) (Mills, 1997; Buchar et al., 1995).

Předožábří plži

Zástupci předožábřích plžů se vyskytují převážně v moři. Sladkovodní druhy se vyskytují v bažinatých biotopech i mimo vodu (jehlovky). Znakem těchto mlžů je víčko, které se nachází na hřbetní straně. Nosí ho trvale s sebou, po zatažení je ústí ulity úplně uzavřeno. Dýchání probíhá pomocí žaber umístěnými v plášťové dutině. Jsou odděleného pohlaví (kromě točenky). Vajíčka kladou na ponořené předměty, popřípadě jsou živorodé (bahenka, točenka říční) (Buchar et al., 1995). Známé druhy jsou bahenka živorodá, bahenka pruhovaná, zubovec dunajský a další.

Plicnatí plži

Plicnatí plži, konkrétně spodnoocí, druhotně osídlili sladkovodní prostředí a jejich plášťová dutina slouží jako plíce. Vynořují se nad hladinu a nadechují se do zásoby. Nemají oči na

konci tykadel, ale na jejich bázi. Tykadel je jen jediný pár. U schránek může dojít k redukci závitů. Rozdělují se podle směru závitů na pravotočivé a levotočivé (směr vinutí závitů). Vajíčka kladou pod vodní hladinu. Živí se býložravě či na zbytcích uhynulých živočichů (Buchar et al., 1995). Známé druhy jsou uplovatka bahenní, okružák ploský.

kroužkovci (*Annelida*)

Kroužkovci jsou druhově velmi bohatá a ekologicky rozrůzněná skupina. Některé jsou mikroskopické, zatímco obří veležížala obrovská (*Megascolides australis*) může dosáhnout délky 3 metrů. Kroužkovci se vyskytují v mořských i sladkých vodách i v suchozemském prostředí, především v půdě.

U skupiny máloštětinatců jsou na každém tělním článku 1 pár parapodií a čtyři svazky štětín (na hřbetní a dva břišní), kromě prvního článku. Štětiny jsou u máloštětinatců důležitým určovacím znakem (Buchar et al., 1995).

olejnuška *Aeolosoma*

Olejnuška je vodní máloštětinatec.- vlasovité štětiny na hřbetě a břiše. v jejím těle se vyskytují pigmentové buňky s pestře zbarveným sektrem. Délka těla dosahuje 1 až 5 mm. Žije na rostlinách a živí se nánosem mikroskopických organismů (Buchar et al., 1995).

Jako příklad akvarijských členovců uvádím pouze raky, které patří u akvaristů mezi oblíbené chovance.

Členovci (*Arthropoda*)

Řád desetinožci (Decapoda)

Patoka et al. (2017, s. 9), podle Souty-Grosset et al. (2006) uvádí, že ještě nedávno bylo v Evropě rozlišováno pět původních druhů raků ze dvou platných rodů *Astacus* (tři druhy: rak říční, rak bahenní a rak silnoklepetý) a *Austropotamobius* (dva druhy: rak kamenáč a rak bělonohý). V aktuální revizi (Crandall a De Grave 2017) uvádí Patoka et al. (2017, s. 9) další rod *Pontastacus* s devíti druhy raků (raka bahenní) z východní a středoevropské části s rozšířením i do na území Turecka a Íránu.

Ochrana raků a udržení jejich populací vyžaduje jak aktivní ochranu a nejlepší kvalitu jejich životního prostředí, tak regulaci lidské činnosti. Důležitá je i prevence šíření invazivních druhů a nemocí. „Řada z nich je však ohrožována působením člověka –

fyzickou destrukcí či znečištěním jejich životního prostředí, nadměrným lovem, zavlékáním nepůvodních druhů či nemocemi.“ (Patoka et al., 2017, s. 5). Plísňové onemocnění nazývané račí mor se do střední Evropy zavléklo koncem 19. století a způsobilo vyhubení většiny populací raka říčního. Snaha o introdukci raka bahenního namísto raka říčního se příliš nezdařilo. Důvodem byla stejná citlivost k onemocnění račím morem. Do Evropy tak byly introdukovány severoamerické druhy s vyšší odolností proti tomuto onemocnění. Nejdříve byl v Evropě vysazen rak pruhovaný, poté rak signální, kteří jsou bohužel přenašeči tohoto smrtelného onemocnění (Štambergová et al., 2009).

Manipulaci s chráněným druhem (rak říční, rak kamenáč, rak bahenní) je možná pouze s povolením orgánu ochrany přírody a rozšiřování nepůvodních druhů bez speciálního povolení orgánu ochrany přírody je zakázáno (Štambergová et al., 2009).

Samec raka bývá mohutnější než samice. Klepeta samců jsou širší a delší. Zadečkové články u samic jsou naopak rozšířené pro ochranu vajíček. Pohlavní vývody samic leží na bazálním článku nohou 6. hrudního článku (Štambergová et al., 2009).

Oblíbené nepůvodní druhy raka, který je často chován v akváriích je rak pruhovaný (*Faxonius limosus*). Rak pruhovaný na našem území osídlil hlavně povodí Labe z Německa, kde byl uměle vysazen (Jančaříková, Bravencová 2010).

Rak pruhovaný byl také velmi oblíben mezi akvaristy, ovšem tento druh se již nesmí chovat ani rozmnožovat (z nařízení komise (EU) 2016/1141)

1.5. Ekosystém vodních nádrží

Vodní nádrže představují důležitý typ biotopu v rámci ekosystému. Zahrnují stojaté nebo pomalu tekoucí vodní plochy, jako jsou jezera, rybníky, údolní nádrže, slatiny, vrchoviště, tůňe, či periodicky zaplavované, ponorné a periodické toky. Tyto biotopy mají své vlastní charakteristické rysy, které ovlivňují životní prostředí a ekosystémy (Říhová Ambrožová, 2003).

V ekosystému dochází k vzájemné interakci mezi abiotickými a biotickými faktory. Abiotické faktory, jako je teplota, vlhkost, sluneční záření, chemické složení vody a další, ovlivňují životní podmínky pro organismy. Naopak organismy ovlivňují tyto abiotické faktory svým chováním a vzájemnými vztahy (Říhová Ambrožová, 2003).

1.5.1. Stojaté vody

Jezerá

Biotop jezera je ekologické prostředí, které zahrnuje samotnou vodu, pobřeží, vegetaci a různé druhy organismů, které obývají jezero a jeho okolí. Jezerní biotop je velmi různorodý a zahrnuje různé ekosystémy vodního sloupce, pobřežní zóny a okolního terénu. Jezera jsou přirozené nádrže, které se tvoří přirozeně v důsledku geologických a environmentálních procesů. Rovnováha mezi biotickým a abiotickým prostředím se dlouhodobě vyvíjí. Mnoho jezer je bylo vytvořeno ledovcovou činností. Ledovcová jezera se vytvořila v důsledku procesů spojených s pohybem a táním ledovců během poslední doby ledové. Během této doby ledové se ledovce rozšiřovaly a přetvářely krajinné rysy, které se staly následnými místy pro vytvoření jezer (Říhová Ambrožová, 2003).

Dělení a vznik jezer podle Říhové Ambrožové:

- **Ledovcová a karová** - vznikla ústupem ledovců do nížin táhnoucích před sebou morénu, která vytvořila přehrazení a zpomalovala či zamezila odtoku vody z jezera.
- **Tektonická** - vznikla sopečnou činností a změnami zemské kůry vlivem hlubokých poklesů, vzniku trhlin a příkopových propadlin. V těchto místech se začala akumulovat voda.
- **Krasová** - vznikla na základě geologických procesů spojených s rozpouštěním vápence, dolomitu a dalších rozpustných hornin v podloží.
- **Říční hrazená** - vznikla vytvořením hrází na řekách v meandrových záhybech či na slepém rameni.

1.5.1.1. Rybníky

Rybníky jsou umělé vodní nádrže, které jsou často vytvořeny pro zemědělské, hospodářské nebo rekreační účely. Z hospodářského hlediska jsou zejména pro chov ryb, zejména pro chov kaprů a pstruhů. Doplnkovými rybami jsou lín, síh severní, síh peleď a další býložravé ryby, které řadíme do skupiny nedravých doplňkových ryb. Dravými doplňkovými rybami jsou štika, candát obecný, sumec velký, pstruh duhový, úhoř říční. Doba chovu, neboli chovný turnus, bývá nejčastěji tříletá (Hanel, 2001, Říhová Ambrožová, 2003).

Rybníky, jako umělé ekosystémy vodní nádrže, vyžadují pravidelnou péči a údržbu. Pro zvýšení produktivity rybníků provádějí rybáři pravidelné hnojení. Další pravidelnou

činností je také letnění a zimování rybníků. Letnění rybníků se prospívá v prokysličení vrstvy bahna. Doporučené letnění by se mělo provádět jednou za pět až šest let. Zimováním, neboli vypuštěním rybníka na zimu, dojde k popraskání zamrzlého obnaženého dna. Tímto se dostává vzduch do hlubších vrstev a dojde k provzdušnění. Vysychání rybníků dále napomáhá k prevenci proti parazitům a mikrobiálním onemocněním ryb, které parazitují na vodních plžích jako na mezihostiteli (Hanel, 2001, Říhová Ambrožová, 2003).

Sezónní cyklus rybníka zahrnuje změny, které se v průběhu roku v rybníku odehrávají a ovlivňují životní prostředí tohoto vodního ekosystému. Sezónní cyklus rybníka začíná z jara rozvojem fytoplanktonu (rozsivek). Během léta může dojít ke dvěma jevům. Pokud se v rybníku nachází méně ryb, popřípadě chybí úplně, zvýší se výskyt filtrujících korýšů perlooček filtrující fytoplankton. Tím dojde k následné změně v průhlednosti vody. Úbytkem fotosyntetizujícího fytoplanktonu nastane ve vodě snížení obsahu kyslíku nejprve u dna rybníka. Nitrifikace bez kyslíku se zastaví a ze sedimentů se uvolňuje rozpuštěný mangan, železo, fosfor. Následkem je zvýšení koncentrace amoniakálního dusíku. V druhém případě, pokud se v rybníku nachází husté zastoupení ryb, zooplankton je vyžírán rybami v nadměrném množství a zelené řasy se mohou vyvíjet. Voda se mění na zelenou barvu s vysokým obsahem kyslíku a tím klesá obsah amoniakálního dusíku, manganu a železa. S podzimem klesá teplota a tím i dochází k poklesu zooplanktonu, zatímco rozsivkách se dobře daří do konce listopadu. V důsledku nízkých teplot a omezeného světla přes zimu zastavuje fytoplankton svůj růst. Při teplotě 0 °C v rybníku neprobíhá nitrifikace (Říhová Ambrožová, 2003).

Rybníkářství se stalo důležitým prvkem venkovské krajiny a má v českých zemích dlouhou tradici především z 11. a 12. století. Významný rozmach rybníkářství nastal za vlády Jana Lucemburského a rybníky se rozšířily do každé vsi za účelem chovu ryb či jako požární nádrž. Moderní způsob hospodaření v rybníkářství nastavil Josef Šusta a jeho metody chovu se stále používají (Hanel, 2001).

Rozdělení rybníků podle způsobu napájení podle Hanela:

- **Nebeské rybníky** - bez stálého přítoku vody, závislé na srážkové vodě
- **Pramenité rybníky** - zásobování pramenitou vodou
- **Průtočné rybníky** - voda přitéká z potoka či řeky
- **Náhonové rybníky** - voda je přiváděna z potoka či řeky pomocí náhonů

- **Komorové rybníky** - hluboké rybníky bez zabahnění, slouží k přezimování
- **Výtažníky** - rybník sloužící odchovu plůdku

Rozdělení rybníků podle teploty vody podle Hanela:

- **Teplovodní rybníky** - kaprové
- **Studenovodní rybníky** - pstruhové

Rozdělení rybníků podle podle Říhové Ambrožové:

- **Rybníky velké a střední** (kaprovité) - typ horácký, doksanský, polabský a lednický. Kaprovité rybníky se vyznačují stojatou či mírně tekoucí teplejší vodou, která v létě dosahuje 20 °C až 30 °C. Dno rybníka bývá mělké a bahnité s vysokým obsahem živin.
- **Rybníky malé** - jsou například pstruhové rybníky s protékajícím potokem a napájené prameny. Dále plůdkové rybníčky, návesní a rybníky vyhnívající a čistící. Oproti jezeru mají rybníky většinou přítok a odtok, popřípadě se voda čerpá ze spodní vody či ze srážek. Těmito rybníky protéká prokysličená chladná voda, která v létě dosahuje 16 °C až 20 °C. Dno rybníka bývá písčité s nízkým obsahem živin.

Tůň

Tůň, neboli drobné vody, mohou být vytvořeny uměle nebo vznikají přirozeně ze slepých ramen řek. Hloubka tůní není nikterak velká, maximální hloubka činí dva metry. Tůně jsou bohaté na živiny, velké množství živočišných druhů a na pobřežní vegetaci. Voda v tůních se rychleji a snadno prohřívá, popřípadě krátkodobě vysychá (periodický typ). Drobná periodická voda je například kaluž, voda v dutinách stromů, v pařezech, voda v puklinách skal, či voda v sudech a nádobách (Říhová Ambrožová, 2003).

1.5.2. Biocenóza vodních nádrží

Biocenózou nazýváme soubor organismů žijících na svém životním prostoru neboli biotopu. Jedná se o soubor všech druhů rostlin, živočichů a mikroorganismů, kteří spolu interagují a sdílejí daný prostor. Sukcese vyznačuje proces postupného vývoje a změny ve společenstvích organismů v rámci ekosystému během času. Jedná se o proces, při kterém se biocenóza v daném ekosystému vyvíjí a mění v reakci na různé faktory. Podle typu organismů se biocenóza dělí na fytoocenózu neboli rostlinné společenstvo, zoocenózu zaměřenou na živočichy a bakteriocenózu zaměřenou na mikroorganismy, jako jsou

bakterie (Říhová Ambrožová, 2003).

1.5.3. Potravní řetězec

Kvasničková (2004) rozepisuje potravní řetězce:

Pastevně-kořistnický řetězec

Parazitický řetězec

- Velikost těla parazitů se zmenšuje, jejich početnost naopak zvětšuje
- Hostitel → parazit → hyperparazit

Dekompoziční řetězec

- Velikost jejich těla se postupně zmenšuje, početnost naopak zvyšuje
- Nekrofágové → saprofágové → mikroorganizmy

1.5.4. Potravní síť

Organismy biotické složky životního prostředí se řadí do třech skupin podle jejich způsobu výživy. Rozlišení organismů podle způsobu výživy na destruenty, producenty a konzumenty je základní koncepce ekologie, která pomáhá popsat a pochopit vztahy v ekosystémech (Kvasničková, 2004; Říhová Ambrožová, 2003). Zde je podrobnější vysvětlení těchto trofických kategorií:

Destruenti

Destruenti, neboli rozkladači, jsou chemoorganotrofní organismy živící se organickou hmotou a odpadními produkty v ekosystému. Do skupiny destruentů se řadí houby, bakterie. Rozkládají pomocí exoenzymů, a tak přeměňují organickou hmotu na jednodušší nízkomolekulární látky. Tímto procesem dekompozice se uvolňují živiny zpět do ekosystému a pomáhá udržovat cyklus živin. Neživou organickou hmotou se živí destruenti saprofyty, živé organické látky rozkládají parazité, což může způsobovat nemoc nebo smrt živého organismu (Říhová Ambrožová, 2003).

- **Bakterie** - grampozitivní a gramnegativní.
- **Mikromycety** - houby, plísně.

Producenti

Oproti destruentům producenti využívají jako živiny anorganické látky. Producenti

jsou klíčovými členy ekosystémů, protože jsou základním zdrojem organické hmoty a energie v potravním řetězci. Producenti jsou organismy, které jsou schopny fotosyntézy nebo chemosyntézy. Produktem fotosyntézy za účasti slunečního záření jsou organické látky a kyslík. Skupiny producentů jsou mikrofyta (řasy a sinice) a makrofyta (kaprad'orosty, mechorosty, semenné rostliny a vyšší rostliny). Dále se producenti klasifikují podle toho, odkud získávají energii a jaký typ látek používají. Pro bakterie je typická chemosyntéza, kdy se energie využívá z anorganických reakcí. Zde jsou tři hlavní typy producentů využívající chemosyntézu: fotolitotrofní, fotoorganotrofní, chemolitotrofní. Fotolitotrofní bakterie využívají světelnou energii (zejména sluneční světlo) k fotosyntéze a zároveň získávají energii z anorganických látek jako je CO₂. Fotoorganotrofní bakterie jsou organismy, které využívají světelnou energii k fotosyntéze, ale získávají energii z CO₂ z organických sloučenin. Chemolitotrofní producenti nevyužívají sluneční světlo, ale získávají energii z chemických reakcí. Nacházejí se v extrémních prostředích, jako jsou hydrotermální prameny na mořském dně, kde neexistuje sluneční světlo (Říhová Ambrožová, 2003).

- Mikrofyta (nižší rostliny) - sinice, řasy (ruduchy, obrněnky, skrytěnky, zlativky, rozsivky, krásnoočka, chlamydomonády, zeleninky, spájjivé řasy).
- Makrofyta (vyšší rostliny) - lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty, semenné rostliny.

Konzumenti

Konzumenti jsou organotrofní organismy živící se organickými látkami. Tyto hotové organické látky rozkládají pomocí endoenzymů a rozložené látky dále využívají k budování stavby svého těla. Skupiny konzumentů je většina jednobuněčných (*Protozoa*) a mnohobuněčných organismů (*Metazoa*). Konzumenti jsou rozděleni na různé úrovně v závislosti na tom, zda konzumují producenty nebo jiné konzumenty na skupinu konzumentů prvního, druhého a třetího řádu. Primárními konzumenty jsou konzumenti prvního řádu živící se rostlinnou stravou. Sekundárními konzumenty jsou konzumenti druhého řádu masožravci a terciálními konzumenty se rozumí predátoři. Omnivoři se živí jak rostlinnou, tak živočišnou potravu. Organismy živící se bakteriemi se nazývají bakteriofágové (Říhová Ambrožová, 2003).

Tato tři kategorie v ekosystémech jsou propojeny a spolupracují na udržení životního prostředí a toku energie a živin v rámci ekosystému. Producenti zajišťují výrobu organické hmoty, konzumenti ji konzumují, a destruenti se starají o recyklaci živin z mrtvé

hmoty zpět do systému.

- **Protozoa** - bičíkovci, měňavky, kryténky, slunivky, nálevníci, rournatky.
- **Metazoa** - houbovci, žahavci (nezmaři), ploštenci (ploštěnky, motolice, tasemnice), hlísti (břichobrvky, vírníci, hlístice), kroužkovci (mnohoštětinatci, máloštětinatci, pijavky), členovci (korýši, vzdušnicovci, trojlaločnatci, klepátkatci), měkkýši (plži, mlži), chapadlovci (mechovky, mechovnatky), strunatci (obratlovci).

1.5.5. Koloběh kyslíku

Kyslík je klíčovým prvkem pro život ve vodních prostředích, a jeho koloběh ovlivňuje stabilitu a biodiverzitu vodních ekosystémů. Kyslík se vodním prostředím nachází v rozpuštěné formě pocházející ze vzduchu a z fotosyntetických činností vodních rostlin (Lellák, Kubíček 1992).

Koloběh kyslíku je velmi citlivý na různé faktory, které mohou ovlivnit celkovou koncentraci kyslíku v životním prostředí. Zvýšení teploty vody může ovlivnit rozpustnost kyslíku - čím vyšší teplota vody, tím nižší bývá schopnost vody absorbovat kyslík. To může mít vliv na organismy závislé na dostatku kyslíku v životním prostředí, jako jsou ryby a další vodní živočichové (Lellák, Kubíček 1992; Říhová Ambrožová 2004).

Proces fotosyntézy je zásadní pro ekosystémy naší planety, protože rostliny v něm využívají sluneční energii k přeměně oxidu uhličitého a vody na organické látky a kyslík. Kyslík je zásadní pro život vodních ekosystémů, jelikož v něm slouží jako dýchací plyn pro mnoho živočichů. Právě atmosféra zajišťuje tento tok kyslíku mezi vodou a vzduchem. Jeho kolo je klíčovým pro udržení rovnováhy života vodních systémů a současně současně v celkovém klimatickém systému naší planety (Lellák, Kubíček 1992; Říhová Ambrožová 2004).

Většina mikroorganismů, stejně jako ostatní živé organismy, využívá kyslík jako konečný akceptor elektronů pro svůj metabolismus. Tento proces vytváří energii potřebnou pro růst a fungování mikroorganismů v aerobním prostředí. Na některé organismy může kyslík působit jako jed a vyskytují se v anaerobním prostředí. Některé bakterie jsou schopny kvašení za nepřítomnosti vzdušného kyslíku. Závislost mikroorganismů na kyslíku je tedy velmi variabilní a záleží na jejich specifických metabolických schopnostech a podmínkách prostředí, ve kterém se vyskytují (Říhová Ambrožová 2004).

Dělení mikroorganismů v závislosti na stupni tolerance vůči molekulárnímu kyslíku

dle Říhové Ambrožové:

- **striktně anaerobní mikroorganismy** - prosperita v prostředí, kde není přítomen kyslík
- **obligátně anaerobní mikroorganismy** - určitá schopnost tolerance kyslíku (maximálně do 2 – 3 %)
- **aerotolerantní mikroorganismy** - určitá schopnost tolerance kyslíku v nízkých koncentracích
- **fakultativně anaerobní mikroorganismy** - přizpůsobení metabolismu a využití kyslíku podle anaerobního i aerobního prostředí
- **mikroaerofilní mikroorganismy** - schopnost využití kyslíku, nerostou za přítomnosti vzdušného kyslíku
- **obligátně aerobní mikroorganismy** - vyžadují přítomnost kyslíku pro svůj růst a metabolismus

1.5.6. Koloběh dusíku

Dusík je hlavní složkou atmosféry a nachází se i v anorganickém sloučeninách (amoniak, dusitany, dusičnany) a v organických sloučeninách (nukleové kyseliny, močovina, proteiny). Dusík jsou schopné vázat některé druhy bakterií (*Rhizobium*, *Clostridium*, *Azotobacter*) a sinic (*Anabaena*, *Aphanizomenon*). Anorganický dusík přijímaný producenty je přeměňován na organickou hmotu proteinů a nukleových kyselin. Dále je dusík uvolňován do prostředí, rozkladem rostlin nebo ho využijí konzumenti. Při Amonifikace je jeden z pochodů biologického rozkladu, kdy dusík vázaný v organických látkách se mineralizuje chemotrofními bakteriemi na amoniak. Proces nitrifikace je oxidace amoniaku na dusitany bakteriemi *Nitrosomonas* a *Nitrobacter*. V anaerobním prostředí probíhá proces denitrifikace, kdy bakterie rodu *Pseodomonas* mění dusičnany na plynný dusík který potřebují pro svůj metabolismus. Snížení koncentrace dusíku souvisí s nárůstem fytoplanktonu, především ve vegetačním období. Do přirozeného koloběhu dusíku však člověk výrazně zasahuje například nadužíváním průmyslových hnojiv a vysokou produkcí emisí ze spalování fosilních paliv (Lellák, Kubíček 1992; Říhová Ambrožová 2004).

1.5.7. Koloběh oxidu uhličitého

Základním způsobem, jak se uhlík dostává do biosféry, je fotosyntéza. Zelené rostliny a některé bakterie přeměňují oxid uhličitý (CO₂) a sluneční energii na organické

látky, zejména sacharidy. Fototrofní organismy získávají uhlík z oxidu uhličitého. Producenti získávají uhlík z atmosféry a předávají ho dál konzumentům, poté ho spotřebovávají rozkladači a následně se dostane zpět do atmosféry. Oxid uhličitý v plynném stavu je dobře rozpustitelný ve vodě a jeho rozpustnost je dána Henryho zákonem. Za zvýšením obsahu CO₂ ve vodě mají podíl bakterie rozkládající organickou hmotu a dýchání vodních rostlin a živočichů (Lellák, Kubíček 1992; Říhová Ambrožová 2004).

1.5.8. Koloběh fosforu

V přírodě jsou zásobárnou fosforu sedimenty a bazické horniny (apatit), ložiska guana a fosforečnanová hnojiva. Fosfor ve vodním prostředí využívají řasy a bakterie při své fotosyntéze a je inkorporován do biomasy. Vylučováním exkrementů živočichy je dále fosfor využíván bakteriemi a řasami. Ve vodním prostředí se značná část fosforu vázaná v cytoplazmě organismů a v jejich zbytcích v sedimentech či volně ve vodě. Koncentrace fosforu ovlivňuje eutrofizaci vodní nádrže (Lellák, Kubíček 1992; Říhová Ambrožová 2004).

1.5.9. Koloběh vápníku

Vápník je nezbytný pro výstavbu kostí obratlovců, schránek bezobratlých a opěrných struktur některých rostlin. Pufrální schopnost je schopnost látky nebo systému udržet relativně stabilní hodnotu svého pH (kyselosti nebo alkalinity) při přidání kyseliny nebo zásady. Vápník má tuto schopnost v systému CO₂-HCO₃. Zvýšený obsah vápníku, kalcifilní, indikují tyto někteří zástupci rozsivek (*Diatoma*, *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Asterionella*), zelených řas, vodní mor, mech zdrojovka, rákos, rdesno, korýš blešivec. Opakem jsou kalcifobní organismy, které se vyhýbají lokalitám s vysokým obsahem vápníku, patří mezi ně rozsivky (*Pinnularia*, *Eunotia*), šídlatka, stolístek, perlorodka (Lellák, Kubíček 1992; Říhová Ambrožová 2004).

1.6. Problematika výuky v zoologii bezobratlých, prvoků, řas a sinic v učivu pro základní školy

1.6.1. Postavení učiva v současném RVP

RVP (Rámcový vzdělávací program) pro základní vzdělávání se řadí spolu s chemií, fyzikou a zeměpisem do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia obsahuje také vzdělávací oblast Člověk a příroda, do které se řadí biologie, chemie, fyzika, geografie a geologie. Rámcové vzdělávací programy pro střední odborné vzdělávání jsou pak zpracovány pro jednotlivé obory (Čábalová, 2011).

V RVP jsou stanoveny vedle obecných cílů vzdělávání také základní kompetence, kterých má žák dosáhnout. Jsou to kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální, osobnostní a občanské, kompetence pracovní a kompetence odborné (Skalková, 2007). Definice kompetence podle Turka (in Fančovičová, Prokop, 2010) zdůrazňuje schopnost a výkon v konkrétní oblasti činnosti. Kompetentní jedinec je takový, který prokazuje vynikající schopnosti, motivaci a dovednosti a je schopen poskytovat kvalitní výkony v určité oblasti. Podle Jeřábka a Tupého (2021, s. 10) jsou kompetence „souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti“

Fančovičová a Prokop (2010) uvádějí základní kompetence v oblasti přírodních věd. Těmito kompetencemi by měli žáci v oblasti přírodních věd disponovat:

1. Identifikovat a správně používat základní pojmy.
2. Objektivně popsat základní znaky biologických objektů a procesů.
3. Dokázat vysvětlit podstatu jevů, procesů a vztahů.
4. Grafické vnímání, tvorba a interpretace grafů, tvorba a interpretace schémat a náčrtů.
5. Aplikovat poznatky a zkušenosti v praktických podmínkách.
6. Předpokládat a určit příčinné souvislosti, pozorovat, experimentovat a odhadovat.
7. Poznávat živé organismy a jejich význam v přírodě a pro člověka.
8. Rozvíjet schopnosti a dovednosti při řešení praktických aktivit, zpracovávání jednoduchých zpráv z pozorování a jednoduchých školních projektů.
9. Rozvíjet dovednosti při práci s přírodninami a při terénních pozorováních.

Školy si na základě RVP vytvářejí školní vzdělávací programy ŠVP. Ty musí obsahovat předem dané výstupy a kompetence. Pro školy nejsou však všeobecně platné osnovy co a v jakém ročníku se má vyučovat. Výstupy dávají učitelům volnost, více prostoru pro vlastní styl výuky a užívání vlastních metod.

Očekávané výstupy na 2. stupni v případě biologie živočichů jsou tyto (Jeřábek a Tupý, 2021):

P-9-4-01 žák porovná základní vnější a vnitřní stavbu vybraných živočichů a vysvětlí funkci jednotlivých orgánů

P-9-4-02 žák rozlišuje a porovná jednotlivé skupiny živočichů, určuje vybrané živočichy,

zařazuje je do hlavních taxonomických skupin

P-9-4-03 žák odvodí na základě pozorování základní projevy chování živočichů v přírodě, na příkladech objasní jejich způsob života a přizpůsobení danému prostředí

P-9-4-04 žák zhodnotí význam živočichů v přírodě i pro člověka; uplatňuje zásady bezpečného chování ve styku se živočichy

V RVP k danému vzdělávacího bloku biologie živočichů je uvedeno následující učivo:

- stavba těla, stavba a funkce jednotlivých částí těla – živočišná buňka, tkáň, orgány, orgánové soustavy, organismy jednobuněčné a mnohobuněčné, rozmnožování
- vývoj, vývin a systém živočichů – významní zástupci jednotlivých skupin živočichů – prvoci, bezobratlí (žahavci, ploštěnci, hlísti, měkkýši, kroužkovci, členovci), strunatci (paryby, ryby, obojživelníci, plazi, ptáci, savci)
- rozšíření, význam a ochrana živočichů – hospodářsky a epidemiologicky významné druhy, péče o vybrané domácí živočichy, chov domestikovaných živočichů, živočišná společenstva
- projevy chování živočichů

Analýza učebnic schválené MŠMT ČR pro základní a střední školy upozorňuje na nedostatek pozornosti věnovaný sinicím a řasám, přičemž se jim věnuje pouze okrajové z důvodu jejich mikroskopických rozměrů. Toto téma by nemělo být opomíjeno, zejména s ohledem na ekologický význam. Text upozorňuje na několik nedostatků ve způsobu, jakým jsou zobrazováni zástupci organismů v učebnicích. Někteří zástupci sinic a řas jsou prezentováni bez ohledu na to, kde se ve skutečnosti vyskytují nebo jak jsou dostupní pro učitele. Některé učebnice vykazují chybné řazení zástupců (například zrněnka *Apatococcus* a *Chlorella* do třídy Chlorophyceae), či chybné zařazení sinic do samostatné skupiny mimo bakterie. Některé učebnice mohou stále používat zastaralé nebo nesprávné klasifikace organismů, což neposkytuje žákům aktuální pohled na fylogenezi (Kaufnerová, Vágnerová, 2013). Také text Juráně a Kaštovského (2016) poukazuje na nedostatky v učebnicích opisováním faktů ze starších učebnic či chybějící důležitá fakta (jako například, že z rozsivek vznikla ložiska ropy). V učebnicích je často uváděný *Volvox* pro zajímavou buněčnou organizaci a fyziologii, avšak zástupce váleč koulivý (*Volvox globator*) se v naší řasové flóře vyskytuje jen vzácně. Mnohem častější zástupce zelených bičíkatých řas se u

nás vyskytuje příbuzná řasa rodu *Pandorina* nacházející se ve většině úživných rybníků.

Vágnerová et al. (2019) se zabývají terminologií a metodikou výzkumu kritických míst přírodopisu pro 6. ročník základních škol. Jejich výzkum přináší podrobnější rozbor jednotlivých kritických míst učiva přírodopisu v 6. ročníku včetně jejich klasifikace a charakteristiky. Formou polostrukturovaných rozhovorů s učiteli zjišťují pět kritických míst jako je téma: 1. Buňky a jejich funkce, 2. Viry, bakterie, plísně, obecně mikroorganismy, 3. Fotosyntéza, 4. Vznik života a 5. Systematika bezobratlých, hmyz. Téma mikroorganismů je náročné na představivost a je zde málo konkrétních, hmatatelných a snadno představitelných pojmů. Většinu pojmů nelze ukázat přímo bez mikroskopu nebo jiné zobrazovací techniky. Vágnerová cituje z rozhovoru s učitelem „*Co děti špatně vstřebávají a co hůř se učí, jsou bezobratlí živočichové, ale ti, které oni nemůžou vidět, tzn. prvoci, žahavci, až v podstatě po hlísty, ploštěnce, až potom měkkýše, které vlastně už třeba znají nebo už viděli, tak tam potom to téma je pro ně lehčí. Ale tuto vidím jako obrovské problém, ty bezobratlé živočichy, které prostě nemůžou běžně vidět, jsou mikroskopičtí, nesetkávají se s nimi tak často, jsou pro ně noví.*“ „*Určitě pro mě je to ten začátek toho systému, to znamená viry, bakterie, protože na úrovni základní školy se tyhle věci velmi těžko zprostředkují žákům...*“

Malcová a Janštová (2018) provedly výzkum zabývající se otázkou, jak hodnotí žáci 2. stupně a nižšího gymnázia nabízené biologické obory (buněčná biologie; mikrobiologie; mykologie; protozoologie; botanika; zoologie; biologie člověka; fyziologie; genetika; geologie; ekologie a ochrana životního prostředí; evoluční biologie). Protozoologie spolu s mykologií a geologií vyšly jako nejméně oblíbené biologické obory. Jeden z významných faktorů na hodnocení je vliv konkrétního vyučujícího. Pozitivní přístup učitelů k jednotlivým biologickým oborům může pozitivně ovlivnit postoj žáků k těmto oborům. Zejména v případech, kdy jsou některé biologické obory považovány za méně oblíbené, může pozitivní přístup učitelů pomoci vytvořit podnětné a atraktivní výukové prostředí. Důležitou roli v tomto procesu mohou hrát i vysokoškolští učitelé, kteří připravují budoucí učitele přírodopisu a biologie a mohou jim poskytnout možnosti zatraktivnění výuky pomocí zařazení aktivizujících metod a forem výuky. Celkově lze tedy očekávat, že pozitivní a inspirativní přístup učitelů má potenciál ovlivnit nejen hodnocení určitých oborů biologie, ale i celkový zájem žáků o tuto vědní disciplínu.

Při hodnocení oboru protozoologie u žáků 2. stupně a nižšího gymnázia uvádí Malcová a Janštová (2018) rozdíl v oblíbenosti napříč ročníky. Významně se lišil šestý a

devátý ročník a dále sedmý a devátý ročník. Protozoologii hodnotili nejlépe v sedmém ročníku, v devátém stala nejméně oblíbenou.

1.7. Doporučené výukové materiály

Články a literatura:

Prof. RNDr. Lubomír Hanel, CSc. sepsal v odborném časopisu Biologie-Chemie-Zeměpis mnoho návrhů na využití školního akvária. Za zajímavé považují náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu zaměřené na dýchání vodních živočichů, potravní chování a mimetické jevy. Způsoby dýchání se zaměřením na příkladové druhy, které využívají ve vodě rozpuštěný kyslík, využívají kombinované dýchání, a druhy dýchající takřka výhradně vzdušný kyslík. V dalším námětu je zaměřeno na pozorování druhů s odlišnou potravní specializací a druhy jsou rozřazeni do kategorií filtrátoři, škrabači a predátoři a vyhledávači živočišné potravy. Podnětné je také pozorování mimetických jevů jako je somatolýza, krypsis a antikrypsis, allomimeze, allokrypse a další. Pro žáky může být toto pozorování mimetických jevů poučné. Například u chrostíků lze pozorovat, jak si schránky staví z různého materiálu (Hanel, 2018a, 2018b, 2019). U chovu mlžů lze pozorovat pohyb pomocí vysunovatelné nohy v písčitém substrátu, sledovat probíhající filtraci u přijímacího a vyvrhovacího otvoru přidáním emulze kvasinek z droždí, či praktikovat experiment s octem na lasturou na důkaz uhličitanu vápenatého (Hanel, 2022). Z řad korýšů lze dobře v akváriu demonstrovat rak. Pozoruje se způsob pohybu, lze sledovat preferenci potravy, anebo dá se rak naučit na krmení na stejném místě? Tento článek poskytuje návod chov ve školním akváriu a další tipy na pozorování (Hanel, 2023).

Zajímavá a motivující výuka řas a sinic na základních a středních školách. (Nolčová, Vágnerová, 2016). Článek se věnuje zajímavé a motivující výuce řas a sinic pro základní a střední školy . Nabízí možnosti, jak motivovat žáky ve výuce při praktických cvičení.

Biologie : laboratorní a terénní cvičení (Dobroruková et al., 2015). Literatura obsahuje experimenty a pozorování z biologie formulovaných jako problémové úlohy vhodné pro zavádění badatelsky orientované výuky. Námětem jsou tyto témata: řasy a sinice a jejich buněčná stěna, sinice jako zdroje toxinů které obsahují práci na pozorování aktivity prvoků. Další námětem je pozorování drobných vodních korýšů. Vířníci, kteří se nacházejí v akváriu, a želvušky jsou představeny jako zajímaví obyvatelé vysychajících mechů. Určování vodního hmyzu a jeho larev podle klíče je doporučeno realizovat jako venkovní aktivitu vodní nádrže se zaměřením na volnou vodu (pelagiál), dno (bentál) a příbřežní

rostliny (litorál).

Webové stránky:

- <https://www.sinicearasy.cz/> - Stránky algologické laboratoře PřF JU.
- <https://www.sinicearasy.cz/matlas> - Atlas sinic a řas.
- <https://www.inaturalist.org/> - Platforma pro biologické pozorování a sběr dat o biodiverzitě. Uživatelé mohou nahlašovat pozorování jednotlivých druhů, včetně prvků a bezobratlých. Lze diskutovat o svých pozorováních, sdílet tipy a rady. Komunita pomůže s určením zástupců. Z těchto stránek jsem do své diplomové práce čerpala fotografie do určovacích karet. Stránky doporučuji využít při výuce a ukázat žákům, jak s ní pracovat. Mohou si zde ověřit určení druhu a nalézt potřebné informace.

Videa:

- Fakulta pedagogická ZČU v Plzni - Centrum biologie, geověd a envigogiky prezentují tyto výuková videa:
 - [Bakterie – základní charakteristika a zástupci](#)
 - [Sinice – základní charakteristika a zástupci](#)
 - [Řasy – základní charakteristika a zástupci](#)
 - [Prvoci I – základní charakteristika a zástupci \(nálevníci\)](#)
 - [Prvoci II – základní charakteristika a zástupci \(bičíkovci, kořenonožci, výtrusovci\)](#)
- RNDr. Jan Mourek, Ph.D. natočil ukázková videa prvků a bezobratlých živočichů z akvarijního filtru.
 - [Praktikum na dálku - skrytý život akvarijního filtru](#) - seznam videí se zástupci bez popisu určení. Slouží pro práci s žáky, kteří mohou zástupce určovat pomocí klíče
- Doc. RNDr. Josef Navrátil, Ph.D. natočil ukázkové video přípravy preparátu sinice a řasy ze sladkovodního akvária:
 - [Příprava preparátu sinice a řasy](#)
- Vlastní videa vytvořená při zpracování bakalářské práce (Hásková, 2011)
 - [videodokumentace prvků a bezobratlých ze sladkovodního akvária](#)
- Projekt SYPO - webináře pro učitele, školitel RNDr. Jan Mourek, Ph.D.
 - [Biologie a přírodopis prakticky - nejen v době koronavirové](#)

2. Metodika

2.1. Založení nového školního akvária

Založení akvária na základní škole je podle mého názoru skvělá výuková aktivita a akvárium může být užitečnou učební pomůckou napříč všemi ročníky. Po mém návrhu založit sladkovodní akvárium na základní škole, na které vyučuji, mi vedení školy vyšlo vstříc. Skleněné akvárium jsem získala k dispozici od školy. Školník provedl test těsnění a vyrobil skleněný kryt akvária. Jako vhodná místnost pro umístění akvária na škole se jevila učebna chemie. V této učebně probíhají hodiny chemie, přírodopisu, matematiky a nového předmětu na škole Práce s laboratorní technikou.

Akvárium o objemu 100 litrů je umístěno na pevné skříně před katedrou. K akváriu je volný přístup zepředu a z obou bočních stran. Umístění v této učebně má několik výhod, kterými jsou možnost využití zvířat ve výuce, neustálá kontrola stavu akvária, dohled pedagogů při nevhodném chování žáků k akváriu a obyvatelům akvária.

Žáci ve třídě prováděli průběžné vizuální pozorování akvária i mimo danou výuku a sledovali případné změny ve stavu ryb a rostlin. Častým sledováním jsou včas zjištěny problémy s akváriem, jako je zakalování vody, růst řas nebo nemoci ryb.

Technické vybavení, substrát, část flory a fauny do akvária jsem nakoupila z vlastních prostředků. Část flory a fauny jsem obdržela od pedagogů a žáků.

Založení akvária probíhalo v několika etapách. Nejdříve bylo akvárium očištěné a provedl se test těsnosti, poté se akvárium umístilo na vybrané místo. Na dno akvária byl položen substrát a do něj zasázené rostliny. voda do akvária použitá z vodovodu by měla být odstátá, aby z něj vyprchal chlór. Lze použít i dešťovou vodu (Mills, 1997). Já jsem zvolila vodu z vodovodu, kterou jsem opatrně nalévala z nádoby na stěnu akvária voda tak plynule stékala a rostliny nebyly vyplavené ze substrátu proudem vody. Plnění akvária vodou bylo několikrát opakováno než hladina vody byla přibližně 10 cm pod okraj. Vložila jsem vhodné doplňky jako přírodní kořen a větší kamennou jeskyni pro úkryt živočichů v akváriu.

Poté následovalo vložení technického vybavení jako je filtr, topení a teploměr. Akvárium se překrylo skleněným víkem a zapojilo se osvětlení pro správný růst rostlin. Osvětlení obsahuje integrovaný časovač, který spustí či vypne LED osvětlení podle vlastního časového nastavení. Takto bylo akvárium v provozu 14 dní, než se stabilizovalo.

V průběhu tohoto období probíhalo laboratorní pozorování kvality a teploty vody. Aby se akvárium dobře ujalo, použila jsem vhodné bakterie pro zakládající akvária a “naočkovala” nové akvárium vodou z filtru jiného, již zaběhlého akvária, který obsahoval mikroorganismy důležité pro ekosystém akvária.

Poslední fází bylo samotné vypuštění živočichů do připraveného akvária a jejich průběžná kontrola. Seznam použitých zástupců flory a fauny je rozepsán v kapitole [3.1.2](#) a [3.1.3](#). Akvárium se tak stalo plnohodnotnou školní pomůckou.

2.1.1. Technické vybavení školního akvária

Technické vybavení našeho školního akvária se skládá ze základního vybavení pro sladkovodního akvária pro začátečníky a mírně pokročilé. Použity byly tyto komponenty:

- **Filtr:** Eheim Pickup 160 vnitřní, 220-500l/h. Výkon čerpadla a průtok vody lze jednoduše regulovat. Filtr má integrovaný difuzor obohacující vodu o kyslík. Pokud je potřeba filtr vyčistit, lze odejmout pouze filtrační nádobu s molitanem. Je vhodný pro akvária o objemu 60-160 litrů.
- **Osvětlení:** Chihiros LED B45 29W 45-65 cm s kontrolérem. Hliníková konstrukce efektivně odvádí teplo díky svému tvaru a speciálním drážkám. Osvětlení obsahuje jak klasické LED čipy, tak kombinované čipy s RGB spektrem v jednom čipu. Celé osvětlení lze ovládat pomocí Bluetooth ovladače a aplikace My Chihiros. Intenzitu světla podle lze nastavit podle potřeby. Lze simulovat přesný východ a západ slunce, což je pro ryby vhodnější, než náhlé zapnutí nebo vypnutí světla.
- **Topení:** Elite 100W s termostatem. Pro školní akvárium je toto topítko dostačující. Regulace teploty v rozmezí Pokud by přes zimní období nestačil výkon topítka, bude nahrazen výkonnějším.
- **Teploměr**
- **Příslušenství pro čištění akvária**
- **Příslušenství pro odchyt živočichů**

- **Testovací vybavení:** testovací souprava pro přesné měření dusičnanů testovací souprava pro měření pH, Alkalinity (KH) a celkové tvrdosti (GH)

2.1.2. Flora školního akvária

Nedílnou součástí akvária je jeho flora. Skladba rostlin by měla odpovídat nebo se alespoň přibližovat danému ekosystému akvária. Flora použitá do našeho školního akvária se skládá z těchto druhů:

- šípatkovec Ocelot (*Echinodorus ocelot red*)
- zákruticha americana var. americana (*Vallisneria americana var. americana*)
- bakopa drobnolistá (*Bacopa monniera*)
- pupečník bílý (*Hydrocotyle leucocephala*)
- kryptokoryna kadeřavá (*Cryptocoryne crispatula var. balansae*)
- řasokoule zelená (*Cladophora aegagropila*)
- zakucelka plazivá 'Rubin' (*Ludwigia repens 'Rubin'*)
- kryptokoryna Wendtova 'Green' (*Cryptocoryne wendtii 'Green'*)
- stolístek červený (*Myriophyllum tuberculatum*)

2.1.3. Fauna školního akvária

Skladba živočišných druhů v našem školním akváriu obsahuje měkkýše, korýše až po ryby. Po založení akvária se fauna postupně rozšiřovala a může se v průběhu měnit. Ve školním akváriu se během pozorování nacházeli tyto živočichové:

ryby:

- parmička mechová (*Puntius tetrazona green*)
- parmička pětipruhá (*Puntius pentazona*)
- parmička nádherná (*Pethia conchonius*)
- parmička červenoocasá (*Labeo bicolor*)
- parmička žraločí (*Balantiocheilos melanopterus*)
- tetra červenoústá (*Hemigrammus rhodostomus*)
- neonka červená (*Paracheirodon axelrodi*)
- krunýřovec sp. (*Ancistrus sp.*)
- pancéřníček skvrnitý (*Corydoras paleatus*)

plži

- neritina zebra (*Neritina natalensis*)

- ampulárka australská (*Ampullaria australis*)

Důvody pořízení těchto živočichů:

- počet ampulárií se dá velmi snadno regulovat, na rozdíl od okružákovitých plžů
- neritina zebra - pro vývoj mladých jedinců je zapotřebí slaná voda, v akváriu tedy odchov není snadný a nehrozí přemnožení

korýši

- rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

2.2. *Metody měření a průběžná analýza vody*

Průběžná analýza vody je důležitým postupem pro monitorování kvality vody v akváriích. Průběžnou analýzou vody ze školního akvária se zabývali žáci 8. ročníku v rámci předmětu Práce s laboratorní technikou. Obě třídy byly rozděleny na dvě skupiny a výuky se zúčastnila vždy jen polovina třídy. Každý žák měl k dispozici svoji laboratorní soupravu obsahující laboratorní nádobí sloužící k provedení jednoduchých chemických pokusů, ke které využíval masivní stojan. Dále měl každý žák k dispozici bezdrátový měřicí senzor Pasco měřící pH kapalin. Každý žák zaznamenával data z měření Pasco senzorem do svého iPadu přes bluetooth připojení. Záznam z měření měli zapisovat do připravených laboratorních protokolů.

Laboratorních protokol byl rozdělen na dvě části. První část obsahovala název laboratorní práce, popsaný postup práce, tabulku k zapisování naměřených hodnot a grafy k zakreslení výsledků. Svoje výsledky a průběh práce měli shrnout do závěru. Druhá část laboratorního protokolu se věnovala sedmi položeným otázkám.

Žáci pravidelně odebírali vzorky vody z akvária v rámci výuky. Jako vhodný časový interval pro odběr vzorků se stanovil odběr jednou týdně. Byla provedena čtyři měření rozdělených do dvou skupin. Jelikož výuka každé skupiny žáků probíhá v intervalu po 14 dnech, obě skupiny si své výsledky doplňovaly pomocí tabulky, kterou jsem promítala na tabuli. První měření probíhalo u dva týdny založeného akvária bez živočichů, zbylá měření už s nimi.

Všechny naměřené údaje si žáci zaznamenávali do svých laboratorních protokolů a průběžně prováděli analýzu těchto dat. Snažili se najít souvislosti či odlišnosti výsledků měření, které by mohly korelovat s problémy v akváriu.

Analýza vzorků vody probíhala na různé fyzikální a chemické parametry a zahrnovala tyto měření: měření teploty vody, měření pH hodnoty, měření tvrdosti a alkalinity vody, obsah dusičnanů. Měření dusičnanů jsem provedla na začátku hodiny sama z důvodu složitosti míchání séra, žáci pak odečítali hodnotu.

Měření pH hodnoty je důležitý ukazatel kyselosti nebo zásaditosti vody. Měření tvrdosti a alkalinity vody ovlivňuje chemické reakce v akváriu. Hodnota NO_3^- je nutná pravidelně sledovat. Vysoké koncentrace dusičnanů mohou způsobit zdravotní problémy rybám, nízké či nulové hodnoty neprospívají akvariijním rostlinám.

Při posledním měření pracovali žáci ve skupině po 3 až 5 žácích a rozdělili si vzájemně kompetence v měření. Po posledním měření provedli žáci analýzu naměřených hodnot, které uvedli do grafu ve svých laboratorních protokolech. V poslední hodině se samostatně nebo ve dvojici věnovali druhému úkolu v protokolu a pracovali na svých odpovědích. Na závěr došlo ke společné diskuzi nad závěry z měření.

Celková časová dotace na laboratorní práci byla stanovena na tři vyučovací hodiny. První dvě vyučovací hodiny probíhalo měření a zápis do grafu, třetí hodina byla na vypracování druhého úkolu a třída společně diskutovala nad výsledky z měření. Porovnali také rozdílné hodnoty v měření pH. Úplným závěrem zhodnotili své dojmy a zkušenosti s měřením, s prací ve skupině a co nového se dozvěděli.

Hodnoty a metody měření:

- alkalinita (KH) - akvariijní testovací souprava, testovací proužek
- celková tvrdost (GH) - akvariijní testovací souprava, testovací proužek
- pH - akvariijní testovací souprava, testovací proužek
- pH - senzor Pasco
- NO_3^- - akvariijní test na dusičnany
- teplota - skleněné teploměr

Práce s laboratorní technikou Pasco

Žáci pracovali s laboratorní technikou Pasco v rámci předmětu Práce s laboratorní technikou při měření pH akvariijní vody. Hodnota pH byla měřena pomocí Pasco senzoru na měří pH kapalin. Měření probíhalo přibližně ve stejný denní čas a to mezi 14 - 15 hodinou. Před měřením si žáci měli samostatně položit otázku, zda se nějaká z měřených hodnot může změnit. První měření vody v akváriu probíhalo bez fauny (ryb, plžů a koryšů), další měření už s nimi.

2.3. Metoda sběru vzorků

Sběr vzorků bezobratlých mikroorganismů z filtru akvária není náročný ani nevyžaduje speciální pomůcky. Ke sběru jsou zapotřebí rukavice, kádinka, popřípadě sterilizovaná sklenice s víčkem. Dále je možné použít metodu sběru z nárostových sklíček. Obě tyto metody dále popisují. Sběr lze také provést ze dna akvária, stěn akvária, povrchové blanky nebo z rostlin.

Sběr z akvarijního filtru

Pro sběr z akvarijního filtru se nejlépe hodí typ vzduchového molitanového filtru. Vzorek se odebírá z vymačkaného obsahu filtru z akvária. Vzorek lze sbírat v jakoukoliv dobu, vždy obsahu poměrně bohaté zastoupení akvarijních mikroorganismů přes bakterie, řasy, sinice, jednobuněčné i mnohobuněčné organismy.

Sběr z nárostových sklíček

Uložením nárostových sklíček do akvária se získá hned několik možností využití. Tuto metodu jsem využila při badatelsky orientovaném vyučování v sedmé třídě. Žáci tak mohou nárostové sklíčko použít kdykoliv k pozorování. Takto lze zkoumat sukcesi společenstev prvoků a bezobratlých živočichů od samého založení. Získají tím představu o postupné kolonizaci akvária mikroorganismy.

Pomůcky pro přípravu této metody jsou zapotřebí tyto: podložní sklíčka pro mikroskopování, histologická kyveta nebo krabička na uložení sklíček, obvazová síťka k překrytí sestavy pro ochranu proti nežádoucímu okusování rybičkami. Každé podložní sklíčko jsem očíslovala a označila tím zadní stranu. Hotovou sestavu jsem vložila do zadní části akvária.

Pro každé pozorování z nárostových sklíček je důležité dodržet postup práce. Žák nebo skupina žáků si ke svému pozorování sukcese vyberou vždy jedno sklíčko označené stejným číslem nebo skupinu stejných sklíček. Pokud si žák vybral ke svému pozorování sklíčko s číslem tři a pět, pracuje nadále pouze s těmito sklíčky. Své pozorování zapíše do pracovního listu.

2.4. Pozorování jednobuněčných organismů a bezobratlých živočichů

Práce žáků s mikroskopem je důležitou částí výuky biologie na školách. Žáci

mohou pozorovat buňky, tkáně, mikroorganismy nebo jiné struktury. Žáci se učí důkladně pozorovat a popisovat to zkoumaný objekt a dokumentují ho buď kreslením nebo fotografováním. Analyzování svého pozorování, vyvozování závěrů, diskutování o tom, co se naučili, jsou klíčové kompetence, které žáci vyvíjejí v rámci vědeckého a kritického myšlení.

Ve škole, kde vyučuji, žáci hodinách v přírodopisu využívají optický mikroskop Erudit DLX 40-1000x s točnou revolverovou hlavou a čtyřmi DIN objektivy – 4x, 10x, 40x a 100x, doplněn irisovou clonou. Dvoustupňové ostření pomáhá žákům rychlé přestřeny i velmi jemné doostření. Osvětlení mikroskopu je tvořeno LED diodou s možností plynulé regulace intenzity osvětlení. K dispozici je 12 kusů těchto mikroskopů. K dalšímu pozorování je možnost použít binokulární lupu s možností přenosu na počítač.

Pozorování sukcese mikroorganismů

Pozorování sukcese mikroorganismů v akváriu začíná vytažením nárostového sklíčka z akvária a otřením jeho zadní označené strany, aby nedošlo k znečištění mikroskopu. Sklíčka byla označena očíslovanou nálepkou. Označením zadní strany sklíčka a čištěním vždy jedné jeho strany nedojde k mylnému očištění strany, kterou potřebujeme nechat k nárůstu. Umožní se tím přirozená sukcese vždy na straně druhé. Na porostlou stranu sklíčka přidali žáci kapku vody z akvária a přiložili sklíčkem krycím stejné velikosti. Tím získali širokou plochu k pozorování celého nárostového sklíčka oproti překrytím běžným krycím sklíčkem, který se na školách k mikroskopování používá.

Pro snadné určování zástupců jsem vytvořila určovací karty pro žáky základních škol, které podrobněji popisují v kapitole [3.5](#). Pro další určování žáci použili modelovou určovací tabuli, která je v příloze.

Kontrolu nárůstu jsem se snažila s žáky provést alespoň čtyřikrát v průběhu jednoho měsíce od založení. Pozorování probíhalo vždy jen část vyučovací hodiny, přibližně 20 minut. Další část hodiny se žáci věnovali práci Potravní řetězec, kterou také uvádím v této práci. Výsledky z pozorování se každý zapisoval do svého sešitu.

Stupnice pro hodnocení relativní početnosti organismů při sledování sukcese od 0 do 5:

- 0 - počet pozorovaných jedinců 0
- 1 - počet pozorovaných jedinců 1-5
- 2 - počet pozorovaných jedinců 6-20

- 3 - počet pozorovaných jedinců 21-50
- 4 - počet pozorovaných jedinců 51-100
- 5 - počet pozorovaných jedinců 101 a více

Tuto metodu jsem si ověřila ve své bakalářské práci a potvrdila její vhodnost použití ve výuce zoologie bezobratlých na středních a vysokých školách (Hásková, 2011).

2.5. Tvorba určovacích karet

Při pozorování a zkoumání vzorku mikroorganismů z akvarijního filtru pod mikroskopem není žákům vždy jasné, co právě pozorují. Proto jsem se rozhodla vytvořit určovací karty, které pomohou žákům s určováním a poznáváním mikro života ve sladkovodním akváriu. Určovací karty jsou tak cenným nástrojem pro určení různých druhů fauny a flóry a také pro zkoumání ekosystémů. Žáci se tak učí identifikovat a sledovat různé druhy organismů, což jim pomáhá pochopit ekologické vztahy a procesy. Určovací karty jsou mimo jiné užitečným pomůckou pro učitele, kteří chtějí zapojit žáky do aktivního výzkumu.

Určovací karty, na kterých jsem pracovala, slouží k identifikaci a jednoduché klasifikaci různých prvků, bezobratlých organismů, řas a sinic, které se mohou nacházet ve sladkovodních akváriích. Tyto karty obsahují následující informace:

- pojmenování zástupce: karta obsahuje název bez hlubšího taxonomické zařazení konkrétního druhu mikroorganismu
- fotografie a ilustraci: u každého druhu je mikrofotografie a perokresba, která umožňuje snadnou vizuální identifikaci organismu
- charakteristika: karty poskytují popis charakteristik druhu, jako je tvar, způsob života a další význačné rysy, barevně jsou zvýrazněné nové pojmy
- pozorovací tipy: doporučení, čeho si u pozorovaného druhu všímat.
- úkol k zakreslení
- výukové video: QR kód odkazující na výukové video daného druhu

Rozhodla jsem se pro jednoduché určení zástupců bez podrobného taxonomického zařazení. Určovací karty mají být výukovou pomůckou především pro žáky 6. tříd, kdy je taxonomické zařazení obtížné.

U některých zástupců jsem použila autorské fotografie a videa pořízených na mikroskopu USB videomikroskop DMBA 310 PC/∞ s integrovanou digitální kamerou

během výzkumu pro mou bakalářskou práci (Hásková, 2011).

Vágnerová et al. (2019) v textu zabývající se kritickými místy ve výuce přírodopisu uvádí po rozhovoru s učiteli problematiku tématu Buňky a jejich funkce či tématu Viry, bakterie, plísně, obecně mikroorganismy, kdy popisují náročnost na představivost a málo konkrétních, hmatatelných a snadno představitelných pojmů. Na základě toho je doporučeno kombinovat mikroskopování a promítání obrázků a videí. Pojmy jako organely u jednobuněčných nebo orgány u mnohobuněčných mohou být pro žáky 6. ročníku nové.

Pro správné určení jsem použila určovací klíče a literaturu. Také jsem pracovala s webovou stránkou <https://www.inaturalist.org/>.

Seznam zástupců použitých do určovacích karet doplněné o popisky a pokyny:

Jednobuněčné organismy:

slunivka *Actinosphaerium* sp.

Informace

- paprsčitý vzhled
- sladkovodní organismy
- žije ve vlhkých půdách a rybnících
- často se vyskytuje přisedle
- kulovitý tvar s výběžky - [panožkami](#)
- panožky umožňují pohyb
- jedno nebo více jader
- stažitelné [vakuoly](#) po obvodu
- potravou jsou bakterie a drobní prvoci
- zajímavost: [altruismus](#) – jakmile slunivka narazí na větší množství kořisti, vylučuje látky, které informují ostatní slunivky

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- pohybující se panožky
- vakuoly po obvodu buňky
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a jiní prvoci

Zakresli

- zakresli pozorovanou slunivku
- označ panožky

QR odkaz

- Výukové video: fagocytóza měňavky

měňavky *Amoeba* a další rody

Informace

- sladkovodní, mořské a půdní organismy
- nepravidelný tvar s výběžky - **panožkami**
- panožky umožňují pohyb a příjem potravy
- **fagocytóza** (pohlcení) potravy pomocí **panožek**
- potravou jsou bakterie, drobní prvoci nebo řasy

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- měnící se tvar buňky
- pohybující se panožky
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a jiní prvoci

Zakresli

- zakresli pozorovanou měňavku
- označ panožky

QR odkaz

- Výukové video: fagocytóza měňavky

lezounek *Euplotes* sp.

Informace

- sladkovodní a mořské organismy
- zploštělé tělo
- **brvy** na spodní straně těla
- pohyb po podkladu pomocí **brv**
- potravou jsou bakterie
- zajímavost: nalezen aktivní při -2 °C v mořské vodě

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- brvy na břišní části těla
- lezoucí rychlý pohyb vpřed a vzad
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie

Zakresli

- zakresli pozorovaného lezounka

- označ brvy

QR odkaz

- Výukové video: lezounek vyráží do války

trepka *Paramecium*

Informace

- sladkovodní organismy
- na povrchu těla jsou brvy
- dvě pulzující (stažitelné) vakuoly
- malé a velké jádro
- buněčná ústa
- brvy slouží k pohybu a přihánění potravy
- potravou jsou kromě bakterií kvasinky nebo jednobuněčné řasy

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- tělo připomínající trepku = pantofel
- brvy po obvodu těla
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a prvoci

Zakresli

- zakresli pozorovanou trepku
- označ brvy

QR odkaz

- Výukové video: trepky - akvarijní tvorové, které jste ještě neviděli

vířenka *Vorticella*

Informace

- ve sladké i mořské vodě
- žijí samostatně nebo v koloniích
- přisedlí
- tělo má tvar poháru
- štíhlý stonek se stahuje jako pružina
- na horní části těla jsou brvy, které nahánějí potravu

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- brvy složené do kruhu
- štíhlý stonek

- při otřesu se stonek stáhne do tvaru pružiny
- za 5 - 10 vteřin se stonek vrátí do původní délky

Zakresli

- zakresli pozorovanou vířenku
- označ brvy a stonek

QR odkaz

- Výukové video: vířenka stahuje svůj stonek jako pružinu

mrskavka *Stentor* sp.

Informace

- ve sladké i mořské vodě
- žije převážně přisedle
- tvar těla podobný kornoutu
- brvy po celém těle, nejvíce v horní části
- brvy přihránění potravu
- v buňce mnoho jader, které tvoří korálovitý řetězec
- buňka se umí stáhnout
- zajímavost: po rozříznutí dokáže dorůst ta část, kde je jaderná hmota

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- brvy po celém těle
- pohyb brv v horní části těla
- k jakému podkladu je mrskavka přisedlá
- při otřesu se buňka stáhne

Zakresli

- zakresli pozorovanou mrskavku
- označ brvy

QR odkaz

- Výukové video: mrskavka na svačině

krytenky *Testaceolobosia*

štitovka (*Arcella*)

Informace

- kruhovitá schránka žlutohnědé barvy
- obývá sladké vody, rybníky

křeménka (*Euglypha*)

- schránka z [křemitých destiček](#)
- na bocích schránky jsou malé ostny

rod *Centropyxis*

Informace

- kruhovitá schránka s trny
- žlutohnědé zbarvení

Pozoruj

- celkový tvar schránky
- urči, zda je schránka hladká nebo s výběžky

Zakresli

- zakresli pozorovaného zástupce krytenek

QR odkaz

- Výukové video: křeménka a její schránka

rozsivky (*Diatomae*)

Informace

- jednobuněčné hnědé řasy
- sladkovodní i mořské organismy
- tělo je chráněno [křemičitou schránkou](#)
- schránka připomíná krabičku s víčkem
- žijí samostatně nebo v koloniích
- prázdné schránky tvoří horniny
- zajímavost: [křemelina z rozsivek](#) se používala k výrobě dynamitu, dnes se používá ve stavebnictví

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- rýhy na schránce rozsivky
- množství rozsivek - dokážeš je spočítat?

Zakresli

- tvar těla rozsivky
- rýhy na schránce

QR odkaz

- Výukové video: rozsivky pod mikroskopem

Mnohobuněčné organismy:

hlístice *Nematoda*

Informace

- sladkovodní i mořské organismy
- vyskytují se také ve vlhkých půdách
- některé druhy jsou paraziti
- podlouhlý červovitý tvar těla
- **kutikula** na povrchu těla (ochrana)
- svaly uložené podél těla
- samice větší než samci
- potravou jsou bakterie, prvoci nebo drobné mnohobuněčné organismy

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- směr pohybu přední částí těla
- urči přední a zadní část těla
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a prvoci

Zakresli

- zakresli pozorovanou hlístici
- označ přední a zadní část těla

QR odkaz

- Výukové video: hlístice a její pohyb těla

vířníci (*Rotaria*)

skupina pijavenky (*Bdelloidea*)

Informace

- sladkovodní i mořské organismy
- vyskytují se také ve vlhkých půdách
- žijí volně i přisedle
- trubicovitý nebo váčkovitý tvar těla
- tělo rozděleno na hlavu, trup a nohu
- **kutikula** na povrchu těla (ochrana)
- vířivý orgán - **corona** - přihání potravu a umožňuje pohyb
- vyskytují se pouze samice
- dokáží přežít nepříznivé podmínky ve stavu strnulosti až několik let
- potravou jsou bakterie, prvoci a řasy

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- vířivý pohyb orgánu na hlavě - **corony** a jeho zatahnutí
- lezení pomocí hlavy a nohy
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a jiní prvoci

Zakresli

- zakresli pozorovanou pijavenku
- označ hlavu, trup a nohu

QR odkaz

- Výukové video: způsob života pijavenky

olejnuška *Aeolosoma*

Informace

- sladkovodní i mořské organismy
- kroužkovec jako je žížala obecná
- zploštělé článkované tělo
- na každém tělním článku 1 pár **parapodií** (primitivních končetin) se štětinami
- zbarvené tukové kapénky
- žíví se řasami a **detritem** - neživou hmotu s odumřelými mikroorganismy

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- štětiny na povrchu těla
- zbarvené tukové kapénky
- při delším pozorování sleduj, jak ústy “vysává”

Zakresli

- zakresli pozorovanou olejnušku
- zbarvené tukové kapénky
- štětiny

QR odkaz

- Výukové video: pohyb střeva olejnušky

ploštěnky (*Turbellaria*)

Informace

- sladkovodní i mořské organismy
- zploštělé tělo
- dýchání celým povrchem těla

- hlen na povrchu těla - pomáhá ke klouzavému pohybu
- pohyb pomocí **brv** a svaloviny
- v hlavě uloženy smyslové orgány
- jednoduché oči
- mají schopnost **regenerace** - tělo dokáže dorůstat

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- pohyb ploštěnky
- kde je hlavová část těla
- jednoduché oči

Zakresli

- zakreslí pozorovanou ploštěnku
- jednoduché oči

QR odkaz

- Výukové video: ploštěnka na průzkumu

zelené vláknité řasy

Informace

- sladkovodní i mořské organismy
- zelené řasy tvořící vlákna
- důležité v potravním řetězci
- obsahují chlorofyl - zelené barvivo
- probíhá v nich fotosyntéza - tvoří se kyslík
- tělo tvoří stélka
- stavba stélky podobná jako u rostlin

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- barvu vláknité řasy
- dlouhá vlákna s přepážkami
- větvení vlákna

Zakresli

- zakreslí pozorovanou řasu
- vybarvi ji

QR odkaz

- Výukové video: zelené vláknité řasy zblízka

drkalka *Oscillatoria*

Informace

- sladkovodní i mořské organismy
- nejstarších skupina organismů na naší planetě
- řadí se mezi bakterie
- vyskytují se na dně - **bentos** nebo se vznášejí ve vodě - **plankton**
- obsahují **chlorofyl** - zelené barvivo
- probíhá v ní **fotosyntéza** - tvoří se kyslík
- typický pohyb - drkání

Pozoruj

- celkový tvar a velikost
- barvu sinice
- drkavý pohyb - klouzá na jednu a pak na druhou stranu

Zakresli

- zakresli pozorovanou drkalku
- vybarvi ji

QR odkaz

- Výukové video: pohyb drkalky

2.6. Praktické využití karet ve výuce

Výuka probíhala ve dvou třídách šestých ročníků. Teoretickou část buňka, kolonie, jednobuněční a mnohobuněční měli žáci probranou. Buňku s organelami si vyzkoušeli modelovat z plastické modelíny a doplnili popisky. Učivo prvoků nebylo celé probráno, konkrétní zástupci se měli vyučovat po praktické výuce. Praktickou část výuky o prvocích jsem chtěla zařadit spíše na začátek a v průběhu učiva se k mikroskopování vracet. Žáci si tak mohli od samého začátku výuky prvoků představit své pozorování, konkretizovat si tuto představu o prvocích a snáze s daným učivem pracovat dál.

Realizace výuky

Praktická výuka probíhala ve dvou blocích s žáky 6. třídy. Každý blok trval 45 minut. Žáci byli poučeni o bezpečnost práce v laboratoři. V prvním bloku se žáci učili pracovat s mikroskopem a vyzkoušeli si přípravu preparátu se vzorky organismů z akvarijního filtru. V tomto bloku měli žáci za úkol pozorovat svůj preparát bez konkrétního určení zástupců. Na začátku hodiny proběhla diskuze na téma ekosystém stojatých vod. Položila jsem jim otázky k čemu slouží akvárium a proč ho zakládají, jaké znají

ekosystémy stojatých vod co v nich žije. Tato část byla věnována pouze vlastnímu pozorování a trval přibližně 15-20 minut. Žáci při své práci jenom s údivem zjišťovali, co všechno je možné spatřit z jednoho malého vzorku z filtru akvária, také se o své nálezy zpozorování dělili s ostatními.

Příprava preparátu probíhala odběrem vzorku z filtru akvária pomocí pipety na podložní sklíčko které se přikrylo dalším podložní sklíčkem. Žáci byli upozorněni na velikost kapky vzorku, jak se pokládá krycí sklíčko a také, že nemají sklíčko přitlačit, jinak by došlo k rozdrčení vzorků.

V druhém bloku praktického vyučování byli žáci na začátku hodiny seznámeni s průběhem výuky. Výuka probíhala v odborné učebně, která je vybavena mikroskopy. Žáci pracovali ve dvojicích, aby se mohli u mikroskopu střídat. Dvojicím jsem rozdala určovací karty a seznámila je s postupem práce. Z předchozího bloku již věděli jak pracovat s mikroskopem a s přípravou preparátu. Pokud jeden z dvojice mikroskopoval, druhý si přepisoval z tabule do sešitu laboratorní protokol. Při práci se průběžně střídali.

Při mikroskopickém pozorování se žáci vybrali jednoho zástupce a zkusili ho sami najít v předložených určovacích kartách podle fotografie. Většině žáků se podařilo správně zástupce zařadit. Někdo zařadil jiného zástupce, nejčastěji jinak zařadili pijavenku s trepkou. Každý kdo měl správně zařazeno, pracoval dál s kartou. Porovnávali popis zástupce z karty s vlastním vzorkem, dále sledovali konkrétní prvky. Poté, co byli s pozorováním hotovi, zakreslili si daného zástupce do laboratorního protokolu. Část žáků stihla jednoho až dva zástupce, někteří zvládli určit a pozorovat až čtyři zástupce. Pokud byl žák se svou prací hotov, mohl si načíst QR kód na určovací kartě který odkazoval na výukové video. K načtení QR kódů žákům slouží školní tablety. *Pokud při pozorování nastala situace, že neviděli nic ve svém preparátu, mohli si připravit nový preparát.*

Výstupem z praktického vyučování byl laboratorní protokol s postupem práce a s nákresem vybraných pozorovaných zástupců. Protokol se zapisovali do svých sešitu. V příloze uvádím některé z nich.

Pro dobře zvládnutá mikroskopická praktika je výhodou použití kvalitního přístrojového vybavení. Jak uvádí Nollčová a Vágnerová (2016), může být práce žáků se zastaralými a ne zcela funkčními mikroskopy demotivační. Problém může nastat zvláště u mladších žáků, kteří mohou mít potíže s prací s mikroskopem bez zabudovaného osvětlení. Pokud není odborná učebna vybavena dostatečným množstvím mikroskopů či s nimi žáci ještě neumí pracovat, lze využít učitelského mikroskopu, který umožňuje projekci pozorovaného vzorku na interaktivní tabuli nebo plátno pro celou třídu.

Vránová (2004) považuje mikroskop za důležitý vyučovací prostředek v hodinách přírodopisu. Uvádí práci s mikroskopem především v 6. a 7. ročníku. Podle jejího šetření používají žáci mikroskop 2 – 5 x za rok především v hodinách laboratorních prací. Učitelé na sledovaných školách preferují dočasné preparáty, aby podnítili rozvoj manuálních dovedností žáků před trvalými preparáty. Učitelé využívají navrhovaných námětů pro pozorování mikroskopem z učebnic přírodopisu.

2.7. Potravní řetězce

Žáci si formou pozorování, diskuze a tvořením plakátů získají potřebné informace k tématu potravního řetězce. Výuka je vedena s využitím mikroskopu a školního akvária.

Práce v hodině:

Cílem práce je získat hlubší porozumění potravního řetězce vodního ekosystému s využitím prvků badatelsky orientovaného vyučování. Žáci mají příležitost osvojit si teoretické poznatky a také aktivně zapojit své dovednosti a myšlenky při zkoumání konkrétních vodních organismů a jejich vztahů.

Život ve vodě

Časová náročnost jsou tři vyučovací hodiny. Třída je rozdělena do skupin přibližně po pěti žácích. Na úvod hodiny je dobré s žáky provést diskuzi na téma potravní řetězec, plankton, producenti, konzumenti a rozkladači. Cílem je pochopit souvislost mezi organismy, vytvořit potravní řetězec s využitím vodních organismů, pozorovat různé typy organismů, a využít mikroskop ke svému pozorování. K dispozici měli do skupiny dva tablety a zjišťování potřebných informací. Žáci se naučí spolu komunikovat při skupinové práci. Výstupem bude vytvořený plakát na podle vlastního rozhodnutí na téma Co obývá naše akvárium, Potravní řetězec vodních živočichů, Potravní pyramida vodních živočichů.

Úvod hodiny:

- Diskuze: Zahájení hodiny úvodní diskuzí o vodních ekosystémech a potravních řetězcích, planktonu.
- Představit klíčové pojmy: producenti, konzumenti, rozkladači.

Pozorování prvoků a bezobratlých živočichů

Úkol č. 1 Odběr vzorků

- Odběr vzorku vody z akvária - stačí přibližně 0,1l s výskytem mikroorganismů.

Vzorky lze sbírat z akvarijního filtru nebo odkalovačem z povrchu substrátu dna akvária. Žákům doporučím umýt si důkladně ruce, aby se neznečistila voda v akváriu

Úkol č. 2 Pozorování mikroorganismů

- Žáci provedou mikroskopické pozorování odebraného akvarijního vzorku vody. Sledují zastoupení řas, prvoků a mikroskopických bezobratlých živočichů. Lze vytvořit dokumentační fotografii s použitím digitálního fotoaparátu či mobilního telefonu.

Morfologie plže ampulárky

Úkol č. 1 Sledovat pohybující se ampulárku a její stavbu těla.

- Zakreslit a popsat vnější stavbu těla.

Úkol č. 2 Význam tykadel

- Jakou mají tykadla smyslovou funkci?

Úkol č. 3 Potrava

- Pozoruj radulu při konzumaci potravy

Potravní řetězec

- K projektu využijí školní akvárium a provedou pozorování vodních živočichů.
- Využijí poznatků z mikroskopování z prvního úkolu a zkusí se zamyslet nad potravním řetězcem vodních organismů. Jaké mají mezi sebou vztahy?
- Na téma potravní řetězec diskutují ve skupině
- Žáci mají za úkol vybrat si konkrétní vodní organismus, který je zaujal, a najít informace o jeho potravním chování.
- Nebo žáci budou vést vlastní výzkum o potravním chování vybraného vodního organismu.

Měli by zodpovědět otázky: Co konkrétního organismus požírá? Jakým způsobem získává potravu?

Vytvoření potravního řetězce:

- Žáci mají vytvořit plakát potravního řetězce, který je založený na svém vybraném živočichovi.

- Použijí grafické znázornění nebo model, který jasně ukáže vztahy mezi různými úrovněmi potravního řetězce.

Závěr práce - Diskuze a prezentace:

- Každá skupina prezentuje svůj potravní řetězec třídě.
- Následuje diskuse o vzájemných vztazích mezi různými organismy a významu potravních řetězců v ekosystému.

Reflexe:

- Každá skupina sepíše krátkou reflexi na to, co se naučil během projektu, a jak se jeho pohled na potravní řetězce ve vodním prostředí změnil.

V příloze uvádím pracovní list k tématu Život ve vodě.

3. Výsledky

Založení školního akvária

Před založením akvária jsem neměla téměř žádné zkušenosti s akvaristikou. Potřebné informace jsem nastudovala z literatury a poradila se se zkušenějšími akvaristy. Velikost akvária o objemu 100 litrů bylo dostačující pro různé druhy rostlin a živočichů. Místo umístění akvária je jevilo jako vhodné. Volný přístup zepředu a z obou bočních stran se při práci s akváriem velmi hodil. Umístění akvária v učebně chemie nikomu nevadilo a provoz akvária při výuce nerušil.

Doba od založení akvária, kdy byli přidány nitrifikační bakterie a mikroorganismy, po vložení živočichů trvala 14 dní, kdy se akvárium stabilizovalo a abiotické faktory. Žáci byli zvědaví, proč v akváriu hned neplavou ryby. Tuto otázku jsem očekávala a mohli jsme společně přijít na to, proč není vhodné hned první den vypustit živočichy do akvária.

Využitím molitanového filtru, který osídlili mikroorganismy, jsem mohla vzorek kdykoliv využít k mikroskopování. Bylo pro mne velkou výhodou mít vzorky kdykoliv k použití při mé práci na půdě školy a nemuset je pokaždé shánět, což nepopírám důležitost venkovních praktických hodin při sběru vzorků. Žáci se zaujetím pozorovali přípravu vzorku z filtru akvária. Mohli porovnat vzhled filtru na začátku a v provozu. Zvědavé žáky jsem nechala k filtru přičichnout.

Založení akvária bylo žáky označeno za skvělý nápad a oživení učebny a výuky přírodopisu. Ptali se, jaké druhy živočichů mohou spolu být a které ne, proč tam nemůže být mořský ježek, jestli by se do akvária hodil axolotl a jestli budeme ryby pitvat. Žáci se střídali v krmení, do kterého se často s nadšením zapojovali i vyučující. Založení akvária mělo ohlas i vedení školy a bylo podmínkou k plávování i terestrických chovů.

Laboratorní práce žáků - kvalitativní analýza vody

Kvalitativní analýza akvarijní vody proběhla během čtyř po sobě jdoucích měření v každé po jednom týdnu. První měření v akváriu probíhalo bez živočichů, zbylá měření už s živočichy.

Žáci porovnali rozdílné hodnoty v měření pH pomocí testovacího proužku a pH senzoru Pasco. Některým se výsledky z obou měření téměř shodovaly, u některých žáků byl rozdíl v měření na stupnici o jeden stupeň. Senzor ukazoval hodnoty přesné na setiny

oproti odečítání výsledků z testovacího proužku bylo na základě odpovídajícího barevného odstínu. Sami žáci uvedli, že odečítání hodnoty pH z testovacího proužku nemuselo být přesné. Výsledky hodnoty pH akvarijní vody podle stupnice byli u všech žáků neutrální. U posledního měření se hodnota zvýšila na 8,6 pH, což je mírně zásadité, ale stále v toleranci. Dva dny před posledním měření byla výměna část vody v akváriu z vodovodu, což by mohlo zvýšit hodnotu pH.

Obě metody měření pH byly měřeny přibližně ve stejný čas a to mezi 14 - 15 hodinou. Žáci si před začátkem hodiny odpověděli na otázku, zda se bude hodnota pH v průběhu měření měnit, že tato hodnota se může zvýšit.

Některým žákům se hůře odečítaly hodnoty tvrdosti vody a alkalinity. Barevná škála uvedená na krabičce, ze které se výsledky odečítaly, nebyla natolik odstínově podobná, aby se ji dařilo s jistotou určit. Proto výsledky z měření vyšly 0 a nejsou přesné. Použity byly testy akvarijní vody značky Dajana.

U měření dusičnanů jsem žákům asistovala a provedla měření. Z výsledků žákům vyšlo zvýšení hodnoty NO_3^- u druhém měření (25 mg/l) oproti prvnímu (12 mg/l), kdy v akváriu přibyly živočichové. Další měření vyšla 25 mg/l.

Měření teploty pomocí opláchnutého skleněného teploměru probíhalo ponořením do akvária na 2-3 minuty. Výsledky v průběhu měření se pohybovaly mezi 21 °C -22 °C.

Práce žáků a laboratorní technikou Pasco probíhala hladce bez větších technických problémů. Odečítání přesných hodnot zapisovali do tabulky. Žáci projevíli při práci nadšení.

Časový plán celkem třech vyučovacích hodin byl dostačující v výzkumu, vypracování úkolu i položením hypotéz a následném zhodnocení výsledků. Vypracovaný laboratorní protokol je přiložený v příloze.

Sběr vzorků k mikroskopování

Nejlépe se jevila metoda sběru z akvarijního filtru. Preparáty z tohoto sběru byly téměř vždy vhodné k pozorování. Osvědčila se i metoda nárostových sklíček. Již po jednom týdnu od založení byla nárostová sklíčka obydlena bohatým zastoupením z řad prvoků. Předpokládala jsem, že průběh sukcese v nově založeném akváriu nenabyde takové rychlosti. Prvoci tak dokázali, že jsou schopni rychlé kolonizace a jejich generační doba je krátká (Hausmann, Hülsmann, 2003).

Žákům se ne vždy podařilo nalézt zástupce prvoků nebo bezobratlých živočichů v preparátu. S hledáním jsem jim pomohla, většinou šlo o technický problém s vhodným zaostřováním, popřípadě si vyměnili preparát za nový.

Zástupci prvoků pozorovaných na nárostových sklíčkách byli především přisedlé bentické druhy. Nejvíce zástupců tvořili vířenky *Vorticella*, mrskavky *Stentor*, u kterých se žákům podařilo zaznamenat pohyb celé buňky a keřenky (*Carchesium*). V nárostových sklíčkách byly mnohem lépe pozorovatelné řasy, než u vzorků z akvária. Žáky zaujaly centrické rozsivky. Oproti tomu ze vzorků z filtru akvária žáci nepozorovali ani jednoho zástupce *Vorticella* a *Stentor*.

Určování prvoků a bezobratlých živočichů pomocí určovacích karet

Určování zástupců z akvária pomocí určovací karty prvoků a bezobratlých živočichů se jeví jako vhodná pomůcka k pozorování a k výuce prvoků. Karty pro starší ročníky by však podle mého názoru měly obsahovat více odborných pojmů.

Práce s určovacími kartami byla vhodně zvolenou metodou pro pozorování a určování mikroorganismů z akvária. Z mých předchozích zkušeností jsem mohla určit přibližné zastoupení zástupců, které se dají v akvarijním filtru nalézt. Určovací karty pomohly žákům 6. třídy ke snazšímu určování než by tomu bylo s pomocí určovacího klíče. Většinu zástupců dokázali žáci určit sami, s některým zařazením jsem jim poradila. Například si zaměňovali pijavenku a trepkou. Pokud si nebyli jistí, co pozorují, doporučila jsem jim přečíst určovací karty obou zástupců a podle klíčových znaků (brvy u trepky, tvar těla, způsob pohybu) poté se dařilo určit správně. Při pozorování se žákům podařilo najít zástupce, který v určovacích kartách nebyl, a doptávali se na jeho určení (obrněnka *Brachionus*, plazivenka *Spirostomum* sp.). Nechala jsem žáky, aby zkusili nalezeného zástupce podle znaků popsat, popřípadě si zkusili práci s určovací tabulí s mojí dopomocí.

U samotného mikroskopování tvořili žáci náskres nalezeného zástupce rovnou během jejich pozorování do svých sešitů. Mohli si tak při zakreslování všimnout detailů a nekreslit z paměti. Jako pomocný obrázek k zakreslení jim sloužila perokresba z určovacích karet. Některým žákům sloužil obrázek z karty jako předloha a tak ho do svých pracovních sešitů překreslovali.

Potravní řetězec

Žáci pracovali ve skupinách

Sukcese

Výsledky z pozorování sukcese mikroorganismů z akvária. Kontrola nárstu proběhla čtyřikrát v průběhu jednoho měsíce od založení.

Příklad výsledků z nárostového sklíčka č. 4 hodnocené podle stupnice pro relativní početnosti organismů při sledování sukcese od 0 do 5:

- | | | |
|------|---|---------------------------------------|
| 1. 0 | - | počet pozorovaných jedinců 0 |
| 2. 1 | - | počet pozorovaných jedinců 1-5 |
| 3. 2 | - | počet pozorovaných jedinců 6-20 |
| 4. 3 | - | počet pozorovaných jedinců 21-50 |
| 5. 4 | - | počet pozorovaných jedinců 51-100 |
| 6. 5 | - | počet pozorovaných jedinců 101 a více |

Výsledek:

- | | | |
|---------------|---|---|
| 1. pozorování | - | 1 |
| 2. pozorování | - | 2 |
| 3. pozorování | - | 2 |
| 4. pozorování | - | 4 |

Z výsledku je patrné, že relativní početnost nalezených jedinců na jednom nárostovém sklíčku se zvyšuje. U nově založeného akvária je to dostačující výsledek.

Jako nevhodnou metodu považuji označení nárostových sklíček pomocí nálepky. Ta se u třetího měření téměř sloupala.

4. Diskuze

Žáci, včetně pedagogů, kladně ohodnotili založené školní akvárium jako nové učební pomůcky. Žáci projevili zájem o krmení živočichů, vizuálně akvárium kontrolovali a někteří uvažují o akvaristice jako o novém koníčku. Žáci si zkusili spočítat objem akvária. Udržbu akvária jsem ze začátku prováděla sama, ale plánuji více zapojit žáky. Akvárium se mi potvrdilo jako vhodná učební pomůcka pro rozvoj klíčových kompetencí (Jančaříková, Bravencová, 2010). Sloužilo jako bohatý zdroj materiálu ze zoologie, botaniky či chemie pro laboratorní a badatelský výzkum (Čapek, 2015).

K využití mikroskopu ve výuce přírodopisu je potřeba počítat s dostatkem času. Časová dotace dvě vyučovací hodiny pro určování prvoků a bezobratlých živočichů byla dostačující a žáci stihli práci s mikroskopem, přípravu preparátu i vlastní pozorování. Vytvoření dostatečného časového prostoru pro praktické činnosti potvrzuje i Vránová (2004). Při praktické výuce s využitím určovacích karet se žákům pracovalo velmi dobře, objevovali nový mikrosvět. Do výuky tyto karty budu pravidelně zařazovat.

Práce se školními mikroskopy, se kterými žáci mikroskopovali, byly v dobrém technickém stavu a žáci s nimi uměli manipulovat a provádět pozorování. Kvalitu mikroskopů používaných na školách považuji za velmi důležitou, jelikož kvalita mikroskopů může mít vliv na efektivitu výuky. Nolčová a Vágnerová (2016) zmiňují práci žáků se zastaralými a ne zcela funkčními mikroskopy za demotivační. Využitím mikroskopů v hodinách přírodopisu jsou tak důležitým prostředek ve výuce (Vránová, 2004).

Zakreslit mikroskopovaný objekt při jeho pozorování považuji za velmi důležitou součást praktické činnosti v hodině přírodopisu. Nechtěla jsem, aby žáci celý nákres měli jako domácí úkol. Myslím si, že by vznikaly velké nepřesnosti u nákresů z vlastní paměti nebo by nákres popřípadě našli už hotový na internetu a ten by obkreslili. Zajisté je to časově náročnější část, je dobré s tím předem počítat nebo lze namísto diktovaného zápisu dát žákům natisknutý zápis.

Měření pH akvarijní vody vyšlo žákům jako neutrální, u posledního měření se hodnota zvýšila na 8, 6. Hodnoty pH se prudce neměnily, jinak by změny měly škodlivý vliv na ryby (Mills, 1997). V pracovním listu uvedené grafy měli široké rozpětí hodnot. Po zakreslení hodnot nebyly tolik patrné změny v průběhu měření. Jelikož se jednalo o dlouhodobější bádání, kdy dopředu nebylo jasné, jak se nově založené akvárium bude

vyvíjet a jaké budou probíhat změny, uvedla jsem takové rozpětí hodnot, aby bylo možné eventuální výkyvy do grafu zavést. Zvýšení hodnoty NO_3^- v akváriu bylo pravděpodobně důsledkem aktivity živočichů v akváriu a jejich krmení (Lellák, Kubíček 1992).

S prací žáků s laboratorní technikou Pasco jsem byla velice spokojená. Naučili se techniku používat velmi rychle, dokázali snadno odečíst naměřené hodnoty a celkově to zpestřilo výuku. Plánuji Pasco využívat v přírodopisu při dalších praktických cvičení jako například u fotosyntézy rostlin.

Skupinová práce při výuce tématu Život ve vodě pomohla žákům s komunikací a spoluprací lépe si jim řešili problémy, což potvrzuje i Pavlasová (2014).

Pozorování sukcese s žáky se při prvním pozorování zdála časově náročnější, než jsem předpokládala, u druhého měření si už byli žáci jistí, jak mají pracovat a zapisovat své výsledky. Tuto metodu jsem si ověřila ve své bakalářské práci (Hásková, 2011). Nevhodně jsem zvolila označení nárostových sklíček pomocí nálepky. Během měření se sloupala a nebylo poznat číslo sklíčka. Sklíčka jsme však ukládali popořadě. Příště bych zvolila jiný typ označení.

Závěr

Práce měla za cíl navrhnout metodiku praktické výuky prvoků a bezobratlých živočichů osidlující sladkovodní akvária, následně realizovat praktické cvičení, při kterých budou představeny zástupci prvoků a mikroskopických bezobratlých, řas a sinic ze školního akvária. K této výuce jsem vytvořila určovací karty. Těchto cílů bylo dosaženo a já jsem tak získala cenné nové zkušenosti.

Věřím, že má práce dokázala potvrdit vhodnost využití určovacích karet prvoků, mikroskopických bezobratlých živočichů, řas a sinic při praktické výuce. Práce s nimi výuku zpestřila a pomohla žákům pochopit rozdíly mezi mikroorganismy, pozorovat určité znaky a hlavně poznat tento mikrosvět, který není pouhým okem pozorovatelný.

Jako výukovou pomůcku jsem si zvolila školní akvárium. Mým cílem bylo navrhnout založení školního sladkovodního akvária a tento návrh posléze realizovat. Školní akvárium se mi podařilo zařídit a nyní obohacuje výuku přírodopisu na základní škole v Liberci. Byla to pro mne velmi přínosná zkušenost, ale nejen pro mne. I žáci mohli pozorovat proces realizace akvária a sdíleli svoje nadšení.

Téma práce jsem si zvolila, protože si myslím, že akvárium je skutečně užitečnou učební pomůckou a lze na něm snadno pozorovat průběhu sukcese mikroorganismů.

Věřím, že má práce dokázala potvrdit vhodnost využití školního akvária pro různé účely. Navrhnout metodiku výuky potravního řetězce a realizovala jsem praktické cvičení s prvky badatelsky orientovaného vyučování. K výuce jsem vytvořila pracovní list.

Ve své práci mohu poskytnout učitelům jasné a pochopitelné určovací karty jednobuněčných a mnohobuněčných mikroorganismů získaných ze sladkovodního akvária pro 6. ročníky či nižší ročníky víceletých gymnázií.

Přínosem této diplomové práce je vlastní zkušenost se založením sladkovodního akvária na škole. Zkušenosti se týkají jak technického zařízení, zvolením fauny a flory, tak i jeho následným výzkumem zaměřeným na kvalitativní analýzu akvariální vody a pozorování sukcese jednobuněčných organismů a bezobratlých živočichů.

Seznam použitých informačních zdrojů

ADL, Sina M.; SIMPSON, Alastair G. B.; LANE, Christopher E.; LUKEŠ, Julius; BASS, David; BOWSER, Samuel S.; BROWN, Matthew W.; BURKI, Fabien; DUNTHORN, Micah; HAMPL, Vladimír; HEISS, Aaron; HOPPENRATH, Mona; LARA, Enrique; GALL, Line; LYNN, Denis H.; MCMANUS, Hilary; MITCHELL, Edward A. D.; MOZLEY-STANRIDGE, Sharon E.; PARFREY, Laura W.; PAWLOWSKI, Jan; RUECKERT, Sonja; SHADWICK, Laura; SCHOCH, Conrad L.; SMIRNOV, Alexey; SPIEGEL, Frederick W. *The revised classification of eukaryotes*. Journal of eukaryotic microbiology, 2012. 59(5), 429-514. doi: 10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x

BARVÍKOVÁ, Blanka; BROŽA, Pavel; HANÁKOVÁ, Jana; HRONOVÁ HAMPLOVÁ, Adéla; HRDLIČKOVÁ, Barbora; KLÍROVÁ, Alena; KOJECKÁ, Martina; KOŠTÍŘOVÁ, Lucie; KŘIVÁNKOVÁ, Vendula; KUBÁTOVÁ, Claudie; NĚMCOVÁ, Taťána; OLŠÁKOVÁ, Monika; PIŽLOVÁ, Jana; PROCHÁZKOVÁ, Kateřina; ROSOVÁ, Alexandra; SALAČOVÁ, Karolína; SVOBODOVÁ, Hana; ŠTIPLOVÁ, Martina; TOUŽIMSKÁ, Hana; ZAVORALOVÁ, Lucie. *Příručka pro badatele, kteří chtějí měnit svět*. Praha: Vzdělávací centrum TEREZA, 2019. ISBN 978-80-87905-18-0

BRUSCA, Richard C.; BRUSCA, Gary J., *Invertebrates - Second Edition*. Massachusetts: Sinauer Associates, 2003. 936 s. ISBN 978-0878930975

BUCHAR, Jan. *Práce ze zoologie*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 1993. 257 s. ISBN 80-7066-711-7

BUCHAR, Jan; DUCHÁČ, Václav; HŮRKA, Karel; LELLÁK, Jan. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia, 1995, 285 s. ISBN 80-85827-81-6

CRANDALL, Keith A.; DE GRAVE, Sammy. *An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list*. Journal of Crustacean Biology, 2017. 37:615-653. cit. In: PATOKA, Jiří; BUŘIČ, Miloš; BLÁHA, Martin; KOUBA, Antonín a ĎURIŠ, Zdeněk. *Desetinožci (Decapoda), infrařád rakotvární (Astacidea)*. 1. vyd. Praha: Národní muzeum, 2017. České názvy živočichů, VIII. 86 s. ISBN 978-80-7036-541-0

ČÁBALOVÁ, Dagmar. *Pedagogika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 272 stran. ISBN 978-80-247-2993-0

DEMNEROVÁ, Kateřina; *Laboratorní cvičení z Mikrobiologie*. 3. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. 179 s. ISBN 978-80-7080-415-5

- DOBRORUKOVÁ, Jana; MACHÁČKOVÁ, Petra; HAŠLER, Petr; VINTER, Vladimír; MÜLLER, Lukáš. *Biologie : laboratorní a terénní cvičení*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. Badatelsky orientovaná výuka. ISBN 978-80-244-4592-2
- DOSTÁL, Petr. *Evoluce a systém stélkatých organismů a cévnatých výtrusných rostlin*. 2. vyd. Praha: Pedagogická fakulta Univerzita Karlova v Praze, 2006. 109 s. ISBN 80-7290-267-9
- DOSTÁL, Jirí. *Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 152 s. ISBN: 978-80-244-4393-5. Dostupné z doi: 10.5507/pdf.15.24443935
- FANČOVIČOVÁ, Jana; PROKOP, Pavol: *Didaktická příručka z biologie pro 2. stupeň základní školy*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2010. 59 stran. ISBN 978-80-7368-863-9
- FRANK, Stanislav. *Akvaristika*. 1. vyd. Praha: Práce, 1984. 368 s. ISBN 24-110-84
- HANEL, Lubomír. *Naše ryby a rybaření*. Praha: Brázda, 2001. 286 s. ISBN 80-209-0292-9
- HANEL, Lubomír. *Akvaristika I. Biologie a chov vodních živočichů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2002. 226 s. ISBN: 80-246-0413-2
- HANEL, Lubomír. *Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu II (dýchání vodních živočichů)*. Biologie. Chemie. Zeměpis [online]. 2018, 27(2), ISSN 2533-7556. Dostupné z doi:10.14712/25337556.2018.2.2
- HANEL, Lubomír. *Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu III (Potravní chování)*. Biologie. Chemie. Zeměpis [online]. 2018, 27(4), ISSN 2533-7556. Dostupné z doi:10.14712/25337556.2018.4.3
- HANEL, Lubomír. *Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu IV (mimetické jevy)*. Biologie. Chemie. Zeměpis [online]. 2019, 28(2), ISSN 2533-7556. Dostupné z doi:10.14712/25337556.2019.2.2
- HANEL, Lubomír. *Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu XV (chov mlžů, bivalvia)*. Biologie. Chemie. Zeměpis [online]. 2022, 31(4), ISSN 2533-7556. Dostupné z doi:10.14712/25337556.2022.4.4
- HANEL, Lubomír. *Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu XVI (chov raků, Astacida)*. Biologie. Chemie. Zeměpis [online]. 2023, 32(1), ISSN 2533-

7556. Dostupné z doi:10.14712/25337556.2023.1.1

HAUSMANN, Klaus; HÜLSMANN, Norbert. *Protozoologie*. Praha: Academia, 2003. 348s. ISBN: 80-200-0978-7

HÁSKOVÁ, Barbora. *Společenstva prvoků a bezobratlých živočichů ve sladkovodních akváriích a možnosti jejich využití ve výuce*. Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2011. 100 s.

HOFMANN, Jaroslav; Novák, Jindřich. *Akvaristika: jak chovat tropické ryby jinak a lépe*. Praha: Egem, 1996. 197 s. ISBN:80-7199-009-4

HRABĚ, S. a kolektiv. *Klíč k určování zvířeny ČSR I*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1954. 538 s.

JANČAŘÍKOVÁ, Kateřina. *Environmentální výchova na prvním stupni ZŠ*. Dizertační práce, vedoucí Teodoridis, Vasilis. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Oddělení pro vědeckou činnost, 2009

JANČAŘÍKOVÁ, Kateřina; BRAVENCOVÁ, Jana. *Vyučování za pomoci drobných živočichů: příručka k projektu Alma Mater Studiorum*. Praha: Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta, 2010. 56 s. ISBN 978-80-7290-455-6

JEŘÁBEK, Jaroslav; TUPÝ, Jan. (2021). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* (3.rd ed.). MŠMT. <http://www.nuv.cz/file/4983/>

JURÁŇ, Josef; KAŠTOVSKÝ, Jan. *Nový pohled na systém řas a jak ho učit. Perspective on the Taxonomic System of Algae and How to Teach about It?* In Živa, (2016). 4(6), 299-301.

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T. (2020): *Sinice a řasy.cz* [online]. Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, České Budějovice [cit. 12. 11. 2023]. Dostupné z [www: http://www.sinicearasy.cz/](http://www.sinicearasy.cz/)

KAUFNEROVÁ, Veronika; VÁGNEROVÁ, Petra. *Sinice a řasy v učebnicích pro základní a střední školy*. Arnica: časopis pro rozvoj přírodovědného vzdělávání. 2013, č. 1-2, s. 9-18. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366

KÁBRT, Jan; KUCHARSKÝ, Pavel; SCHAMS, Rudolf; VRÁNEK, Čestmír; WITTICHOVÁ, Drahomíra; ZELINKA, Vojtěch. *Latinsko / český slovník*. Praha: Leda, 2000, 575 s. ISBN 978-80-85927-82-9

KELLNEROVÁ, Dana. *Chov zvířat ve školách*. Brno: Lipka - školské zařízení pro

- environmentální vzdělávání, 2013. Metodický materiál pro učitele. ISBN 978-80-87604-57-1
- KVASNIČKOVÁ, Danuše; *Základy ekologie*. 3. uprav. vyd., JUDr. František Talián - FORTUNA, 2004. 104 s. ISBN 80-7168-902-5
- LELLÁK, Jan; KUBÍČEK, František. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1992. 257 s. ISBN 80-7066-530-0
- MACHÁČEK, Tomáš; MIKEŠOVÁ, Kateřina; TURJANICOVÁ, Libuše; HAMPL, Vladimír. *Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii. Changes in the High-level Classification of Eukaryotes and Its Reflection in Secondary School Biology Courses*. In Živa, (2016). 64(1), 27–30.
- MALCOVÁ, Kateřina; JANŠTOVÁ, Vanda. *Jak jsou hodnoceny jednotlivé obory biologie žáky 2. stupně ZŠ a nižšího gymnázia? How Do Lower Secondary School Pupils Evaluate Branches Of Biology?.* Biologie-chemie-zeměpis, 2018, 27(1), s. 23-34. ISSN: 2533- 7556. Dostupné z doi: 10.14712/25337556.2018.1.3
- MILLS, Dick. *Vaše akvárium*. Bratislava: Prúdy, 1997. 287 s. ISBN 80-85355-33-7
- NOLČOVÁ, Lucie; VÁGNEROVÁ, Petra. *Zajímavá a motivující výuka řas a sinic na základních a středních školách*. Arnica: časopis pro rozvoj přírodovědného vzdělávání, 2016. 1–2, 32–38. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366
- NOVÁK, Martin. (2023). *Zakládáme akvárium – část I*. [online] Dostupné z: <https://www.ifauna.cz/clanky/2935-zakladame-akvarium-cast-i.html> [cit. 18. 10. 2023]
- PAPÁČEK, Miroslav. *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa*. Scientia in educatione (2010), 1(1), 33–49.
- PATOKA, Jiří; BUŘIČ, Miloš; BLÁHA, Martin; KOUBA, Antonín a ĎURIŠ, Zdeněk. *Desetinožci (Decapoda), infrařád rakotvární (Astacidea)*. 1. vyd. Praha: Národní muzeum, 2017. České názvy živočichů, VIII. 86 s. ISBN 978-80-7036-541-0
- PATTERSON, David J.; HEDLEY, Stuart. *Freeliving Freshwater Protozoa: A Color Guide*. 1 vyd. London: Manson Publishing Ltd, 1996. 224 s. ISBN 1-874545-40-5
- PAVLASOVÁ, Lenka. *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014, 58 s. ISBN 978-80-7290-643-7
- RATAJ, Karel. *Akvaristika začíná u rostlin*. 3.vyd. Praha: Svěpomoc, 1983. 172 s. ISBN: 38-001-83

- ŘEHÁK, Bohuslav. *Vyučování biologií*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1967. cit. In: PAVLASOVÁ, Lenka. *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014, 58 s.
- ŘEZNÍČKOVÁ, Dana; CÍDLOVÁ, Hana; ČÍŽKOVÁ, Věra; ČTRNÁCTOVÁ, Hana; ČUDOVÁ, Radka; HANUS, Martin; KUBIATKO, Milan; MARADA, Miroslav; MATĚJČEK, Tomáš; TRNOVÁ, Eva. *Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství P3K, 2013. 288 s. ISBN 978-80-87343-24-1
- ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2003. 226 s. ISBN 80-7080-521-8
- ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. *Mikrobiologie v technologii vod*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2004. 244 s. ISBN 80-7080-534-X
- SCHEURMANNOVÁ, Ines. *Akvarijní rostliny*. Praha: Jan Vašut, 1999. 96 s. ISBN
- SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 322 s. ISBN 987-80-247-1821-7
- SOUTY-GROSSET, C.; HOLDICH, D. M.; NOËL, P. Y.; REYNOLDS, J. D.; HAFFNER, P. *Atlas of crayfish in Europe*. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle, 2006. cit. In: PATOKA, Jiří; BUŘIČ, Miloš; BLÁHA, Martin; KOUBA, Antonín a ĎURIŠ, Zdeněk. *Desetinožci (Decapoda), infrařád rakotvární (Astacidea)*. 1. vyd. Praha: Národní muzeum, 2017. České názvy živočichů, VIII. 86 s. ISBN 978-80-7036-541-0
- ŠTAMBERGOVÁ, Monika; SVOBODOVÁ, Jitka; KOZUBÍKOVÁ, Eva. *Raci v České republice*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2009. 255 s. ISBN 978-80-87051-78-8
- TOBIN, Kenneth. *Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning*. School Science and Mathematics, 1990. 90(5), 403–418. <https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.1990.TB17229.X>
- TUREK, Ivan: *Inovácie v didaktike*. Bratislava: MPC, 2005, 354 s. ISBN 80-8052-230-8 In: FANČOVIČOVÁ, Jana; PROKOP, Pavol: *Didaktická příručka z biologie pro 2. stupeň základní školy*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2010. 59 stran. ISBN 978-80-7368-863-9
- VÁGNEROVÁ, Petra; BENEDIKTOVÁ, Lenka; KOUT, Jiří. 2019. *Kritická místa ve výuce přírodopisu – jejich identifikace a příčiny*. Arnica: časopis pro rozvoj

přírodovědného vzdělávání, 2019. 9, 1, 39–50. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň.
ISSN 1804-8366

VRÁNOVÁ, Olga. (2004). *Využití mikroskopů ve výuce přírodopisu na základních školách*. e-Pedagogium, 4(1), 114-120

VYMĚTALOVÁ, Veronika. *Biologie pro biomedicínské inženýrství: laboratorní cvičení*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008. 109 s. ISBN 978-80-01-03951-9

Internetové zdroje

www.pasco.cz

www.vernier.cz

<https://www.sinicearasy.cz/>

<https://www.sinicearasy.cz/matlas>

<https://www.inaturalist.org/>

<https://www.prirodovedci.cz/>

<https://www.projektsypo.cz/>

Použité obrázky do určovacích karet a pracovního listu:

Actinosphaerium sp. - originál Bc. Barbora Talavášková

pijavekny *Bdelloidea* - originál Bc. Barbora Talavášková

mrskavka *Stentor* - originál Bc. Barbora Talavášková

https://www.researchgate.net/figure/Fig-nr-7-Actinosphaerium-eichorni-ordinul-Heliozoa-clasa-Actinopodaprekuat-si_fig5_305766119

<https://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artsep01/amoeba.html>

<https://www.istockphoto.com/cs/vektor/obrys-vektorov%C3%A1-ilustrace-am%C3%A9ba-proteus-zoologick%C3%A9-v%C4%9Bdeck%C3%A9-um%C4%9Bn%C3%AD-gm1251570919-365311044>

https://cronodon.com/BioTech/Cells_motility_2.html

<https://www.inaturalist.org/photos/127465570>

https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-Paramecium-caudatum_fig4_237800064

<https://www.inaturalist.org/observations/187883293>

<https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/TFI/start%20key/key/Starting%20key/Media/HTML/Nematoda.html>

<https://eol.org/pages/1062380>

<https://www.inaturalist.org/observations/106805429>

https://www.researchgate.net/figure/A-Aeolosoma-sp-Note-ciliated-prostomium-lack-of-septa-simple-pharynx-dorsal-and_fig2_279971391

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vorticella_%28PSF%29.png

<https://www.inaturalist.org/observations/166314769>

https://www.researchgate.net/figure/An-overall-view-of-a-live-S-cornutus-in-an-extended-state-Bar-100-m_fig3_31104502

<https://www.biolib.cz/cz/taxon/id911616/>

<https://microscope-microscope.org/pond-water-critters-protozoan-guide/sarcodina/arcella-2/>

<https://observation.org/photos/46865279/>

<https://inaturalist.ca/taxa/485271-Centropyxis-aculeata>

<https://www.dreamstime.com/illustration-what-made-ink-pencil-paper-then-was-digitalized-planaria-flatworm-illustration-drawing-engraving-ink-image135185007>

<https://www.inaturalist.org/observations/61653012>

<https://diatoms.org/images/15246>

http://galerie.sinicearasy.cz/galerie/chlorophyta/ulvophyceae/cladophora/cladophora-glomerata?image_id=9764

https://www.researchgate.net/figure/Cladophora-catenata-KZN-454-Branching-filaments-with-decumbent-filament-with-inversion_fig4_215888446

http://galerie.sinicearasy.cz/page/3983?image_id=9237

https://www.inaturalist.org/guide_taxa/311155

https://en.wikipedia.org/wiki/Food_web

Klíč k určování prvoků a bezobratlých

Určovací tabule - RNDr. Jan Mourek, Ph.D.

Použitá videa do určovacích karet:

slunivky <i>Actinosphaerium</i> sp.	https://www.youtube.com/watch?v=km4lcCVA06U
měňavky <i>Amoeba</i>	https://www.youtube.com/watch?v=mv6Ehv06mXY
lezounek <i>Euplotes</i> sp.	https://www.youtube.com/watch?v=i9DUz9hOsaE
trepka <i>Paramecium</i>	https://www.youtube.com/watch?v=Hz7LBAFcmcA
křeménka <i>Euglypha</i>	https://www.youtube.com/watch?v=Qid8oWQBIBo
hlístice <i>Nematoda</i>	https://www.youtube.com/watch?v=i6_ycPRtmhQ
pijavekny <i>Bdelloidea</i>	https://www.youtube.com/watch?v=DThqL5iEcXU
olejnuška <i>Aeolosoma</i>	https://www.youtube.com/watch?v=kvo-caP8Pk8
vířenka <i>Vorticella</i> sp.	https://www.youtube.com/watch?v=GWSiQIEpcgs
mřskavka <i>Stentor</i> sp.	https://www.youtube.com/watch?v=YybvNCWPXkA
ploštěnky <i>Turbellaria</i>	https://www.youtube.com/watch?v=i_LZD9ywFI4
rozsivky <i>Diatomae</i>	https://www.youtube.com/watch?v=FFiGo3Ew66c
zelené vláknité řasy	https://www.youtube.com/watch?v=FvwXGIVEv9I
drkalka <i>Oscillatoria</i>	https://www.youtube.com/watch?v=VIPxGUyTPo0

Doporučená videa uvedená v práci:

Příprava preparátu sinice a řasy	https://www.youtube.com/watch?v=JSedzfAvi88
vlastní seznam videí	https://www.youtube.com/@biologie1234567/videos
videa RNDr. Jana Mourka, Ph.D.	https://www.youtube.com/@janmourek4868/videos
Fakulta pedagogická ZČU v Plzni, centrum biologie, geověd a envigogiky, výuková videa: PřV - Biologie a přírodopis prakticky - nejen v době koronavirové - J. Mourek	https://www.youtube.com/watch?v=1gaEgZ4aUY8
Fakulta pedagogická ZČU v Plzni	https://www.youtube.com/watch?v=zMy3cO7Lm58
Fakulta pedagogická ZČU v Plzni	https://www.youtube.com/watch?v=KKn9dck5Ofg
Fakulta pedagogická ZČU v Plzni	https://www.youtube.com/watch?v=NeFwgyedEC8
Fakulta pedagogická ZČU v Plzni	https://www.youtube.com/watch?v=0v2wYWc6lPc
Fakulta pedagogická ZČU v Plzni	https://www.youtube.com/watch?v=KhizWub8LRE&t=6s

Seznam příloh

Určovací karty

JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

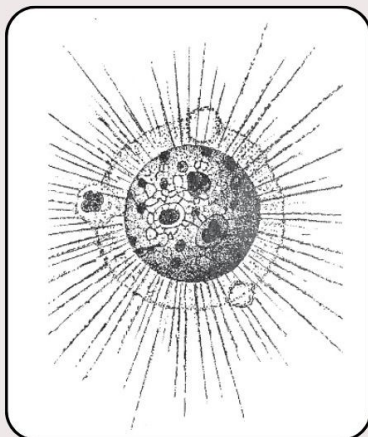
slunivka

(Actinosphaerium sp.)

- paprscitý vzhled
- sladkovodní organismy
- žije ve vlhkých půdách a rybnících
- často se vyskytuje přisedle
- kulovitý tvar s výběžky - **panožkami**
- panožky umožňují pohyb
- jedno nebo více jader
- stažitelné **vakuoly** po obvodu
- potravou jsou bakterie a drobní prvoci
- zajímavost: **altruismus** – jakmile slunivka narazí na větší množství kořisti, vylučuje látky, které informují ostatní slunivky



obrázek - Barbora Talavášková



obrázek - Marius Nicusor Grigore

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- pohybující se panožky
- vakuoly po obvodu buňky
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a jiní prvoci

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou slunivku
- označ panožky

SLEDUJ

Výukové video

Skrytý život v akvarijním filtru - slunivka



originál Barbora Talavášková
https://www.researchgate.net/figure/fig-nr-7-Actinosphaerium-eichorni-ordinul-Heliozoa-clasa-Aclinozoida-preluat-si-fig5_305756119
<https://www.youtube.com/watch?v=kmalcVA6GU>

JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

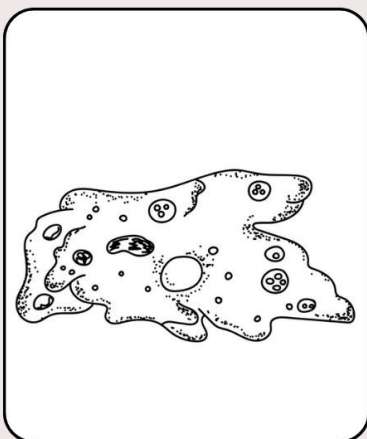
měňavky a další rody

(Amoeba)

- sladkovodní, mořské a půdní organismy
- nepravidelný tvar s výběžky - **panožkami**
- panožky umožňují pohyb a příjem potravy
- **fagocytóza** (pohlčení) potravy pomocí **panožek**
- potravou jsou bakterie, drobní prvoci nebo řasy



obrázek - Wim van Egmond



obrázek - Olga Rakovets

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- měnící se tvar buňky
- pohybující se panožky
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a jiní prvoci

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou měňavku
- označ panožky

SLEDUJ

Výukové video
Fagocytóza měňavky



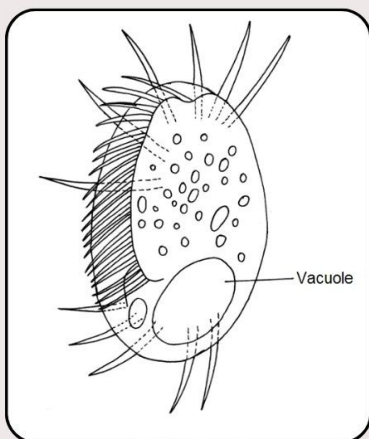
<https://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artsep01/amoeba.html>
<https://www.istockphoto.com/cs/vektor/obrys-vektorov%C3%A1-ilustrace-am%C3%A0ba-proteus-zoologick%C3%A0-%C3%A0Bdeek%C3%A0-um%C3%A0Bn%C3%AD-gm1251520919-36531044>
<https://www.youtube.com/watch?v=mv6Fhv06mXY>

JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

lezounek

(Euplotes sp.)

- sladkovodní a mořské organismy
- zploštělé tělo
- **brvy** na spodní straně těla
- pohyb po podkladu pomocí **brv**
- potravou jsou bakterie
- zajímavost: nalezen aktivní při -2°C v mořské vodě



obrázek - J.N. Grim

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- brvy na břišní části těla
- lezoucí rychlý pohyb vpřed a vzad
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie

ZAKRESLI

- zakresli pozorovaného lezounka
- označ brvy

SLEDUJ

Výukové video
Lezounek vyráží do války

https://cronodon.com/BioTech/Cells_motility_2.html
<https://www.youtube.com/watch?v=jqDUz9hQsaE>



JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

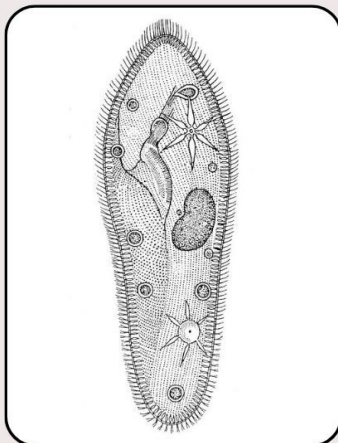
trepka

(Paramecium)

- sladkovodní organismy
- na povrchu těla jsou **brvy**
- dvě pulzující (stažitelné) **vakuoly**
- malé a velké jádro
- **buněčná ústa**
- brvy slouží k pohybu a přihánění potravy
- potravou jsou kromě bakterií kvasinky nebo jednobuněčné řasy



obrázek - Vicente Franch Meneu



obrázek - Hardeep Kaur

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- tělo připomínající trepku = pantofel
- brvy po obvodu těla
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a jiní prvoci

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou trepku
- označ brvy

SLEDUJ

Výukové video

Trepky - akvarijní tvorové, které jste ještě neviděli



<https://www.inaturalist.org/photos/127465570>
https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-Paramecium-caudatum_fig4_237890064
<https://www.youtube.com/watch?v=Hz7LBAFmcA>

JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

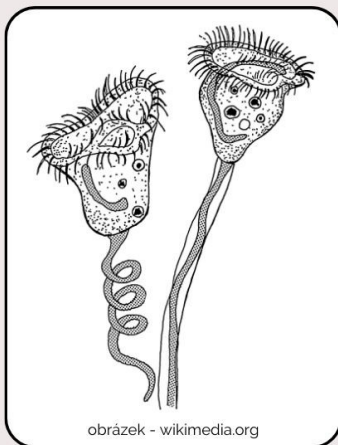
vířenka

(Vorticella sp.)

- ve sladké i mořské vodě
- žijí samostatně nebo v koloniích
- přisedlí
- tělo má tvar poháru
- štíhlý stonek se stahuje jako pružina
- na horní části těla jsou brvy, které nahánějí potravu



obrázek - Zihao Wang



obrázek - wikimedia.org

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- brvy složené do kruhu
- štíhlý stonek
- při otřesu se stonek stáhne do tvaru pružiny
- za 5 - 10 vteřin se stonek vrátí do původní délky

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou vířenku
- označ brvy a stonek

SLEDUJ

Výukové video

Vířenka stahuje svůj stonek jako pružinu



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vorticella_%28PSP%29.png
<https://www.inaturalist.org/observations/16634769>
<https://www.youtube.com/watch?v=GWSIQIEp9g8>

JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

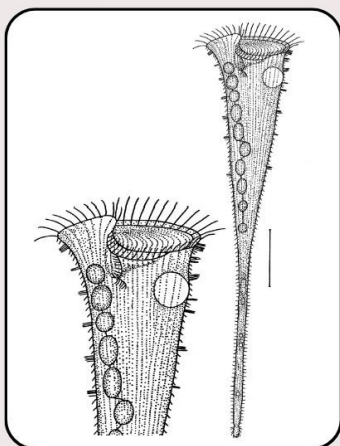
mrskavka

(Stentor sp.)

- ve sladké i mořské vodě
- žije převážně přisedle
- tvar těla podobný kornoutu
- **brvy** po celém těle, nejvíce v horní části
- **brvy** přihránění potravy
- v buňce mnoho jader, které tvoří korálkovitý řetězec
- buňka se umí stáhnout
- zajímavost: po rozříznutí dokáže dorůst ta část, kde je jaderná hmota



obrázek - Barbora Talavásková



obrázek - Hideo Kumazawa

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- brvy po celém těle
- pohyb brv v horní části těla
- k jakému podkladu je mrskavka přisedlá
- při otřesu se buňka stáhne

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou mrskavku
- označ brvy

SLEDUJ

Výukové video
Mrskavka na svačině



originál: Barbora Talavásková
https://www.researchgate.net/figure/An-overall-view-of-a-live-S-cornutus-in-an-extended-state-Bar-100-m_fig3_31104502
<https://www.youtube.com/watch?v=YybNCWPXkA>

JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

krytenky

(Testaceolobosia)

štítočka (*Arcella*)

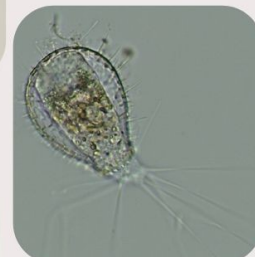
- kruhovitá schránka žlutohnědé barvy
- obývá sladké vody, rybníky



obrázek - Tomáš Macháček

křeménka (*Euglypha*)

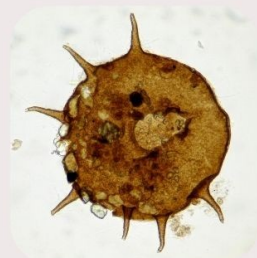
- schránka z křemítych destiček
- na bocích schránky jsou malé ostny



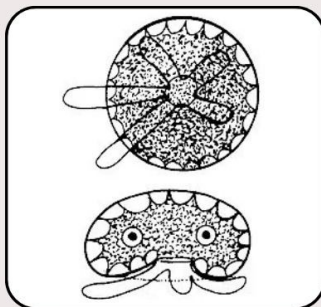
obrázek - Ulrich Drabiniok

rod *Centropyxis*

- kruhovitá schránka s trny
- žlutohnědé zbarvení



obrázek - Randal



microscope-microscope.org

POZORUJ

- celkový tvar schránky
- urči, zda je schránka hladká nebo s výběžky

ZAKRESLI

- zakresli pozorovaného zástupce krytenek

SLEDUJ

Výukové video
Křeménka a její schránka



<https://www.biolib.cz/cz/taxon/id911616/>
<https://microscope-microscope.org/pond-water-critters-protozoan-guide/sarcodina/arcella-2/>
<https://observation.org/photos/46865279/>
<https://inaturalist.ca/taxa/485271-Centropyxis-aculeata>
<https://www.youtube.com/watch?v=Qid8cWQIBg>

MNOHOBUNĚČNÉ ORGANISMY

hlístice

(Nematoda)

- sladkovodní i mořské organismy
- vyskytují se také ve vlhkých půdách
- některé druhy jsou paraziti
- podlouhlý červovitý tvar těla
- **kutikula** na povrchu těla (ochrana)
- svaly uložené podél těla
- samice větší než samci
- potravou jsou bakterie, prvoci nebo drobné mnohubuněčné organismy



obrázek - iNaturalist, eyekosaeder



obrázek - Kerrie Davies

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- směr pohybu přední části těla
- urči přední a zadní část těla
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a prvoci

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou hlístici
- označ přední a zadní část těla

SLEDUJ

Výukové video
Hlístice a její pohyb těla



<https://www.inaturalist.org/observations/187883293>
<https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/TFI/start%20key/key/Starting%20key/Media/HTML/Nematoda.html>
https://www.youtube.com/watch?v=i6_vcPRtmhQ

MNOHOBUNĚČNÉ ORGANISMY

vířníci

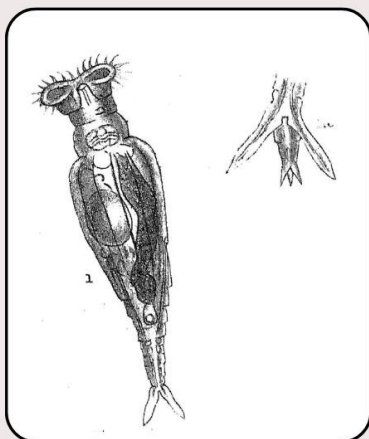
(Rotaria)

skupina pijavenky (Bdelloidea)

- sladkovodní i mořské organismy
- vyskytují se také ve vlhkých půdách
- žijí volně i přisedle
- trubicovitý nebo váčkovitý tvar těla
- tělo rozděleno na hlavu, trup a nohu
- **kutikula** na povrchu těla (ochrana)
- vířivý orgán - **corona** - přihání potravu a umožňuje pohyb
- vyskytují se pouze samice
- dokáží přežít nepříznivé podmínky ve stavu strnulosti až několik let
- potravou jsou bakterie, prvoci a řasy



obrázek - Barbora Talavášková



obrázek - Parsons

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- vířivý pohyb orgánu na hlavě - **corony** a jeho zatahnutí
- lezení pomocí hlavy a nohy
- při delším pozorování sleduj, jak loví drobné organismy, jako jsou bakterie a jiní prvoci

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou pijavenku
- označ hlavu, trup a nohu

SLEDUJ

Výukové video
Způsob života pijavenky



originál Bc. Barbora Talavášková
<https://eol.org/pages/1062180>
<https://www.youtube.com/watch?v=DThgL5jEcXU>

MNOHOBUNĚČNÉ ORGANISMY

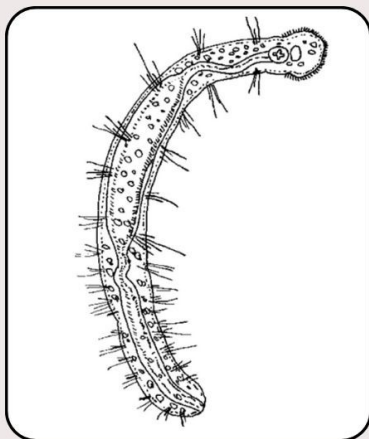
olejnuška

(Aeolosoma)

- sladkovodní organismy
- kroužkovec jako je žížala obecná
- zploštělé článkované tělo
- na každém tělním článku 1 pár **parapodií** (primitivních končetin) se štětinami
- zbarvené tukové kapénky
- živí se řasami a **detritem** - neživou hmotou s odumřelými mikroorganismy



obrázek - Ken Kneidel



obrázek - William Moser

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- štětiny na povrchu těla
- zbarvené tukové kapénky
- při delším pozorování sleduj, jak ústy "vysává"

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou olejnušku
- zbarvené tukové kapénky
- štětiny

SLEDUJ

Výukové video
Pohyb střeva olejnušky



<https://www.inaturalist.org/observations/106805429>
https://www.researchgate.net/figure/A-Aeolosoma-sp-Note-ciliated-prostomium-lack-of-septa-simple-pharynx-dorsal-and_fig2_279971394
<https://www.youtube.com/watch?v=kvo-caP8Pk8>

MNOHOBUNĚČNÉ ORGANISMY

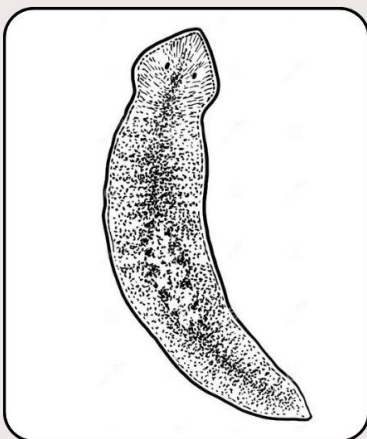
ploštěnky

(Turbellaria)

- sladkovodní i mořské organismy
- zploštělé tělo
- dýchání celým povrchem těla
- hlen na povrchu těla - pomáhá ke klouzavému pohybu
- pohyb pomocí brv a svaloviny
- v hlavě uloženy smyslové orgány
- jednoduché oči
- mají schopnost regenerace - tělo dokáže dorůstat



obrázek - Barbora Talavášková



obrázek - Jeneses Imre

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- pohyb ploštěnky
- kde je hlavová část těla
- jednoduché oči

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou ploštěnku
- jednoduché oči

SLEDUJ

Výukové video
Ploštěnka na průzkumu



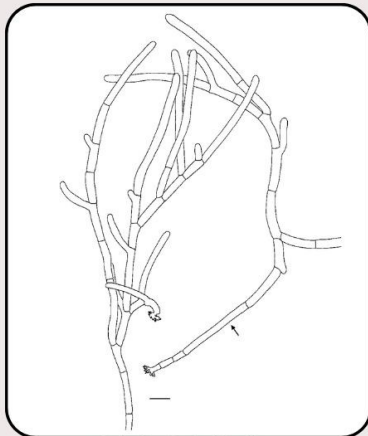
originál Bc. Barbora Talavášková
<https://www.dreamstime.com/illustration-what-made-ink-pencil-paper-then-was-digitalized-planaria-flatworm-illustration-drawing-engraving-ink-image135185007>
https://www.youtube.com/watch?v=j_LZDaywFL4

ZELENÉ VLÁKNITÉ ŘASY

- sladkovodní i mořské organismy
- mnohobuněčné
- zelené řasy tvořící vlákna
- důležité v potravním řetězci
- obsahují **chlorofyl** - zelené barvivo
- probíhá v nich **fotosyntéza** - tvoří se kyslík
- tělo tvoří **stélka**
- stavba stélky podobná jako u rostlin



obrázek - Jan Kaštovský



obrázek - Frederik Leliaert

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- barvu vláknité řasy
- dlouhé vlákna s přepážkami
- větvení vlákna

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou řasu
- vybarvi ji

SLEDUJ

Výukové video
Zelené vláknité řasy zblízka

http://galerie.sinicearasy.cz/galerie/chlorophyta/ulvophyceae/cladophora/cladophora-olomerata?image_id-9764
https://www.researchgate.net/figure/Cladophora-catenata-KZN-454-Branching-filaments-with-decumbent-filament-with-inversion_fig4_216888446
<https://www.youtube.com/watch?v=FvwXGLVEv0I>

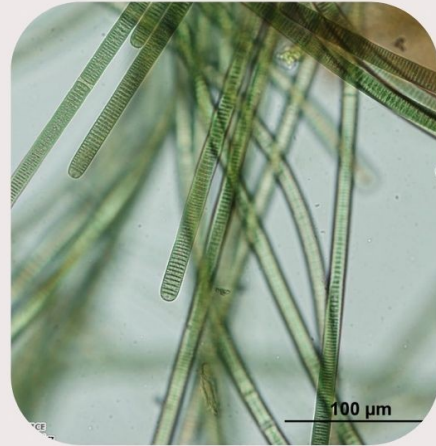


SINICE

drkalka

(Oscillatoria)

- sladkovodní i mořské organismy
- sinice jsou nejstarší skupina organismů na naší planetě
- řadí se mezi bakterie
- vyskytují se na dně - **bentos** nebo se vznášejí ve vodě - **plankton**
- obsahují **chlorofyl** - zelené barvivo
- probíhá v ní **fotosyntéza** - tvoří se kyslík
- typický pohyb - drkání



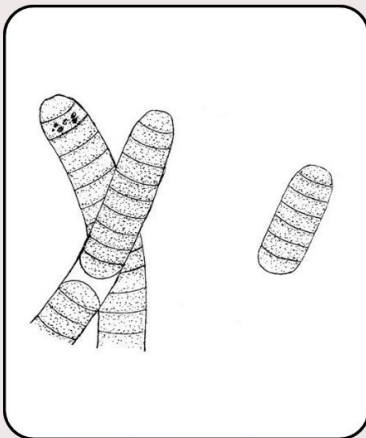
obrázek - Jan Kaštovský

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- barvu sinice
- drkavý pohyb - klouzá na jednu a pak na druhou stranu

ZAKRESLI

- zakresli pozorovanou drkalku
- vybarvi ji



obrázek - GTMResearchReserve

SLEDUJ

Výukové video
Pohyb drkalky



http://galerie.sinicearasy.cz/page/3083?image_id=9237
https://www.researchgate.net/figure/Cladophora-catenata-KZN-454-Branching-filaments-with-decumbent-filament-with-inversion_fig4_215888446
<https://www.youtube.com/watch?v=VIPxGLVTPoo>

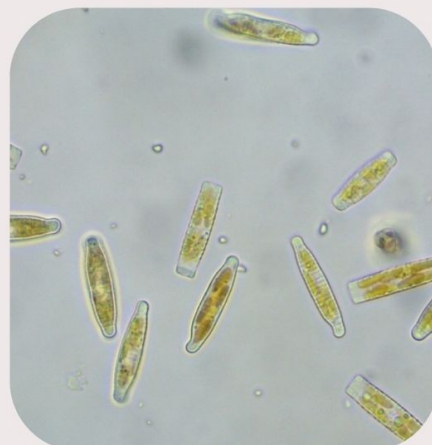
JEDNOBUNĚČNÉ ORGANISMY

rozsivky

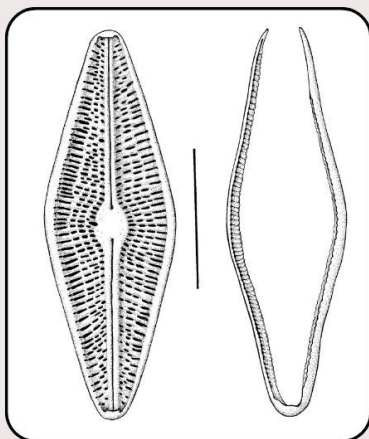
(Diatomae)

hnědé řasy

- jednobuněčné hnědé řasy
- sladkovodní i mořské organismy
- tělo je chráněno **křemičitou schránkou**
- schránka připomíná krabičku s víčkem
- žijí samostatně nebo v koloniích
- prázdné schránky tvoří horniny
- zajímavost: **křemelina** z rozsivek se používala k výrobě dynamitu, dnes se používá ve stavebnictví



obrázek - iNaturalist, zookanthos



obrázek - diatoms.org

POZORUJ

- celkový tvar a velikost
- rýhy na schránce rozsivky
- množství rozsivek - dokážeš je spočítat?

ZAKRESLI

- tvar těla rozsivky
- rýhy na schránce

SLEDUJ

Výukové video

Rozsivky pod mikroskopem



<https://www.inaturalist.org/observations/61653012>
<https://diatoms.org/images/15246>
<https://www.youtube.com/watch?v=FFiGo3Ew66c>

Laboratorní protokol - kvalitativní analýza vody, strana 1

Základní škola Liberec, ul. 5. května	Předmět: Práce s laboratorní technikou
Třída a skupina:	Datum:
Vypracoval:	

LABORATORNÍ PRÁCE č.2

Téma: Kvalitativní analýza vody

Úloha č. 1: Ze vzorku vody ze školního akvária stanov obsah dusičnanů, urči její Alkalinitu (KH), celkovou tvrdost (GH) a pH. Změř teplotu vody ve školním akváriu.

Pomůcky: Pasco – senzor pH, testovací proužek KH GH pH NO₃⁻, voda z akvária, akvárium, kádinky, pipeta, stříčka, stojan, teploměr, iPad

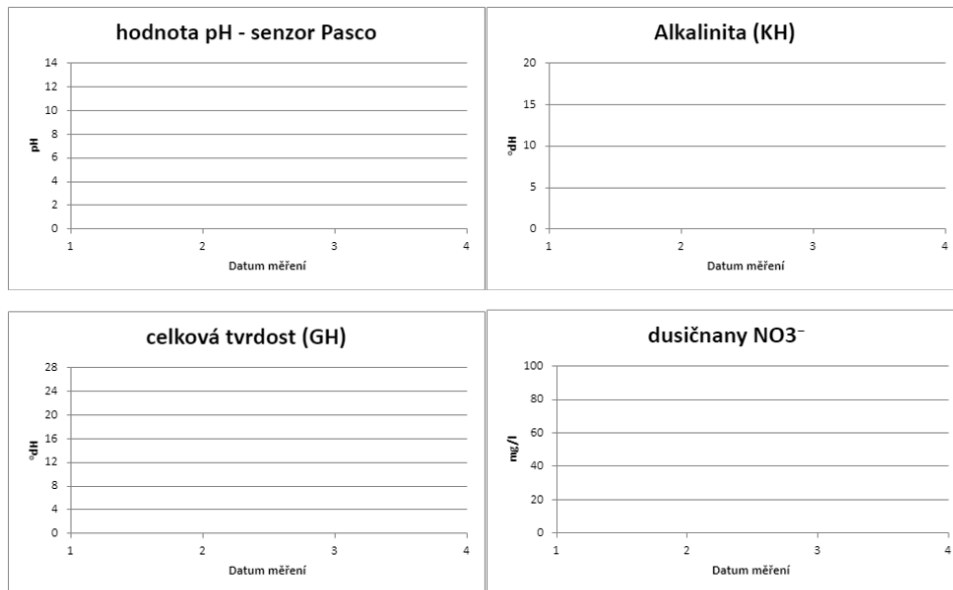
Postup práce:

1. Dle instrukcí sestav aparaturu a upevni senzor Pasco na měření pH.
2. Připoj senzor Pasco k iPadu - program SPARKvue.
3. Do umyté kádinky odeber vzorek akvarijní vody v připravené nádobě.
4. Ponoř testovací proužek do kádinky s vodou, tak aby všechny zóny byly smočeny na 1–2 vteřiny.
5. Zjištění hodnoty KH a GH: po vyjmutí proužku z vody jej ihned přilož k barevné stupnici a odečti hodnotu porovnáním zabarvené zóny na proužku s barvou na stupnici. Zapiš do tabulky.
6. Hodnoty pH z testovacího papírku odečti po 1 minutě.
7. Pomocí senzoru Pasco změř přesnou hodnotu pH vody.
8. Opláchni senzor čistou vodou ze stříčky.
9. Změř teplotu vody přímo ve školním akváriu.
10. Celá skupina společně změř hodnotu dusičnanů.
11. Zjištěné hodnoty zanes do tabulky a poté do grafu. Porovnej výsledky měření.

Tabulka pro zápis měření:

datum měření:	Alkalinita (KH)	celková tvrdost (GH)	pH papírek	pH senzor Pasco	NO ₃ ⁻	teplota
1.						
2.						
3.						
4.						

Laboratorní protokol - kvalitativní analýza vody, strana 2



Závěr:

Úloha č. 2:

1. Pro které živočichy je důležitá stálá hodnota pH?
2. Co způsobuje zvýšení alkality vody (pH nad 7)?
3. Které ionty způsobují tvrdost vody?
4. Je zdravotně závadná velmi tvrdá voda?
5. Které ukazatele upozorní na možnost znečištění vody (např. výkaly živočichů)?
6. Odkud se do vody dostávají fosforečnany? Co způsobují?
7. Proč je v akváriích zesílený růst řas?

Laboratorní protokol - kvalitativní analýza vody, strana 1 - vypracováno

Základní škola Liberec, ul. 5. května	Předmět: Práce s laboratorní technikou
Třída a skupina: 8.A 2	Datum: 19.10.2023
Vypracoval:	

LABORATORNÍ PRÁCE č.2

Téma: Kvalitativní analýza vody

Úloha č. 1: Ze vzorku vody ze školního akvária stanov obsah dusičnanů, urči její Alkalinitu (KH), celkovou tvrdost (GH) a pH. Změř teplotu vody ve školním akváriu.

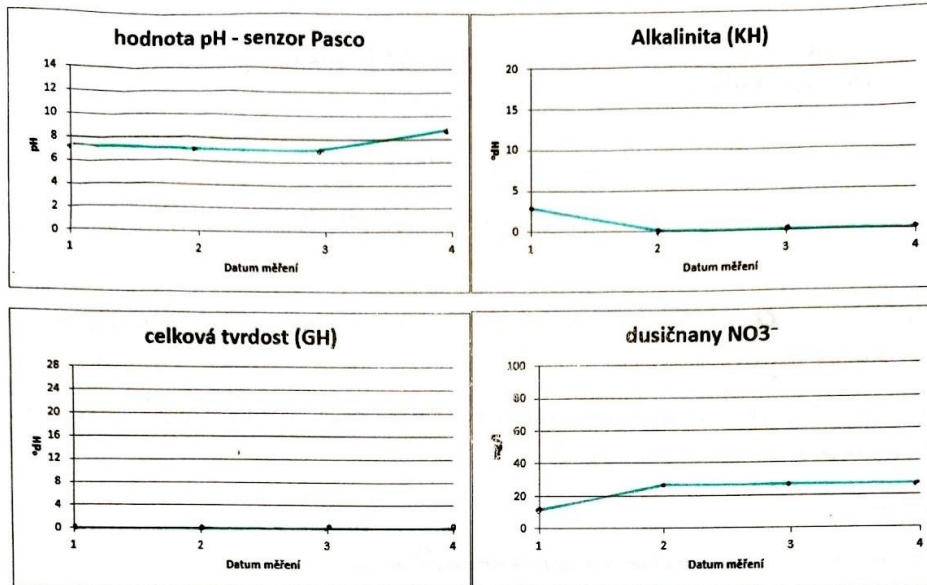
Pomůcky: Pasco – senzor pH, testovací proužek KH GH pH NO₃⁻, voda z akvária, akvárium, kádinky, pipeta, stříčka, stojan, teploměr, iPad

Postup práce:

1. Dle instrukcí sestav aparaturu a upevni senzor Pasco na měření pH.
2. Připoj senzor Pasco k iPadu - program SPARKvue.
3. Do umyté kádinky odeber vzorek akvarijní vody v připravené nádobě.
4. Ponoř testovací proužek do kádinky s vodou, tak aby všechny zóny byly smočeny na 1–2 vteřiny.
5. Zjištění hodnoty KH a GH: po vyjmutí proužku z vody jej ihned přilož k barevné stupnici a odečti hodnotu porovnáním zabarvené zóny na proužku s barvou na stupnici. Zapiš do tabulky.
6. Hodnoty pH z testovacího papírku odečti po 1 minutě.
7. Pomocí senzoru Pasco změř přesnou hodnotu pH vody.
8. Opláchni senzor čistou vodou ze stříčky.
9. Změř teplotu vody přímo ve školním akváriu.
10. Celá skupina společně změř hodnotu dusičnanů.
11. Zjištěné hodnoty zanes do tabulky a poté do grafu. Porovnej výsledky měření.

Tabulka pro zápis měření:

datum měření:	Alkalinita (KH)	celková tvrdost (GH)	pH papírek	pH senzor Pasco	NO ₃ ⁻	teplota
1. 19.10.	3	0	7,6	7,3	12 mg/l	21 °C
2. 2.11.	0	0	7	7,8	25 mg/l	22 °C
3. 9.11.	0	0	7	7,6	25 mg/l	22 °C
4. 16.11	0	0	7,6	8,4	25 mg/l	21 °C



Závěr:

Při laboratorní analýze vody jsem měřila alkalitu, tvrdost, pH, dusičnany a teplotu vody. Teplotu jsem měřila pomocí rtuťového teploměru. Hodnotu pH, KH, GH pomocí papírku a pH také pomocí Pasco senzoru.

Hodnota pH se u posledního měření zvýšila. Hodnota dusičnanů se zvýšila po druhém měření. Hodnoty z papírku se mi neshodovali s barvou na krabičce, špatně se mi odhadovala hodnota. Při poslední laboratorní práci jsme si mohli pomoci ve skupině,

Úloha č. 2: díky tomu jsme práci dokončili včas

1. Pro které živočichy je důležitá stálá hodnota pH?

~~řeka~~ pstruh, sumec, korály, měkkýši - vodní živočichové

2. Co způsobuje zvýšení alkality vody (pH nad 7)?

přítomnost zásaditých látek - přítok vápenatých nebo hořečnatých minerálů, fotosyntéza vodních rostlin, znečištění vápenatými sloučeninami, změny půdy

3. Které ionty způsobují tvrdost vody?

vápníku a hořečnicku, uhličitanu, sulfáty a chloridy

4. Je zdravotně závadná velmi tvrdá voda?

~~Ne~~ Na pití to nevadí. V domácnosti způsobuje vodní kámen.

5. Které ukazatele upozorní na možnost znečištění vody (např. výkaly živočichů)?

Pokles koncentrace kyslíku ve vodě.

6. Odkud se do vody dostávají fosforečnany? Co způsobují?

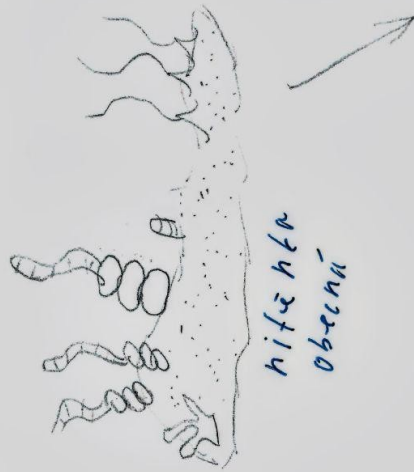
Odpadky a organické látky. Nadměrný růst vodních řas

7. Proč je v akváriích zesílený růst řas?

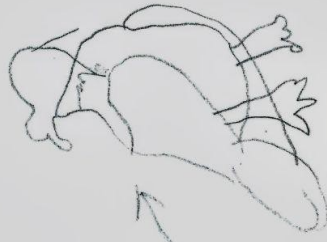
Nadměrné osvětlení a přebytek živin

Potravní řetězec 1

Potravní řetězec bakterie žije nitěnkami sní tu nitěnkou sežere kápa a kápa štika a štika si plav a orel jí sežere



nitěnkami
obecná



štika obecná

okřovec
řetí



karp obecný



bakterie

Potravní řetězec 2

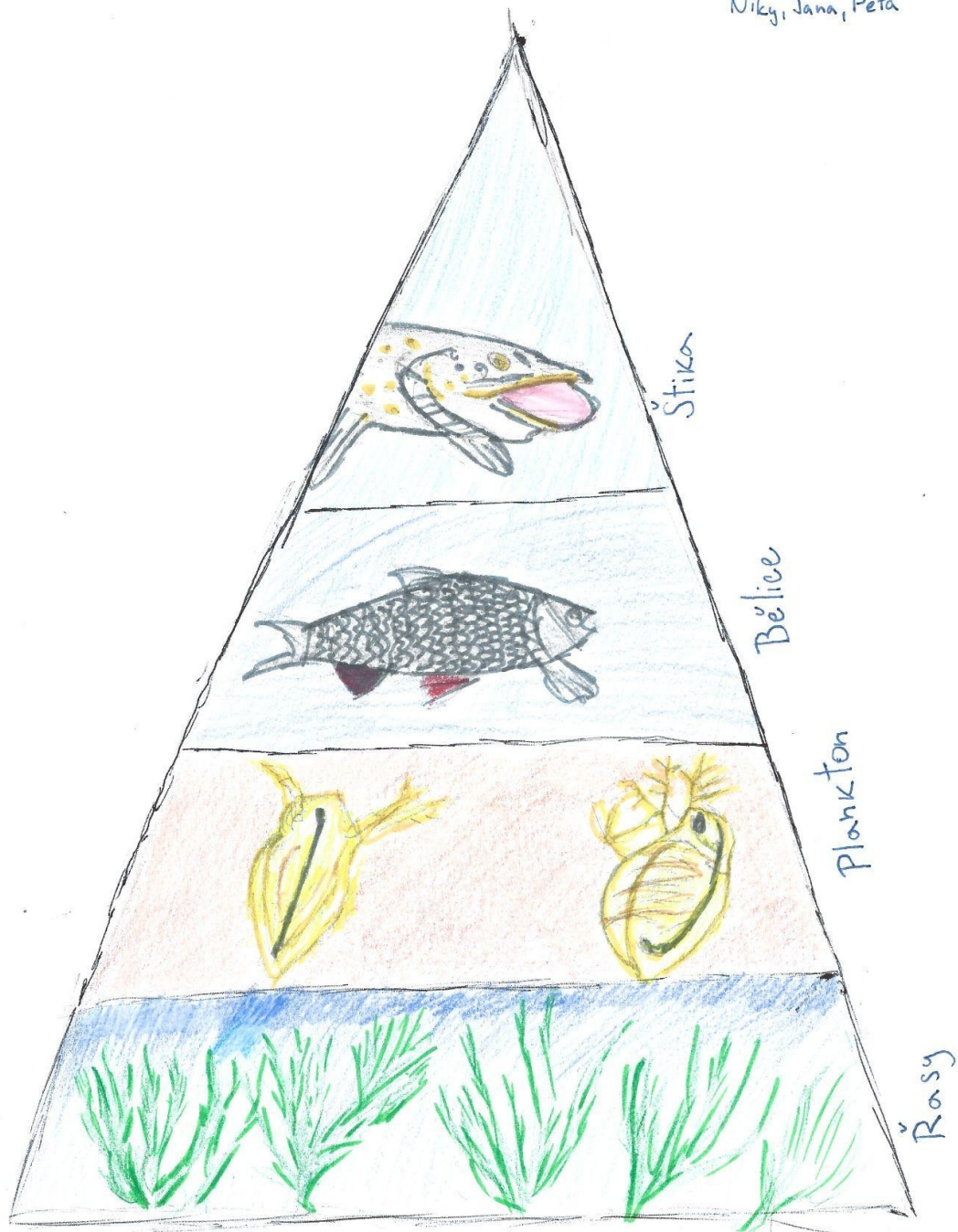


Potravní řetězec 3



Potravní pyramida

Niky, Jana, Pěta

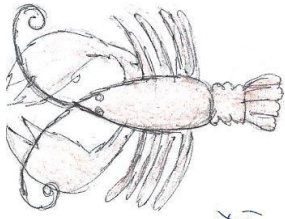


Potravní pyramida

Jaký vodní živočich se živí plžem?

Ježci, zábry, rejsej, ptáček jako jsou drozdli a kosi

Plakát - rak pruhovaný



nesmí se dovážet, chovat, množit,
vyplouštet ani darovat.

čím se žíví rak pruhovaný

- rostlinami

- stejčími listy

- drobnými živočichy

- uhynulými rybami

Limosus

Orcomet



RAK PRUHOVANÝ

žije 2-3 roky

velikost 9-11cm

oranžové konce klepet ohraničené

červenou barvou

do Evropy přivezen 1951.

Typ: sladkovodní členovce

Rozšíření: Severní Amerika, Evropa

50-100 ks vajčiek

Predátor pro raka je

- vydva říční (Lutva lutra)

- nověk americký (Mustela vison)

Plakát - parmička mechová

Parmička mechová

Puntius tetrazona green

Rozmnožování

- třetí rozt, holé dno, trs jemnějších rostlin
- voda: čístejší, o teplotě 22-23 °C
- po nakladení šikar je nutné ihned rýby z nádrže odložit, jelikož požívají šikar



Původ

- z Bornea a Sumatra

Potrava

- suché krmivo
- masí rádi žívou a mraženou potravu
- nitentis, motralkis, komáří larvis
- Fasg
- plankton

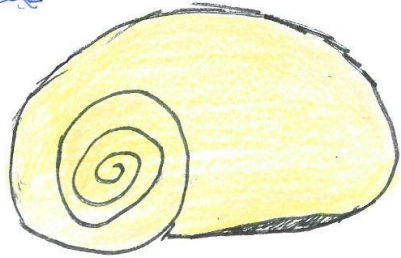
Zásimavosti

- 1-2 cm
- max 15 let
- samci jsou stihlejší, samice plnější v bříšku
- kaprovití
- sedičenská

Plakát - ampulárka žlutá

AMPULÁRKA ŽLUTÁ

Vzhled: výrazně žlutá až
žlutá, barva ulity
může být částečně
průhledná, nebo může
mít až bílou, šedomodrou
nebo oranžovou barvu



Věk: dožívá se až 5 let

Velikost: 5-7 cm

Potrava: Požívá řasy, a brání vzniku
poušek na stěněch

Plakát - pancářík skvrnitý

nerou v bytích brumiva
je anabimů
rybík celha nívdá 4-5 kg

je na k
proudk brnících ryh

je ročkové
chovají se
použ. deštěm
16-20°C

pančří mezi masu
k rodu brydora

velikost: 4 cm
-některí dorůstají
6 cm

je dobre je
chras po
čtyřech měs
více

je so kličma a
mírumborná ryba

PANCĚŘÍK SKVRNITÝ

1. Laboratorní protokol z praktické výuky za použití určovacích karet žáka 6. ročníku

LABORATORNÍ PRÁCE

Datum: 24. 11. 2023

Téma: Příprava a pozorování mikroorganismů

Pomůcky: Mikroskop, vzorek z filtra z akvária, podložní a krycí skličko

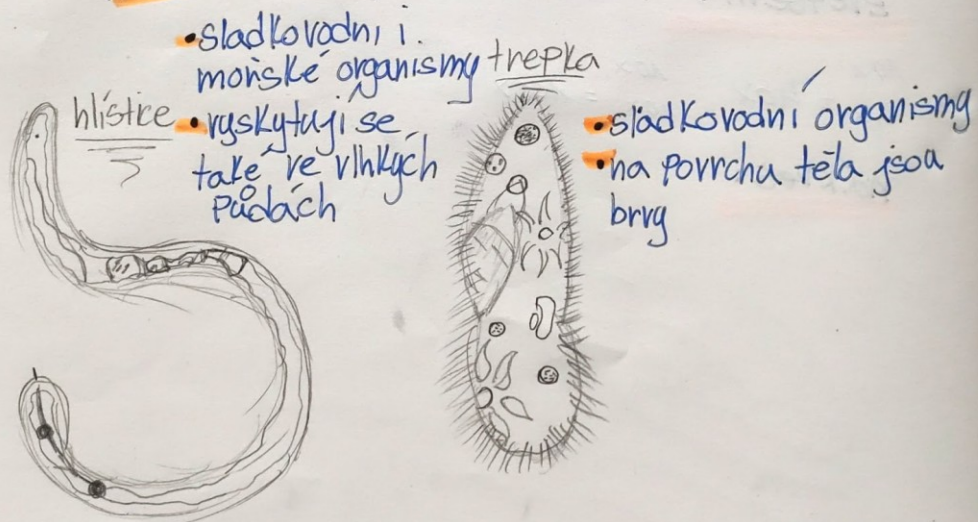
Postup:

1. Připravíme si vzorek z filtra z akvária
2. Na podložní skličko kápneme jednu kapku vz.
3. Přikryjeme krycím skličkem
4. Provedeme nákres a výsledky pozorování zaznamenejeme do závěru.

Název: trepka (Paramecium), hlístice (Nematoda)

Zvětšení: 100x

Nákres:



Závěr: pozorovali jsme mikroorganismy z akvária, např. hlístici, trepku a ještě "mýšky" = D

2. Laboratorní protokol z praktické výuky za použití určovacích karet žáka 6. ročníku

2. laborní práce

datum: 21.11.23

téma: příprava a pozorování mikroorganismů.

POMŮCKY: Mikroskop, vzorek z filtru z akvária, podložení a krycí sklíčko.

- POSTUP: 1. Připravíme si vzorek z filtru z akvária
2. Na podložní sklíčko kápeme 1 kapku vzorku.
3. Přikryjeme krycím sklíčkem, provedeme pozorování pod mikroskopem
4. Provedeme náčrt a výsledky pozorování zaznamenáme

do závěru

NAZEV: Krytenky (Testaceolobosia)

ZVĚTŠENÍ: 100x

NAKRES



ZAŤVĚR: Pozorovali jsme mikroorganismy jako Krytenky a Věrnky

3. Laboratorní protokol z praktické výuky za použití určovacích karet žáka 6. ročníku

Laboratorní práce

DATUM: 24.11.23

Téma: příprava a pozorování mikroorganismů.

Pomůcky: Mikroskop, vzorek z filtru z akvária, podložní a krycí sklíčko.

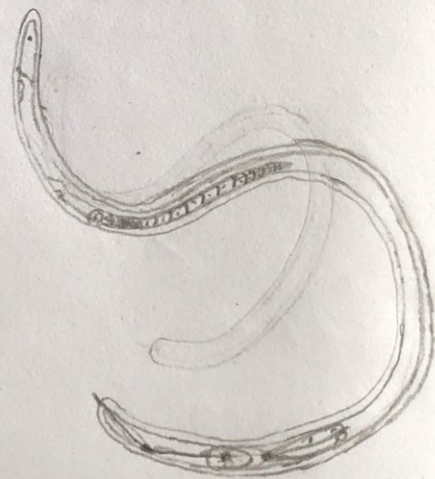
Postup:

1. Připravíme si vzorek z filtru z akvária.
2. Na podložní sklíčko kápneme 1 kapku vzorku.
3. Přikryjeme krycím sklíčkem, provedeme pozorování pod mikroskopem.
4. Provedeme nákrese a výsledky pozorování zaznamenejeme do závěru.

Název:

Zvětšení: 100x

Nákrese:



Závěr: Pozorovali jsme mikroorganismy z akvária např.:
vřnůžka, hlístiči, zelené řasy a další.

Život ve vodě

Datum:

Jména:

Úkol č. 1 - Pozorování prvoků a bezobratlých živočichů

1. Odeber vzorek vody z akvária - stačí přibližně 0,1l s výskytem mikroorganismů. Vzorek odeber z akvariijního filtru.
2. Proveď mikroskopické pozorování odebraného akvariijního vzorku vody
3. Sleduj zastoupení řas, prvoků a mikroskopických bezobratlých živočichů.
4. Můžeš vytvořit dokumentační fotografii

Úkol č. 2 - Morfologie plže ampulárky

1. Sleduj pohybující se ampulárku a její stavbu těla.
2. Zakresli a popiš vnější stavbu těla:
3. Jakou mají tykadla smyslovou funkci? Napiš:
4. Pozoruj radulu při konzumaci potravy.

Úkol č. 3 - Potravní řetězec

1. Pracuj ve skupině
2. proved' pozorování živočichů ve školním akváriu
3. Zamysli se nad potravním řetězcem vodních organismů. Jaké mají mezi sebou vztahy? Diskutuj ve skupině.

Úkol č. 4 - Tvoříme plakát

TÉMA: *Co obývá naše akvárium, Potravní řetězec vodních živočichů, Potravní pyramida vodních živočichů*

- Vyber si konkrétní vodní organismus, který tě zaujal. Najdi informace o jeho potravním chování.
 - Nebo proved' vlastní výzkum o potravním chování vybraného vodního organismu.
- ? Zamysli se: Co konkrétního organismus požívá? Jakým způsobem získává potravu?
- Vytvoř plakát na vybrané téma.

Úkol č. 5 - Prezентujeme svoje plakáty