

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

## **Pojetí výuky tématu sinice a řasy na SŠ**

**Bc. Kateřina Kafková**

Vedoucí práce: Mgr. Petra Vágnerová

**Plzeň, 2017**

## **ZADÁNÍ PRÁCE:**

# Čestné prohlášení

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

Plzeň, 20. dubna 2017

.....  
vlastnoruční podpis

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucí své diplomové práce Mgr. Petře Vágnerové za konzultace a cenné rady. Velice děkuji své nejbližší rodině za pomoc během vypracování diplomové práce, ale hlavně v celém průběhu studia. Na závěr bych chtěla poděkovat svému příteli za morální i psychickou podporu během celého studia na vysoké škole.

# Obsah

<b>1.Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2.Vývoj biologického systému</b> .....	<b>9</b>
2.1 Fylogenetický strom .....	9
2.2 Zakladatelé biologických systémů .....	10
2.3 Charakteristika základních skupin.....	11
2.4 Klasifikace skupiny eukaryot .....	12
2.5 Vývoj systému řas a sinic .....	13
<b>3.Současný stav na SŠ</b> .....	<b>15</b>
3.1 Kurikulární dokumenty .....	15
3.2 Algologie v RVP .....	16
3.3 Učebnice pro SŠ .....	17
<b>4.Metodika práce</b> .....	<b>19</b>
4.1 Metodika šetření .....	19
4.2 Tvorba didaktických materiálů pro učitele .....	20
<b>5.Výsledky dotazníkového šetření</b> .....	<b>22</b>
5.1 Dotazníkové šetření žáků.....	22
5.2 Dotazníkové šetření učitelů .....	26
<b>6.Kompetence a didaktické metody</b> .....	<b>28</b>
6.1 Úvod do učiva sinic a řas.....	28
6.2 Kompetence .....	29
6.3 Didaktické metody a formy v učivu sinic a řas .....	30
<b>7.Sinice (<i>Cyanophyceae</i>)</b> .....	<b>33</b>
7.1 Projekt sinice: .....	40
<b>8.Řasy</b> .....	<b>43</b>
8.1 Krásnoočka ( <i>Euglenophyta</i> ) .....	43
8.2 Obrněnky ( <i>Dinophyta</i> ).....	47
8.3 Zlativky ( <i>Chrysophyceae</i> ) .....	50

8.4	Hnědé řasy ( <i>Pheophyceae</i> ) .....	52
8.5	Rozsivky ( <i>Bacillariophyceae</i> ) .....	54
8.6	Ruduchy ( <i>Rhodophyta</i> ).....	56
8.7	Zelené řasy ( <i>Chlorophyta</i> ).....	57
<b>9.</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>60</b>
9.1	Dotazníkové šetření .....	60
9.2	Srovnání s podobně zaměřenými pracemi.....	63
<b>10.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>65</b>
<b>11.</b>	<b>Resumé.....</b>	<b>67</b>
<b>12.</b>	<b>Zdroje .....</b>	<b>68</b>
<b>13.</b>	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>76</b>
<b>14.</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>77</b>
<b>15.</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>77</b>

# 1. Úvod

Cílem této diplomové práce je vytvoření metodické příručky k problematice sinic a řas a zmapování současného stavu znalostí žáků algologie na středních školách v Ústeckém a Plzeňském kraji.

Úvod diplomové práce předkládá čtenáři strukturu a přehled jednotlivých částí zpracovávaného tématu. Předávání nových vědeckých poznatků by mělo být snahou každého učitele. Vzhledem k tomu, že učivo sinic a řas není na středních školách v České republice většinou řádně vysvětleno a k této problematice se student detailněji propracuje až na vysoké škole, chtěla jsem touto cestou pomoci vyučujícím na středních školách s vytvořením konceptu příprav k výše zmíněné problematice.

Druhá kapitola diplomové práce se věnuje tvorbě biologického systému, fylogenetickým stromům a jejím typům. V této kapitole podrobněji seznamuji čtenáře se samotným vývojem biologického systému a vývojem sinic a řas. Nedílnou součástí druhé kapitoly tvoří podkapitola věnující se teorii endosymbiózy.

Třetí kapitola se zabývá současným stavem systému výuky na středních školách. V kapitole jsou popsány jednotlivé dokumenty, o které se současná výuka ve školství opírá, postavení algologie v rámci vzdělávacího systému a také pohled na učebnicové materiály pro střední školy.

Následující kapitola je věnována metodice diplomové práce, kde důkladně analyzuji postup mého výzkumu.

Pátá kapitola předkládá čtenáři výsledky dotazníkového šetření. Kapitola obsahuje podrobný soupis otázek, kterými se učitelé a žáci zabývali a vyhodnocuje jednotlivé otázky a odpovědi.

Šestá kapitola porovnává didaktické metody, které je možné při výuce sinic a řas využít. Současně se zde zmiňuji o kompetencích rozvíjených v jednotlivých kapitolách výkladu.

Závěrečné kapitoly jsou věnovány charakteristikám jednotlivých systémů. Cílem diplomové práce je vytvoření přehledného návodu pro učitele středních škol, konceptu příprav vyučovacích hodin s doporučením na určité okruhy a aspekty učiva. Přínosem diplomové práce je praktický průvodce se zaměřením na podrobnější detaily problematiky, upozornění na zajímavé oblasti, u kterých je dobré zastavit se a prodiskutovat s žáky jednotlivé pojmy.



## 2. Vývoj biologického systému

Tato kapitola je věnována obecnému náhledu na vznik systému jako takového, na jeho zakladatele a grafický zápis mezi jednotlivými systémy.

### 2.1 Fylogenetický strom

Základem každého systému je fylogenetický strom, jinak také nazývaný „strom života“. Fylogenetický strom je grafické znázornění příbuzenských vztahů mezi různými taxonomickými jednotkami, u nichž předpokládáme, že mají společného předka. Skládá se z větví a uzlů, vrcholy stromu tvoří současné taxony (Macholán, 2014).

V minulosti se taxonomický strom tvořil na základě podobnosti morfologických znaků a podobných životních strategií jednotlivých organismů. V současné době je tvorba fylogenetických stromů založená na molekulárně genetických rozdílech a to díky sekvenování genů (Flegr, 2005).

Zda jsou jednotlivé druhy příbuzné se v současné době posuzuje na základě podobnosti genů či jiných molekulárních znaků. V zobrazení není nutné, aby vystupovaly jednotlivé taxonomické jednotky, nýbrž se můžeme setkat i přímo s biologickými druhy či geny (Flegr, 2005).

Fylogenetický strom se skládá z větví a uzlů. Současné taxony odpovídají terminálním uzlům neboli vrcholům stromu. Každý strom má své charakteristické uspořádání jednotlivých větví. Fylogenetické stromy se neliší jen uspořádáním větví, ale i tím, zda je strom zakořeněný či nikoliv. Nezakořeněný strom nám znázorňuje vztahy mezi taxonomickými jednotkami, avšak není zde specifikován společný předek. U zakořeněného fylogenetického stromu je jeden z vnitřních vrcholů označen jako kořen a ten reprezentuje společného předchůdce všech taxonomických jednotek znázorněných stromem (khanacademy.org).

Jelikož existuje více typů fylogenetických stromů, tak i jednotlivé údaje, které vychází právě z onoho stromu, se liší. S ohledem na typ fylogenetického stromu může

délka hrany ovlivnit míru podobnosti mezi taxonomickými jednotkami či dobu vývoje (Flegr, 2005).

## 2.2 Zakladatelé biologických systémů

Za zakladatele fylogenetiky je považován Charles Darwin, který ve své knize *O původu druhů* nakreslil schéma vysvětlující základní princip biologické evoluce, avšak termín fylogeneze byl poprvé použit německým biologem Ernstem Haeckelem (Kalina a Váňa, 2005). Pro tohoto vědce termín fylogeneze představoval nejen historický vývoj druhů, ale i celých skupin organismů. Ernst Haeckel vyjadřoval vztahy mezi organismy pomocí fylogenetických stromů, kde vývojově dokonalejší organismy měly za předky vývojově jednodušší organismy, avšak Ernst Haeckel se svým systémem přišel až po Carlu Linném (Kalina a Váňa, 2005).

Carl Linné ve svém desátém vydání díla *Systema naturae* jako první ucelil systematiku organismů (Macháček a kol., 2016). Zde člení přírodu na tři říše: živočichové (*Animalia*), rostliny (*Vegetabile*), „kameny“ (*Lapides*). Mikroskopické jednobuněčné organismy byly problematickou skupinou. Nebylo jasné, zda mikroskopické jednobuněčné organismy jsou podobné buď rostlinám, nebo živočichům. Avšak s objevem mikroskopu Antoniem van Leeuwenhoekem se rozvoj systematiky posunul. Pro vědecké pracovníky bylo neustále problematické zařazení mikroskopických organismů, a tak pro ně vytvářeli vlastní skupiny jako *Protista*, *Protozoa*. Nejvíce se ujal koncept Ernsta Haeckla, jenž do *Protista* zahrnul organismy na úrovni buněk. Ve svém fylogenetickém stromu poukázal na nejednotnost zařazení řas do systému. Makroskopické řasy byly zařazeny do rostlinné části stromu, zatímco mikroskopické patřila do *Protista* (Flegr, 2005).

Velmi významný milník nastal v systematice díky Edouardu Chattonovi, který rozdělil organismy na *Prokaryota* a *Eukaryota*, podle charakteru jádra. Dalším významným mezníkem se stal rok 1967, kdy pro houby byla vytvořena samostatná říše. Tuto skutečnost přinesl Robert Harding Whittaker zavádějící systém pěti říší a to: *Plantae*, *Fungi*, *Animalia*, *Protista*, *Monera* (moloch.cz). Whittaker zároveň navrhl rozdělení na základě potravních preferencí jednotlivých druhů. S tímto členěním se setkáváme na středních školách dodnes a to především s dělením organismů do skupin: houby, rostliny a živočichové (moloch.cz).

O několik let později Thomas Cavalier-Smith upravuje rozdělení organismů již na základě poznatků z molekulární biologie a fylogenetiky (Cavalier-Smith, 1996). Thomas Cavalier-Smith přeměňuje *Protista* na *Protozoa* a *Monera* v *Prokaryota*, ale především zavádí skupinu *Chromista*. V roce 1981 zavedl koncept 7 eukaryotických říší: *Fungi*, *Animalia*, *Biliphyta*, *Viridiplantae*, *Euglenozoa*, *Protista*, *Chromista* (Macháček a kol., 2016).

Dnes je nejčastěji uváděný systém z roku 2012 představený Sin Adlem členícím eukaryotní organismy na: *Opisthokonta*, *Amoebozoa*, *Excavata*, *Archeplastida* a SAR. Skupina SAR zahrnuje *Rhizaria*, *Alveolata*, *Stramenopila*. Systém v současné době rozdělený na 3 základní říše nemusí být konečný, jelikož genetické poznatky nám neustále upřesňují informace o jednotlivých druzích. V současnosti se vychází ze skupin: *Archeabacteria*, *Eubacteria*, *Eukaryota* a nyní se zvažuje samostatná skupina *Viruses* (Macháček a kol., 2016).

## 2.3 Charakteristika základních skupin

*Archeabacteria*, taktéž *Archea*, mají jednoduchou stavbu buňky. Jsou to typické prokaryotické organismy, u kterých chybí jádro i mikrotubulární skelet či vnitřní membrány. Buněčná stěna je tvořena z pseudopeptidoglykanu či proteinu. *Archea* se vyskytují v podmínkách podobných těm, jež byly na Zemi před třemi miliardami let, což jsou podmínky anaerobní, s vysokou teplotou, s vysokou koncentrací metanu, solí apod. Jejich velikost se obvykle pohybuje na hranici rozlišovací schopnosti optického mikroskopu (Cavalier-Smith, 1996).

*Eubacteria* jsou zastoupeny pouze jednou říší *Bacteria*. Stejně jako u *Archeabacteria* chybí jádro a cytoskelet. Jejich protoplast je pokryt buněčnou stěnou dělicí se do dvou skupin. První jsou grampozitivní bakterie a druhé gramnegativní. Rozdíl je v barvitelnosti jejich buněčné stěny a následném vymývání. Pokud obarvíme buněčnou stěnu grampozitivní bakterií, tak i po delším vymývání pomocí lihu zůstane barvivo v buněčné stěně zafixované. U gramnegativních bakterií je tomu tak, že barvivo se působením lihu vymývá (Kalina a Váňa, 2005). Podrobnějším rozepsáním skupiny *Eubacteria* a jejím oddělením sinic se zabývá kapitola sedm.

*Eukaryota* zahrnují veškeré vyšší organismy na Zemi. Patří sem jak jednobuněčné organismy, tak i mnohobuněčné. I přesto, že základní stavba buňky je stejná, jejich životní strategie se liší mezi jednobuněčnými a mnohobuněčnými. U mnohobuněčných organismů jsou vyvinuta specializovaná pletiva, tkáně. Stavba eukaryotické buňky už je mnohem dokonalejší, než tomu bylo u buněk prokaryotických. Všechny eukaryotické organismy mají jádro, jež je pokryté jaderným obalem. U fototrofních organismů nacházíme chloroplasty.

## 2.4 Klasifikace skupiny eukaryot

Jeden ze zásadních systematických rozdílů oproti roku 2005 je rozpad superskupiny *Chromalveolata*. Původní taxony *Chromalveolata*: *Stramenopila* a *Alveolata* vytvořily spolu s dřívější superskupinou *Rhizaria* novou superskupinu SAR (Burki a kol., 2007). Název SAR pochází právě z prvních písmen tvořících tuto skupinu (*Stramenopila*, *Alveolata*, *Rhizaria*). Další změnou je nejasná systematická pozice skupiny *Haptophyta* a *Cryptophyta*. Superskupina SAR nyní zahrnuje *Polycystinea*, *Foraminifera*, *Cercozoa*, *Alveolata*, *Stramenopiles* (tolweb.org).

*Archaeplastida* je skupina mající chloroplast pocházející od sinic. Buněčná stěna *Archaeplastida*, mající za zásobní látku škrob, je z celulózy. Vyskytuje se ve všech biotopech a je nejúspěšnější evoluční skupinou, protože právě z této skupiny se vyvinuly suchozemské rostliny. Patří sem skupiny *Rhodophyceae*, *Chloroplastida*, *Glaucophyta* (Macháček a kol., 2016).

*Excavata* jsou jednobuněčné, většinou heterotrofní, organismy. Někteří zástupci ze skupiny *Excavata* mají modifikovanou mitochondrii v tzv. kinetoplast. Kinetoplast neslouží pro oxidační fosforylaci. Druhy mající kinetoplast se vyskytují v prostředí chudém na kyslík. Patří sem *Discoba*, *Malawimonas*, *Metamonada* (Kalina a Váňa, 2005).

Skupina *Amebozoa* je charakteristická amébovitým pohybem pomocí panožek s proudící cytoplazmou, což jsou lobopodie. Jejich buňky mohou či nemusí mít schránky. Obvykle se jedná o jednojaderné organismy tvořící cysty. Pokud jsou jednobíčíkatí, tak případná bíčíkatá stadia mají obvykle jeden mastigont. Mezi základní skupiny patřící do *Amebozoa* jsou hlenky, lobózní améby (Macháček a kol., 2016).

*Opisthokonta* je skupina zahrnující organismus mající pouze jeden zadní bičík bez mastigonemat, alespoň u jednoho životního stadia. Výjimečně dochází u skupiny *Opisthokonta* k sekundární ztrátě bičíku. *Opisthokonta* mají dvě bazální tělíska nebo centrioly. Do skupiny *Opisthokonta* patří živočichové (*Animalia*), pravé houby (*Fungi*), trubénky (*Choanoflagellida*), nukleárie, plísňovky (Macháček a kol., 2016).

## 2.5 Vývoj systému řas a sinic

Samostatný vývoj jednotlivých linií byl rozebrán v předchozí kapitole, nyní se zaměřím pouze na systém řas a sinic. Teorie endosymbiózy je nedílnou součástí veškerého výkladu o stavbě buňky. Endosymbióza je proces vzniku chloroplastu a mitochondrií (Martin a Embley, 2004).

### 2.5.1 Teorie endosymbiózy

O endosymbióze se jako první zmiňuje Konstantin Sergejevič Merežkovskij. Avšak nejvíce spojované jméno s teorií endosymbiózy je Lynn Margulisová.

Endosymbiotická teorie říká, že chloroplasty i mitochondrie byly původně samostatně žijící bakterie, jež v průběhu času pohltily eukaryotní buňky a začlenily si ji do sebe. Chloroplasty a mitochondrie se označují jako semiautonómni organely (Okamoto a Inouye, 2005).

Doklad o tom, že mitochondrie jsou opravdu semiautonómni a vznikly endosymbiózou, dokazuje to, že mitochondrie mají vlastní DNA, která je kružnicová jako u prokaryot, rozmnožují se dělením jako prokaryotické buňky, mají vlastní ribozomy prokaryotického typu (jsou menší než eukaryotické), nechybí vlastní syntéza bílkovin (Alberts a kol., 1998).

Proces, jímž vznikly mitochondrie, se uskutečnil jen jednou v průběhu evoluce. Naopak chloroplasty vznikly několikrát nezávisle na sobě a tím vznikly nezávislé příbuzenské skupiny (Okamoto a Inouye, 2005).

Endosymbiózu dělíme na primární, sekundární a terciární. V primární fázi došlo k tomu, že eukaryotická buňka, která už získala mitochondrie, pozřela sinicovou buňku pomocí fagocytózy. Avšak nedošlo ke strávení buňky a společnou koevolucí těchto dvou

organismů se vyvinula buněčná organela označovaná jako plastid. Důkazem endosymbiotického původu plastidů je především semiautonomita, ale také obal tvořený dvěma membránami. Obě membrány plastidů jsou sinicového původu. Fagozom, jímž byla pohlcená sinice obalena, zanikl. Z eukaryot, jež prošly tímto typem endosymbiózy, se vyvinuly tři skupiny řas a to v širším slova smyslu zelené řasy (*Chlorophyta*, *Streptophyta*), ruduchy (*Rhodophyta*) a *Glaucophyta*. V současné době jsou tato řasová oddělení začleněna do skupiny *Archaeplastida*. V této skupině jsou proto, že se jedná o skupinu s nejstaršími plastidy (Oborník, 2009).

V sekundární fázi eukaryotická buňka nemající ještě chloroplasty pohltí menší eukaryotickou buňku mající už chloroplasty. Eukaryotická buňka získává chloroplasty primární endosymbiózou. Sekundární endosymbióza proběhla v evoluci minimálně třikrát, vznikly ostatní řasové skupiny. Hnědé řasy získaly své chloroplasty pohlcením ruduchy, jedná se o skupiny *Ochrophyta*, *Stramenopila*, skrytěnky (*Cryptophyta*), obrněnky (*Dinophyta*) a *Haptophyta*. Krásnoočka (*Euglenophyta*) vznikla pohlcením zelené řasy prvokem, jenž je příbuzný současným trypanozomám. Jakmile se tento proces opakoval podruhé, ale zelená řasa byla pohlcena měňavkou, vznikla skupina *Chlorarachniophyta*. Takto získané chloroplasty mají na svém povrchu o jednu biomembránu navíc, tedy tři. Pod vnější membránou nacházíme organelu představující pozůstatek jádra pohlcené eukaryotní buňky (Oborník, 2009).

Terciární endosymbióza proběhla pohlcením chloroplastů eukaryotní buňky s chloroplasty získanými sekundární endosymbiózou. Chloroplasty získané tímto způsobem mají na svém povrchu čtyři membrány. Tento typ chloroplastů nacházíme u obrněnek (Kalina a Váňa, 2005).

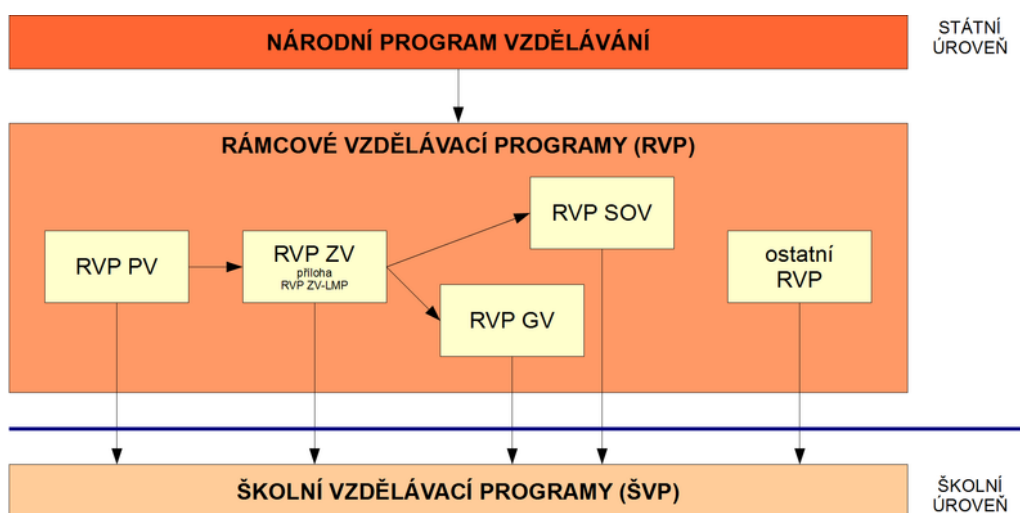
Avšak endosymbióza není jediný způsob, jak mohou organismy získat chloroplasty. V přírodě dochází ke krádeži chloroplastů, tento typ chloroplastů se nazývá kleptoplastidy. Toto se odehrává u mořských měkkýšů živících se rostlinnou stravou. Měkkýši vysají pomocí bodce zelenou řasu i s chloroplasty a ty po té přežívají v těle měkkýšů po dobu několika dnů či týdnů a mají stále zachovanou svou fotosyntetickou aktivitu.

### 3. Současný stav na SŠ

Jelikož většina dnešních středních škol má velký problém se zařazením řas a sinic do systému učiva, jsou mnohokrát jen okrajovým tématem. Není se ovšem čemu divit, jelikož postavení této skupiny v rámcovém vzdělávacím programu nepřikazuje výuku řas a sinic. Dalším důvodem, proč problém nastává, je ten, že vyučující na středních školách stále používají systém z roku 1967, kde se organismy členily pouze na rostliny, živočichy a houby. Učitelé nemohou hledat ani oporu pro výuku v běžně dostupných učebnicích biologie pro střední školy v českém jazyce, protože ani tyto publikace se neshodují v systému.

#### 3.1 Kurikulární dokumenty

Pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let jsou zavedeny kurikulární dokumenty, jež byly zformulovány v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR (tzv. Bílé knize) a jsou zakotveny v zákoně č. 561/2004 Sb., zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání. Nový systém vzdělávání byl schválen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a tím změnil dosavadní systém kurikulárních dokumentů (rvp.cz).



Obrázek 1: Kurikulární dokumenty  
Zdroj: www.cs.wikipedia.org, (Mižoch)

### 3.1.1 Národní program vzdělávání ČR

Národní program vzdělávání ČR je správný název pro často uváděný název Bílá kniha. Bílá kniha je dokument formující vládní strategii v oblasti vzdělávání a to jak v podobě myšlenkových východisek, tak i obecných záměrů a rozvojových programů, jež jsou směrodatné pro vývoj vzdělávací soustavy. Zároveň je otevřeným materiálem, který by měl být v pravidelných intervalech revidován a obnovován (Skalková, 2007).

### 3.1.2 Rámcový vzdělávací program

Rámcový vzdělávací program vychází z Národního programu pro rozvoj vzdělávání v České republice. Je definován pro jednotlivé úrovně vzdělávání (předškolní, základní a střední), vychází z celoživotního vzdělávání. Jeho hlavním úkolem je konkretizování obecného cíle vzdělávání. Nedílnou součástí je specifikace klíčových kompetencí důležitých pro rozvoj osobnosti žáků, charakterizování očekávaných výstupů vzdělávání a stanovení rámce pro tvorbu školních vzdělávacích programů. Rámcové i školní vzdělávací programy jsou veřejnými dokumenty přístupnými pro pedagogickou i nepedagogickou veřejnost (Skalková, 2007).

## 3.2 Algologie v RVP

Při bližším pohledu na rámcový vzdělávací program je zřejmé, že příliš zmínek o algologii zde nenalezneme. V rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia se sinicemi a řasami vůbec nesetkáme v oblasti: Člověk a příroda, vzdělávací obor Biologie. Jediným možným případem, kde by se vyučující mohl zabývat algologií, je v tematickém okruhu Biologie rostlin v očekávaných výstupech stélkatých rostlin (Balada a kol., 2007).

Zařadit řasy do výuky je složité, protože taxonomicky jsou řazeny do různých systematických jednotek i různých říší. Z tohoto důvodu je nutné uvedení všech tematických celků, ve kterých se řasy podle rámcového vzdělávacího programu probírají.

Problematika sinic a řas je zakomponovaná ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda ve vzdělávacím oboru biologie a tematickém celku Biologie *Protist*. V této oblasti se očekává, že žák charakterizuje *Protista* z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska. Druhým tematickým celkem, v němž je problematika řas zařazena, je tematický



celek Biologie rostlin. V očekávaných výstupech je uvedeno, že žák popíše stavbu těl rostlin, stavbu a funkci rostlinných orgánů, objasní princip životních cyklů a způsoby rozmnožování rostlin, porovná společné a rozdílné vlastnosti stélkatých a cévnatých rostlin, pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné rostlinné druhy a uvede jejich ekologické nároky, zhodnotí rostliny jako primární producenty biomasy a možnosti využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti, posoudí vliv životních podmínek na stavbu a funkci rostlinného těla, zhodnotí problematiku ohrožených rostlinných druhů a možnosti jejich ochrany (Balada a kol., 2007).

### 3.3 Učebnice pro SŠ

Učebnice pro střední školy se tematice sinic a řas věnují v odlišné míře a používají různé systémy uspořádání živých organismů. V následujících podkapitolách jsou jednotlivé učebnice rozebrány podrobněji.

#### **Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2004)**

Učebnice zahrnuje veškeré učivo pro čtyřletá gymnázia. Velkým kladem učebnice je obsáhlá obrazová příloha, návrhy k procvičování i k laboratornímu cvičení. Systém organismů je rozčleněn na bakterie (*Bacteria*), *Archaea* a *Eukarya*. *Eukarya* je rozdělena do pěti říší a to na rostliny (*Plantae*), houby (*Fungi*), prvoky (*Protozoa*), živočichy *Animalia* a chromisty (*Chromista*) (Jelínek a Zicháček, 2006).

Sinice (*Cyanophyta*) jsou zařazené do podkapitoly *Prokaryota*. V kapitole *Prokaryota* je rozsáhlý popis stavby prokaryotické buňky včetně nákresů. U sinic (*Cyanophyta*) jsou vypsána jednotlivá barviva, rozdělení sinic na jednobuněčné a vláknité, proces jejich rozmnožování, ekologie této skupiny a její zástupci. V učebnici se žáci setkávají pouze okrajově s rodem *Anabaena* a to jen jako zástupce vláknitých sinic. Mezi další uvedené zástupce patří *Trichodesmus erthyraeum* jako představitel rodu *Nostoc* (Jelínek a Zicháček, 2006).

Řasy jsou zařazené do říše prvoků (*Protozoa*), chromist (*Chromista*) a rostlin (*Plantae*). Říše rostlin (*Plantae*) je členěna na dvě podříše: *Protobionta* - Nižší rostliny,

kam jsou zařazeny zelené a spájkivé řasy, a *Cormobionta* - Vyšší rostliny, kde jsou zařazeny ostatní, nestélkaté, rostliny (Jelínek a Zicháček, 2006). Charakteristika jednotlivých skupin je velmi stručná, avšak u většiny skupin je rozepsán životní cyklus, který zabírá většinu výkladu skupiny.

### **Biologie rostlin (Kincl a kol., 2006)**

Jak již název knihy napovídá, učebnice se zaměřuje pouze na botanický aspekt biologie. Řasy jsou rozděleny do říše prvoci (*Protozoa*), *Chromista* a rostliny (*Plantae*). Avšak na mnohých školách pracují učitelé se starším vydáním, kde jsou řasy řazeny do říše rostlin (*Plantae*) a podříše nižší rostliny (*Thallobionta*) (Kincl a kol., 2006).

Jedním z pozitiv této učebnice je ucelený pohled na základní charakteristiku řas. Jednotlivé informace jsou vypsané v tabulce a pro žáka je to velmi přehledné. Jsou zde uvedené informace o barvivech jednotlivých skupin, zásobních látkách a typu stélky (Kincl a kol., 2006).

Na konci celé problematiky řas jsou kontrolní otázky a úkoly sloužící spíše učitelům například k sestavení testu.

### **Botanika (Kubát a kol., 1998)**

Učivo má vyčleněnou samostatnou kapitolu s názvem Systém a evoluce řas. Jednotlivé kapitoly v učebnici pochází od různých autorů, kapitolu Systém a evoluce řas napsal Tomáš Kalina. Nejprve je v učebnici popis jednotlivých stélek řas a zároveň je u každého typu stélky uveden zástupce. Řasy jsou členěny do skupiny Prvoci, *Chromista*, a Rostliny (*Plantae*). V učebnici se setkáme se zástupci ruduch (*Rhodophyta*), obrněnek (*Dinophyta*), skrytěnek (*Cryptophyta*), zlativkami (*Chysrophyceae*), rozsivkami (*Bacillariophyceae*), hnědými řasami (*Phaeophyceae*), různobrvkami (*Xanthophyceae*), krásnoočkami (*Euglenophyta*) a zelenými řasami (*Chlorophyta*). Kniha ovšem postrádá sinice jako celek (Kubát a kol., 1998).

## 4. Metodika práce

V rámci této diplomové práce byly navrženy a vytvořeny výukové a studijní materiály pro učitele biologie, a dále proběhlo dotazníkové šetření mezi učiteli i žáky.

### 4.1 Metodika šetření

Při tvorbě diplomové práce bylo realizováno dotazníkové šetření pro učitele a žáky. Dotazník pro žáky obsahoval třináct otázek zaměřených jak na obecné poznatky o sinicích a řasách, tak i na všeobecnou výuku biologie. Jejich cíle bylo zjistit, jak žáci sami vnímají výuku biologie v širším pojetí. Zda je pro ně výuka tohoto předmětu náročná, nebo s ní naopak nemají problémy. U žáků se jednalo pouze o uzavřené otázky s možností jedné správné odpovědi.

Dotazník pro učitele se skládal z třinácti otázek zaměřených na výuku biologie obecně a výuku sinic a řas. U učitelů šetření zjišťovalo, zda pracují se současným systémem a také zda se dále vzdělávají v rámci svého předmětu. Otázky pro učitele byly jak otevřeného, tak uzavřeného typu.

Dotazníky byly rozeslány na čtrnáct škol. Do výzkumu byla zahrnuta gymnázia, střední odborné školy i střední odborná učiliště.

Dotazníkové šetření probíhalo internetovou formou přes web [survio.com](http://survio.com), kde byl vytvořen dotazník jak pro žáky, tak i pro učitele a byly jim odeslány pouze odkazy na jednotlivé dotazníky.

Osloveny byly následující školy: Gymnázium v Žatci, Gymnázium v Chomutově, Gymnázium v Děčíně, Gymnázium v Sušici, Podkrušnohorské gymnázium v Mostě, Gymnázium v Klatovech, Gymnázium a Střední odborné učiliště v Plasích, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště v Sušici, Střední odborné učiliště a Střední odborná škola v Žatci, Střední odborné učiliště v Domažlicích, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště v Horšovském Týně, Vyšší odborná škola ekonomická, sociální a zdravotnická, Obchodní akademie, Střední pedagogická škola a Střední zdravotnická škola v Mostě, Střední průmyslová škola stavební a Obchodní akademie v Kadani, Střední

odborná škola energetická a stavební, Obchodní akademie a Střední zdravotnická škola v Chomutově.

## 4.2 Tvorba didaktických materiálů pro učitele

Při zpracování tématu sinic a řas byla klíčová snaha vytvořit materiál, který by mohl posloužit učitelům pro lepší uchopení výuky sinic a řas. Výukový materiál byl psán jako metodická příručka pro učitele středních škol. Každá kapitola byla rozdělena na menší celky, aby byla možnost lepší orientace v textu. Za jednotlivými skupinami organismů byly umístěny didaktické poznámky pro učitele. Poznámky byly v textu označeny [D]. Jedná se o návrhy k diskuzím, brainstormingu, laboratornímu cvičení, opakování či mezioborové vztahy. Ve výukovém materiálu jsou přiložené jednotlivé návody na laboratorní cvičení. Návody jsou nejprve zpracované pro učitele, kde nalezneme metodické poznámky, podrobnosti k odběru materiálu. Poté jsou vytvořeny návody pro žáky s teorií o daném tématu, postup práce a grafické rozvržení návodů.

Pro začínajícího učitele je velmi obtížné zakomponovat všechny aspekty vyučování, jako jsou mezioborové vztahy, brainstorming do výuky. Při tvorbě materiálů proto byly využity také konzultace se zkušenými pedagogy, kteří se podělili o zkušenosti s tím, které části výuky jsou pro ně samotné problematické a chtěli by je více rozepsat, a které naopak dělají problém žákům.

Žáci mají všeobecně problém s tím, aby si organismus představili, a proto byla k metodickému materiálu vytvořena i obrázková příloha, která by měla učiteli usnadnit výuku.

Dále je ve výukovém materiálu slovníček pojmů obsahující cizí pojmy, se kterými se žáci v průběhu výuky sinic a řas seznámí. Slovníček pojmů má dvě podoby. Vyplněný slouží pro učitele jako kontrola, prázdný je možné využít jako výukový materiál pro žáky. Nevyplněný slovníček pojmů si učitel může rozdělit na pojmy, které bude probírat v tématu sinic a po té druhou část slovníčku na pojmy probírané při výuce řas. Slovníček pojmů slouží žákům k lepší orientaci v cizích pojmech.

Do příloh byl také vložen obrazový materiál, tvořený fotografiemi. Část fotografií poskytla Bc. Eliška Valešová a druhou část Mgr. Petra Vágnerová. Obě autorky mi daly svůj laskavý souhlas k využití jejich fotografií pro diplomovou práci.

## 5. Výsledky dotazníkového šetření

### 5.1 Dotazníkové šetření žáků

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 326 žáků ze všech typů dotazovaných škol. První otázka se týkala školy, jakou žáci studují, aby bylo možné zhodnotit, zda se výzkumu zúčastnili žáci ze všech typů škol.

1) Na jaké škole studujete:	Počet respondentů:
Gymnázium	133
Obchodní akademie	42
Střední odborné učiliště	12
Střední zemědělská škola	36
Střední průmyslová škola	55
Střední zdravotnická škola	48

**Tabulka 1:** Počty respondentů jednotlivých škol

Ve druhé otázce jsem se zabývala náročností výuky biologie pro žáky. Otázka zněla: „Je pro vás výuka biologie náročná?“ Respondenti měli na výběr z možností ano, spíše ano, spíše ne a ne. Výsledkem bylo, že pro většinu žáků je výuka biologie vnímána jako spíše náročná.

2) Je pro vás výuka biologie náročná?	Počet respondentů:
Ano	92
Spíše ano	115
Spíše ne	71
Ne	48

**Tabulka 2:** Odpovědi týkající se náročnosti biologie

Jako další mě zajímala četnost výskytu laboratorních cvičení na středních školách. Laboratorní cvičení z biologie probíhají na většině středních, dotazovaných škol.

<b>3) Probíhají na vaší škole laboratorní cvičení?</b>	Počet respondentů:
Ano	320
Ne	6

**Tabulka 3: Odpovědi na četnost laboratorního cvičení**

Čtvrtá otázka byla pouze pro žáky, kteří prošli laboratorním cvičením z biologie. V této otázce jsem se zajímala o to, zda je pro žáky laboratorní cvičení ze sinic a řas přínosné z hlediska zlepšení představivosti o reálném vzhledu sinic, řas. Odpovědi žáků byly celkem vyrovnané.

<b>4) Byla pro vás laboratorní cvičení ze sinic a řas přínosná, kvůli zlepšení představivosti o reálném vzhledu sinic, řas?</b>	Počet respondentů:
Ano	185
Ne	141

**Tabulka 4: Odpovědi na přínos laboratorních cvičení**

V páté otázce jsem se zaměřila na zájem žáků o učivo sinic a řas. Ve valné většině žáci odpovídali, že nemají zájem o rozšíření učiva sinic a řas.

<b>5) Chtěli byste se o sinicích a řasách učit podrobněji?</b>	Počet respondentů:
Ano	29
Spíše ano	19
Spíše ne	172
Ne	106

**Tabulka 5: Odpovědi k zájmu o rozšíření učiva sinic a řas**

Další část dotazníkového šetření se zabývala spíše vědomostním aspektem. Otázka se číslo šest se týkala znalosti současného systému. Ve většině případů byly odpovědi záporné. Žáci systém vůbec neznají a nikdy o něm neslyšeli.

<b>6) Znáte říše: <i>Excavata</i>, <i>Archaeplastida</i>, <i>Chromalveolata</i>, <i>SAR</i>?</b>	Počet respondentů:
Ano, někdy už jsem slyšel/a, že existují	137
Ano, běžně s nimi pracujeme	0
Ne, vůbec nevím, že něco takového existuje	189

**Tabulka 6: Odpovědi na znalost současného systému**

Mezi další znalostí dotazy jsem zařadila otázku týkající nebezpečnosti sinic pro člověka. Žáci měli sami zhodnotit, zda se mezi sinicemi vyskytují rody, které jsou pro člověka nebezpečné. Žáci odpovídali převážně kladnými odpověďmi.

<b>7) Mohou být některé sinice pro člověka nebezpečné?</b>	Počet respondentů:
Ano	227
Ne	17
Nevím	82

**Tabulka 7: Odpovědi k toxicitě sinic**

Otázku číslo osm jsem zaměřila na znalost typu buněk u sinic. Zajímalo mě, zda žáci vědí, jaký typ buňky u sinic nalezneme. I přesto, že jedná o základní informaci o sinicích, tak výsledek nebyl zcela přesvědčivý.

<b>8) Jaký typ buněk se vykytuje u sinic</b>	Počet respondentů:
Prokaryotický	149
Eukaryotický	81
Prokaryotický i eukaryotický	13
Nevím	83

**Tabulka 8: Odpovědi k sinicové buňce**



Posledním dotazem týkající se sinic byla otázka na schopnost fotosyntetizovat. Zajímalo mě, zda žáci vědí o schopnosti fotosyntézy u sinic a tím pádem i znají jejich důležitou roli při rozvoji organismů vázaných na kyslík. Průzkum ukázal, že žáci jsou s tímto faktem velmi dobře obeznámeni.

<b>9) Jsou sinice schopné fotosyntézy?</b>	Počet respondentů:
Ano	215
Ne	71
Nevím	40

**Tabulka 9: Odpovědi na schopnost sinic fotosyntetizovat**

V další otázce jsem se už zabývala řasami a to konkrétně zelenými řasami. Zajímalo mě, zda žáci tuší, že zelené řasy nejsou všechny zelené, ale zahrnují i zástupce oranžových a dalších barev. Žáci ve většině dokázali odpovědět správně, Vědí, že barva u všech není zelená, avšak nejednalo se o drtivou většinu.

<b>10) Zelené řasy jsou:</b>	Počet respondentů:
Všechny zelené	71
Některé zelené	129
Název nemá nic společného s barvou	42
Nevím	84

**Tabulka 10: Odpovědi na barvu zelených řas**

Otázku číslo jedenáct jsem zaměřila na rozsivky a jejich schránku. Zajímalo mě, zda žáci znají stavbu rozsivek a jejich schránku. Ve valné většině žáci netušili, že frustula je schránka rozsivek.

<b>11) Frustula je:</b>	Počet respondentů:
Organela rozsivek	10
Zásobní látka rozsivek	23
Schránka rozsivek	52
Nevím	241

**Tabulka 11: Odpovědi týkající se frustuly**

Následující otázku jsem zaměřila na všeobecnou znalost týkající se výskytu krásnooček v České republice. Žáci odpovídali na dotaz, jestli se krásnoočka v České republice běžně vyskytují.

<b>12) Krásnoočka:</b>	Počet respondentů:
Se v ČR vyskytují nevyskytují	7
Se v ČR vyskytují ojediněle	51
Se v ČR vyskytují běžně	205
Nevím	63

**Tabulka 12: Odpovědi k výskytu krásnooček v ČR**

Poslední otázka v dotazníkovém šetření žáků byla zaměřena na základní znalost o chloroplastu. Zajímalo mě, zda žáci mají základní znalost o této organelu. Žáci byli schopni určit, že chloroplast je semiautonomní organelou.

<b>13) Chloroplast je:</b>	Počet respondentů:
Semiautonomní organela	218
Organela pohybu	14
Organela trávení	29
Nevím	65

**Tabulka 13: Odpovědi ke znalosti chloroplastu**

## **5.2 Dotazníkové šetření učitelů**

Pro učitele jsem vytvořila třináct otázek, které se týkaly nejen samotné výuky sinic a řas, ale také materiálů požívaných materiálů při výuce, školení apod.

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 23 učitelů ze všech typů středních škol. Většina vyučujících se shodla na počtu hodin věnovaných problematice sinic a tou byla pouze jedna hodinu. Velmi zarážející ovšem bylo, že deset vyučujících se problematice řas věnuje také jednu hodinu. Po té se počet hodin lišil, ale nejčastěji se vyučující věnují řasám okolo čtyř hodin.

Sami učitelé se neshodli v systematickém zařazení řas do skupiny. Z dotazovaných učitelů jich 2 řadí řasy mezi *Chromista*, 3 pouze mezi rostliny, 16 mezi nižší rostliny a 2 do *Thallobionta*. Žádný učitel však neuvedl více skupin, vždy se jednalo pouze o jednu skupinu. Současné systematické členění nepoužívá žádný učitel k běžnému výkladu. Jestliže se už o něm zmíní, tak pouze okrajově.

Z dotazovaných učitelů 15 zmínilo, že mimo klasickou výuku se věnují i laboratorním pracím. Překvapivá byla ovšem odpověď týkající se průběhu laboratorních prací, kde dokonce 13 učitelů odpovědělo, že se problematice sinic a řas se věnují pouze jednu hodinu, většinou mikroskopují zrněnku (*Pleurococcus*). Pozitivním zjištěním bylo využívání obrazového materiálu k výuce.

V dalším vzdělávání pedagogických pracovníků se bohužel žádný z dotazovaných nezúčastňuje školení zaměřeného na sinice a řasy.

15 dotázaných učitelů se domnívá, že žáci nejsou schopni problematiku systému pochopit. U ostatních dotázaných se vyskytovala často shodná odpověď. Náročnost tohoto učiva je problematická díky názvům skupin latinsky.

8 vyučujících odpovědělo, že žáky učí pouze podle učebnice Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2004), dalších 5 učí pouze podle Biologie rostlin (Kincl a kol., 2008), někteří učitelé k výkladu nepoužívají učebnice, ale pouze vlastní poznámky. Bohužel tito učitelé byli pouze 2. Ostatní učitelé pro výuku učebnice kombinují. Mezi učebnicemi bylo ještě uvedeno Odmaturuj z biologie (Benešová a kol., 2003), Botanika (Kubát a kol., 1998).

## 6. Kompetence a didaktické metody

Žák střední školy by měl být schopen charakterizovat jednotlivé skupiny organismů, popsat struktury skupiny a uvést jejich základní charakteristiky. Dále by měl být schopen vysvětlit všechna slova cizího původu. Jejich význam je vždy vysvětlen ve slovníčku pojmů umístěném mezi přílohami. Nevyplněný slovníček pojmů slouží jako didaktický materiál pro žáky.

U různých bodů výkladu se nachází označení [D]. U tohoto bodu se učitel může pozastavit a rozvinout se žáky diskuzi vztahující se k právě k onomu pojmu, bodu. Jednotlivé body jsou číslované a rozvinuté za každou kapitolou. Jsou zde návrhy k diskuzi, jak by mohla být diskuze zaměřena, mezioborové vztahy, rozšíření učiva.

### 6.1 Úvod do učiva sinic a řas

Učitel by měl žákům vysvětlit téma nadcházejícího učiva, jímž je systematika organismů. Učivo sinic a řas je první systematika, se kterou je žák seznamován, a proto je na úvod nutné osvětlit žákům, jak se systémy tvoří, co je fylogenetický strom a jak se jednotlivé systémy liší apod. (viz kapitola 2). Jelikož je žák již na střední škole, je možné, že se se základy systematiky seznámil již na základní škole. Přesto bych doporučovala se tomuto úvodu věnovat alespoň jednu vyučovací hodinu. Do úvodu by měl být začleněn přehled základních taxonomických kategorií, aby si žák uvědomil vzestupnou řadu, do které organismus patří a jaké koncovky se u jednotlivých kategorií používají. Za velice pravděpodobné pokládám, že se zde žák poprvé setkává s latinskými názvy, a tudíž učitel musí žákům vysvětlit základní pravidla psaní a výslovnosti latinských slov. Nejčastěji se setkají s dvojhláskami „ae“ a „oe“, které se čtou jako české „é“, slabiky „di, ti, ni“ se vyslovují tvrdě, pokud se „ti“ vyskytují před samohláskou vyslovuje se zpravidla jako „ci“ (Quitt a Kucharský, 1989).

<b>Taxonomická kategorie</b>	<b>Koncovka</b>	<b>Příklad</b>
Druh	není	<i>Volvox globator L.</i>
Rod	není	<i>Volvox</i>
Čeleď	- aceae	<i>Volvocaceae</i>
Řád	- ales	<i>Volvocales</i>
Třída	- phyceae (řasy) - mycetes (houby) - opsida (mechorosty, cévnaté rostliny)	<i>Chlorophyceae</i> <i>Zygomycetes</i> <i>Marchantiopsida</i>
Oddělení, kmen	- phyta (řasy, všechny rostliny) - mycota (houby a houbám podobné organismy)	<i>Chlorophyta</i> <i>Basidiomycota</i>
Říše	není	<i>Plantae</i>
Impérium	není	<i>Eukarya</i>

**Tabulka 14: Taxonomické kategorie (Kalina a Váňa, 2005)**

Před výkladem samotným by bylo vhodné, aby si učitel ověřil znalosti žáků a zjistil, co jsou podle nich sinice, řasy a obecně nižší rostliny. Co si představí, když se řeknou sinice. Většina z nich si vybaví zřejmě velmi málo, protože i během dotazníkového šetření žáci nebyli schopni říct, jaký typ buňky sinice mají, ani zda jsou pro člověka nebezpečné, pokud se jedná o problémy spojené s koupáním v létě. Žáky je možné motivovat ke studiu sinic prostřednictvím projektu, v němž provedou šetření na dané téma ve svém blízkém okolí (viz kapitolu 7.1).

## 6.2 Kompetence

Rámcový vzdělávací program vymezuje klíčové kompetence jako soubor schopností, hodnot, vědomostí, postojů a dovedností, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince. Rozvoj klíčových kompetencí by měl být celoživotním procesem u každého jedince. Na středních školách by si žák měl osvojit kompetenci komunikativní, k řešení

problémů, k učení, kompetenci sociální a personální, kompetenci k podnikavosti a kompetenci občanskou (Hausenblas, 2008).

### **6.2.1 Kompetence v učivu sinic a řas**

Při probírání problematiky sinic a řas si žák osvojí všechny kompetence. Jelikož je po žácích požadováno, aby dokázali pracovat s obrazovým materiálem, dochází k osvojování kompetence komunikativní.

Kompetenci k řešení problému si žák osvojí při probírání fykobilizomů, kde se bude muset zamyslet nad tím, jak souvisí funkce fykobilizomů s výskytem sinic v ledu či při vyvozování pojmů fotoautotrofní. Dalších situací pro osvojování kompetence k řešení problému je v probíraném učivu více.

Kompetenci sociální a personální si žák osvojí během diskuzí, které budou probíhat při výkladu učiva. Jednotlivé náměti k diskuzi jsou v textu označeny [D].

Kompetence k učení se promítne zároveň při výkladu zařazení sinic do systému, kde žák si vybaví učivo prokaryotické, eukaryotické buňky a hlavní rozdíly mezi nimi.

Kompetence pracovní, občanské, komunikativní si žák rozvine jak při asociační evokaci učiva, tak je možnost všechny kompetence rozvinout v navrhovaném projektu pro žáky.

## **6.3 Didaktické metody a formy v učivu sinic a řas**

Pro výuku jakéhokoli tématu je vždy nutné vybrat vhodnou metodu. Následující odstavce nastiňují výběr metod, které jsou vhodné pro výuku obtížnějších témat, kam můžeme řadit i problematiku sinic a řas.

Při každém výkladu učiva sinic a řas je vhodné používat metodu asociační evokace učiva. Při tomto způsobu metody učitel zjišťuje, jaké znalosti žáci mají o daném učivu (Čapek, 2015). Výuka by neměla začínat pouze sdělením tématu a jeho obsahu, ale učitel by měl usilovat o to, aby žáci byli těmi aktivními a sdělili, co pro ně dané téma představuje, co si myslí, že se dozví, s čím si danou tematiku spojují apod. Při asociační evokaci učiva si žák upevňuje pojmy a zároveň si mezi nimi upevňuje vztahy. Metodu je dobré použít při zahajování výkladu učiva. Učitel má možnost metodu aplikovat tak, že

žáci vyjmenovávají pojmy a učitel je píše na tabuli. Metodu je možné spojit se skupinovou výukou. Učitel žáky rozdělí do skupin či se žáci rozdělí do skupin sami (počet ve skupině závisí na velikosti třídy). Každá skupina napíše několik slov (záleží na učivu) k danému tématu. Učitel má možnost jednotlivé skupině přidělit oblast, ke které se bude vztahovat určitý celek.

Při zahájení výkladu bude učitel požadovat jednotlivé znalosti z oboru a především bude navazovat na jednotlivá témata probraná v dřívějších hodinách. Je důležité metodu zapojovat do výuky, aby si žáci lépe ukládali učivo do paměti a neměli problém při jeho vybavování. Pokud učitel nebude používat metody pro propojení jednotlivých témat i předmětů, bude pro žáky problematičtější uchopit přednášenou problematiku v každém předmětu a nebudou schopni vyvozovat spojitosti mezi předměty.

Dalším metodou je projektová výuka, která je navržena pro téma sinic, ale podobně ji lze aplikovat i na další témata. Projektová výuka je založená na projektové metodě (Kratochvílová, 2006). Projektová metoda posiluje motivaci žáků a učí je důležitým životním dovednostem (diskutovat, formulovat názory, řešit problémy, hledat informace). Projektová výuka vede žáky k samostatnosti. Znakem projektové výuky je cíl, který je představovaný konkrétním výstupem. Dalším velmi kladným aspektem projektové výuky je posilování mezioborových vztahů (Tomková a kol., 2009). Je ale důležité si uvědomit, že projektová metoda je časově náročnější, než kdyby žákům byla předkládána holá fakta pomocí frontální výuky. Učitel má možnost po probrání učiva sinic a následně řas porovnat jednotlivá pozitiva a negativa jednotlivých typů výuky. Do hodnocení by se měli zapojit i žáci, aby učitel získal zpětnou vazbu a vyhodnotil efektivnější způsob výuky. Projektovou výuku nelze aplikovat do všech tříd, a proto musí učitel vždy zohlednit klima třídy.

Frontální výuka je základní metodou při výkladu problematiky sinic a řas. Frontální výuka je nečastějším typem výuky na středních školách. Jedná se o metodu, kdy je vyučování vedeno s celou třídou učitelem, který stojí čelně proti sedícím žákům (Čapek, 2015). Výuka je orientována na kognitivní procesy a jejím hlavním cílem je, aby si žáci osvojili maximální rozsah poznatků. Verbální projev učitele je doplňován zápisem na tabuli, demonstrací obrazů, předváděním reálných objektů a pokusů. Frontální výuka vede k pasivitě žáků, nepodporuje rozvoj samostatného myšlení (Skalková, 2007).

Skupinovou práci lze využít při laboratorním cvičení. Skupinová výuka seskupuje žáky ve třídě do menších skupin, což vede ke spolupráci při řešení úloh. Dalším kladem skupinové výuky je rozdělení práce, sdílení názorů, zkušeností, vzájemná pomoc členů skupiny a především odpovědnost jednotlivců za výsledky společné práce. Laboratorní cvičení pomáhají žákům při rozvoji manuálních dovedností, samostatného uvažování i spolupráci s ostatními žáky. Žáci se pomocí laboratorních cvičení seznámí s vlastnostmi biologického jevu a metodami vědecké práce (Vališová a kol., 2007).

Laboratorní cvičení lze například koncipovat tak, že učitel žákům přidělí úkol, aby si přinesli různé typy vod. Každá skupina přinese jiný typ vody a po té bude probíhat laboratorní cvičení se vzorky vody jednotlivých skupin. Návody na laboratorní cvičení jsou v přílohách. Laboratorní návody jsou nejprve uvedeny pro učitele a poté pro žáky. Na návod by měl učitel žákům poskytnout nějakou dobu, než budou provedena laboratorní cvičení. Žáci by měli mít možnost se doma na laboratorní cvičení připravit, seznámit se s tím, co budou dělat a zopakovat si teorii, která se k danému cvičení vztahuje.



## 7. Sinice (*Cyanophyceae*)

### Charakteristika sinic (*Cyanophyceae*)

Tato podkapitola je členěna na menší, přehlednější celky, v nichž jsou postupně popsány jednotlivé struktury a vlastnosti sinic. Vyučujícímu slouží následující kapitola jako materiál pro výuku sinic. Množství informací použitých vyučujícím z uvedených podkapitol bude záviset na typu školy a formě výuky. Studijní materiál je především zaměřen na všeobecná gymnázia či rozšiřující semináře na středních školách.

### Systematické zařazení sinic (*Cyanophyceae*)

První, co by žák střední školy měl vědět, je fakt, že sinice patří do Impéria: *Prokaryota* a tím pádem by žáci měli být schopni definovat hlavní rozdíly mezi *Prokaryota* a *Eukaryota* (Kalina a Váňa, 2005).

Mezi základní rozdíly mezi prokaryotním a eukaryotním organismem patří samozřejmě jádro, jež u prokaryot nenajdeme [D1] (Alberts a kol., 1998). Poté, co učitel vysvětlí zařazení sinic do *Prokaryot*, musí podotknout, že celkové zařazení jejich taxonomie je velmi problematické, jelikož dodnes chybí podrobný a přesnější floristický průzkum v tropických oblastech [D2] (sinicearasy.cz).

### Základní charakteristika sinic (*Cyanophyceae*)

Sinice jsou autotrofními organismy. Zde by měl žák definovat výraz autotrofní (viz. slovníček), organismy schopné fotosyntézy [D3] (Hindák 2008).

Stélky sinic jsou jednobuněčné nebo vláknité [D4]. Sinice žijí samostatně či v koloniích (žák dokáže vysvětlit, co je kolonie – viz slovníček pojmů) a vždy jsou bez bičíku (Hindák, 2008).

### Buněčná stěna sinic (*Cyanophyceae*)

Díky své pevné buněčné stěně patří mezi gram negativní bakterie. Gram negativní bakterie barví svou buněčnou stěnu, ale barvivo se působením etanolu vypláchne, k čemuž

u gram pozitivních bakterií nedochází, protože bakterie si barvivo zafixují do své buněčné stěny. Jelikož sinice patří mezi gramnegativní bakterie, měl by žák být schopen popsat obrázek buněčné stěny sinic. Z informace o gramnegativnosti totiž vychází fakt, že sinice mají na povrchu dvě plazmatické membrány (viz obrázek) (Kalina a Váňa, 2005).

Jakmile učitel začne výklad o buněčné stěně, je nutné zmínit, že na povrchu je buněčná stěna pokryta slizovou vrstvou, kterou tvoří glykokalyx, což je lipopolysacharid [D5]. U buněčné stěny by neměla být opomenuta pevná složka buněčné stěny, jež je uložena mezi vnější a vnitřní membránou (Cronberg, 2006). Složení pevné části buněčné stěny (peptidoglykanu, kde hlavní složkou je murein) pokládám za rozšiřující učivo pro střední školy. Je samozřejmě nutné přihlídnout k typu žáků a druhu školy. Učitel by neměl žáky odradit od učiva tím, že je zahltlí odbornou terminologií.

### **Fotosyntetický aparát**

V základní charakteristice se učitel zmíní o tom, že sinice jsou autotrofní organismy schopné fotosyntézy. Pro lepší pochopení učiva je vhodné, aby učitel alespoň nastínil, jak funguje fotosyntetický aparát u sinic. Hlavní částí fotosyntetického aparátu jsou tylakoidy [D6]. Učitel popíše vnitřní stavbu tylakoidu pomocí obrázků. Pro žáky je důležité uvědomění si, že uvnitř tylakoidu jsou umístěné komplexy fotosystému I, II [D7]. Na povrchu tylakoidů se nacházejí fykobilizomy, což jsou hlavní světlosběrné antény umožňující zachytit světlo pro fotosyntézu v různých vlnových délkách [D8] (Hindák, 2008).

### **Rozmnožování sinic (*Cyanophyceae*)**

Sinice se rozmnožují výhradně nepohlavním způsobem [D9]. Rozmnožování probíhá dělením buněk, takže dochází k zaškrcování plazmatické membrány. Dalším způsobem je hormogonie probíhající u vláknitých typů sinic, kdy dojde k odumření buňky a vlákno se v tom místě rozpadne. Posledním způsobem je rozmnožování pomocí exospor. Exospora vzniká dělením apikální buňky a odštěpením buňky koncové (Komárek, 1992).

### **Pohyb sinic (*Cyanophyceae*)**

Pohyblivost sinic je známá především u řádu *Oscillatoriales*, kde se rozmnožovací buňky pohybují po substrátu. Hnačí silou pohybu je vylučování slizu. Sinice vykonávají dva pohyby a to rotační a klouzavý [D10] (Kalina a Váňa, 2005).

### **Ekologie sinic (*Cyanophyceae*)**

[D11] Nejvýznamnější činností sinic je vodní květ tvořený v našich podmínkách především v letních měsících. Vodní květ vzniká přemnožením sinic ve vodách, kde je nadbytek fosforečnanových a dusíkatých živin. První náznaky tvorby vodního květu můžeme pozorovat již koncem jara. Problémem je produkce toxinů a současně při rozkladu biomasy dochází k hnilobným procesům spojenými s vyčerpáním kyslíku (sinicearasy.cz).

Sinice se vyskytují i v oblastech s extrémně horkými podmínkami, ale taktéž v podmínkách arktických. Nejenže teplota neomezuje sinice v jejich výskytu, ale také pH. Sinice jsou schopné přežívat v oblastech s vulkanickou aktivitou, kde působí vysoká teplota vody, ale i obrovská koncentrace rozpuštěných solí. Nalezneme je i v solárních zátokách Mrtvého moře [D12] (Komárek, 1992).

### **Využití sinic (*Cyanophyceae*)**

Jelikož sinice obsahují velký obsah proteinů, v sušině se pohybuje obsah bílkovin okolo šedesáti až sedmdesáti procent, slouží jako velmi dobrý dietetický potravní doplněk. Bílkoviny ovšem nejsou jediným přínosem, sinice mají i řadu farmakologicky významných sloučenin. U sinic byl prokázán vysoký obsah minerálních látek (především železa), karotenoidů, vitaminů (včetně vitamínu B12) [D13]. U rodu *Spirulina* nalezneme až dvacetosmkrát více železa než hovězích játrech (Kalina a Váňa, 2005).

## **System sinic (*Cyanophyceae*)**

Sinice se v současné době dělí na čtyři řády (*Chroococcales*, *Oscillatoriales*, *Nostocales*, *Stigonematales*) (Kalina a Váňa, 2005).

### Řád *Chroococcales*

Zahrnuje jednobuněčné sinice s vejčitými, kulovitými a elipsoidními buňkami, které se rozmnožují příčným dělením. Buňky se obvykle sdružují do kolonií. Řadíme sem rod *Microcystis*, což je jeden z našich nejhojnějších zástupců, jenž se podílí na tvorbě vodního květu. Jedy z rodu *Microcystis* patří těm nejvíce toxickým (Bellinger a Sigeo, 2010).

### Řádu *Oscillatoriales*

Nacházíme zde vláknité, nevětvené sinice. Rostou jednotlivě či v nezávislých shlucích. *Oscillatoria* získala svůj český název podle drkavého pohybu. Významným zástupcem je *Arthrospira*, která se sušená v okolí Čadského jezera konzumuje ve formě koláčů (Cronberg, 2006).

### Řád *Nostocales*

Sinice z řádu *Nostocales* jsou vláknité, opět nevětvené. Mají specializované buňky heterocyt sloužící k fixaci vzdušného dusíku. Sinice jsou schopné si tyto buňky vytvořit během dvaceti čtyř hodin, v závislosti na koncentraci dusíku v prostředí. Heterocyty obsahují pouze fotosystém I. Zástupcem je jednořadka (*Nostoc*) (Cronberg, 2006).

### Řád *Stigonematales*

Vlákna *Stigonematales* jsou tvořena jednou či několika řadami buněk. Větvení tohoto řádu je pravé a opět zde nacházíme heterocyty. Vlákna jsou slizovitá, obvykle hnědavě zbarvená (John a kol., 2008). Zástupce zde není nutné uvádět.

## Didaktické poznámky - sinice

[D1]

Zde by měl učitel žákům nejprve zopakovat, co je jádro obecně, jakou má funkci a co všechno do jádra patří. Poté by měl učitel opětovně vysvětlit nukleoid. I přesto, že v této chvíli už žáci prošli výukou základní stavby buňky jak prokaryotické, tak eukaryotické, je nutné vysvětlit jednotlivé struktury znovu, alespoň rámcově. Nesmíme totiž zapomenout, jak funguje křivka zapomínání. Pokud bylo učivo o stavbě buňky probráno více jak před 14 dny a nebylo pravidelně opakováno, je zde velká pravděpodobnost, že většina žáků bude mít problém s vybavováním si učiva. Ráda bych opětovně zdůraznila, že je velice nutné velmi často opakovat základní znalosti týkající se stavby buňky, jelikož tyto znalosti jsou potřebné v probírání dalšího učiva, ať už se bude jednat o systematiku nižších rostlin, vyšších rostlin či živočichů

[D2]

Učitel má možnost rozvést diskuzi na téma, proč není systematika v této podobě konečná, jak je to možné. Žáci by si měli uvědomit, že všechny rody zatím nejsou prozkoumané a opět je vhodné zopakovat vývoj fylogenetického stromu a jeho proměny v závislosti na genetickém sekvenování.

[D3]

Žáci mají možnost diskutovat o fotosyntéze a přemýšlet o tom, které organismy provádějí fotosyntézu, k čemu jim fotosyntéza slouží apod. Vyučující zde může navrhnout skupinovou práci. Jednotlivé skupiny zpracují části fotosyntézy, zároveň, které organismy ji provádějí, jaká je její funkce pro rostliny a okolí.

[D4]

V tomto případě je opět nutné zopakovat, co je to stélka, jaké typy stélek žáci znají a čím jsou charakteristické. Pro lepší demonstraci stélky je vhodné využít i obrazový materiál.

[D5]

Učitel musí žákům objasnit pojem lipopolisacharid. Nejprve by se měl pokusit s žáky diskutovat na téma, co to lipopolysacharid je a z jakých slov je tento termín složen. Žák by měl být schopen charakterizovat slovo sacharid i lipid, tím pádem si ujasní, z čeho je vnější vrstva buněčné stěny sinic.

[D6]

Žák by měl sám definovat, co jsou tylakoidy a k čemu slouží. Pokud žák dokáže definovat tylakoid, měl by být umět vysvětlit, proč jsou sinice schopné fotosyntézy. Pojem tylakoid je vysvětlen ve slovníčku pojmů.

[D7]

Pokud se vyučující zmíní o fotosystému I, II, je potřeba opět alespoň rámcově zopakovat k čemu slouží fotosyntéza, jaký má význam pro rostliny a pro své okolí. Učitel by měl žákům alespoň v obrysech připomenout funkci fotosystému I, II, pokud již byla probrána podrobně fotosyntéza. Pokud ne, tak se jen okrajově zmínit o tom, že fotosystém I zajišťuje přeměnu světelné energie v chemickou a ve fotosystému II probíhá fotolýza vody, při které se uvolňuje kyslík (Kincl a Faustus, 1975).

[D8]

Učitel zde může diskutovat se žáky na téma, proč je pro sinice důležité, aby měly fykobilizomy. Dále jaký význam má fotosyntetizování v různých vlnových délkách a proč nás nepřekvapí výskyt sinic v ledu na jiných místech vystavených extrémním podmínkám.

[D9]

Vyučující seznámí s žáky s nepohlavním způsobem rozmnožování sinic. Učivo rozmnožování již mají žáci podrobně probrané. Mělo by tedy být opět jen opakováním, co je nepohlavní rozmnožování a jaké způsoby nepohlavního rozmnožování znají, jaké nevýhody a výhody má nepohlavní rozmnožování a kde všude se s ním mohou setkat.

[D10]

Pro lepší názornost výuky pokládám za přínosné využití dokumentu o jednotlivých zástupcích. Další variantou je připravení laboratorního cvičení, kde budou žáci sami schopni pozorovat jednotlivé pohyby pod mikroskopem. Učitel zde bude moci demonstrovat, proč se rodu *Oscillatoriales* jinak říká drkalky.

[D11]

Jelikož v úvodní části výkladu byl žákům zadán projekt zabývající se ekologií sinic, nyní sami zvládnou popsat, kde se sinice nachází, jaká je jejich pozitivní a negativní činnost. Žáci zde prezentují své projekty a předávají ostatním informace získané ve vodárnách, knihách, na internetu a jiných místech, kde se setkali s tématem sinic.

[D12]

Učitel by měl při výkladu využívat i mezioborových propojení. S jistotou lze říci, že přínosné pro výuku je osvětlení informací o Mrtvém moři (kde se Mrtvé moře nachází a proč se mu tak říká). Poté, co žáci správně geograficky umístí Mrtvé moře, může vyučující využít další již nabyté vědomosti žáků z oboru geografie, jimiž jsou například hlavní města států. Jedná se o stát Jordánsko (Ammán) i Izrael (Jeruzalém) a je zde možné lehce nastínit i politickou situaci výše zmíněných oblastí. Dále se zde nabízí historické souvislosti spojené s Jeruzalémem. Žáci si zřejmě vybaví, že se tu nachází známé poutní místo Zed' nárků, kterou v dřívějších dobách navštěvovali především židé, ale dnes se jedná o místo často navštěvované turisty. Učitel může taktéž rozvinout diskuzi ohledně náboženství v závislosti na zbývajícím čase ve vyučovací hodině. Jelikož je náboženství velmi kontroverzním tématem, měl by mít pedagog zkušenosti s řízenou diskuzí. Pokud tomu tak není, může se stát, že nezkušený pedagog situaci zcela neuhlídá a dojde k diskuzi neřízené.

[D13]

Učitel vysvětlí žákům, proč je pro nás důležitý vitamín B12. Žáci se s ním pravděpodobně nesešli, tudíž nebudou vědět, že je spojen s krvetvorbou. Na základní škole byli ovšem seznámeni s biologií člověka, a tak by měli být schopni sami popsat, kde se tvoří krev, k čemu krev slouží a z čeho všeho se skládá.

## 7.1 Projekt sinice:

Během projektové výuky se žáci učí zpracovávat informace o daném tématu, rozšiřují si své dosud nabyté znalosti a pracují ve skupinách, což prohlubuje jejich mezitřídní vztahy.

Učitel přesně formuluje dílčí úkoly a vypracovává časový plán s hodinovými dotacemi. Vyučující zaujímá pouze roli koordinátora a konzultanta, směřuje žáky a v případě potřeby jim poskytuje požadované informace.

Projekt je navržený tak, aby po ukončení bylo možné s informacemi dále pracovat a propojit projekt z biologie s jinými předměty. Žáci svou část projektu budou prezentovat pomocí powerpointové prezentace a posterů. Učitel zajistí spolupráci s vyučujícími výtvarné výchovy, aby žáci mohli vypracovat postery na výtvarné výchově. Postery mohou později sloužit nejen k demonstraci například prokaryotické buňky ale i jako součást výzdoby třídy.

Nejprve musí učitel provést rozdělení žáků do skupin. Projekt sinic je navržen tak, aby žáci mohli spolupracovat v rámci šesti skupin. Učitel zajistí vyváženost skupin tím, že sám žáky rozdělí dle jejich dovedností. Každá skupina musí zahrnovat žáka, který má dobré vedoucí vlastnosti, dále žáka s výtvarným nadáním, navíc žáka, který umí dobře třídit informace a v neposlední řadě žáka, který umí dobře pracovat s powerpointovou prezentací.

Rozdělení témat je na zvážení učitele. Existuje několik možností, jak témata rozdělit. Mezi nejčastější způsoby patří los, výběr žáky nebo přidělení tématu učitelem.

Během projektové výuky sinic by měla být žáky zpracována tato témata: charakteristika sinic, historie sinic, sinice v extrémních biotopech, sinice ve vodárnách a přírodních koupalištích, eutrofizace a vodní květ a sinice pomáhají člověku.

Žáci budou mít na prezentaci projektu vyčleněné dvě vyučovací hodiny. Projekt učitel zadá s dostatečným předstihem, aby žáci měli alespoň tři týdny na vypracování.



## **Témata k projektu sinic**

Žáci zpracovávající téma charakteristika sinic se zaměří především na obecné znalosti sinic. Vypracují obrázek s prokaryotickou buňkou, která bude detailně popsána, aby mohla sloužit i na dále jako materiál k výuce. Žáci si sami vytvoří krátký dotazník pro své spolužáky a rodinné příslušníky, aby sami zjistili, co jejich okolí ví o sinicích, kde se s nimi setkávají apod.

Žáci zabývající se historií sinic se zaměří především na to, jaký vliv měly sinice na vývoj života na Zemi. Je důležité, aby si žáci uvědomili, že po té co sinice začali tvořit kyslík, se začal život na Zemi vyvíjet zcela jinak, že zde začaly existovat formy života závislé na kyslíku. Problematika kyslíkaté atmosféry v době rozmachu sinic, jaké organismy se zde vyskytovali apod. Dále by žáci měli rozebrat problematiku fotosyntézy a především fotosystém II, který s tematikou sinic úzce souvisí.

Téma sinice v extrémních biotopech by mělo zahrnovat jak extrémně teplé, tak i extrémně studené podmínky. Žáci by v rámci svého tématu měli sami zjistit, jak je možné, že jsou sinice schopné se vyskytovat i v extrémních podmínkách. Současně by měli být schopni vysvětlit pojem fykobilizomy a jejich význam pro sinice. Během zpracování tématu se žáci setkájí i s fotosyntézou, avšak měli bychom je upozornit, že spojení sinic a kyslíku bude obsahem projektu jiné skupiny, a tak zabránit duplicitě témat v prezentacích. Avšak při tvorbě tématu sinic v extrémních podmínkách by bylo vhodné, aby žáci vytvořili mapu s výskytem sinic v extrémních podmínkách.

Sinice ve vodárnách a přírodních koupalištích bude pro žáky zajímavým projektem a zároveň náročnější v tom, že si sami zajistí návštěvu místní vodárny a přírodních koupališť. Během exkurze žáci zjistí, jak se vodárny potýkají se sinicemi, jak řeší problematiku sinic a zda jí vůbec řešit musí. Stejně informace si žáci zjistí u přírodních koupališť a jednotlivé informace spolu porovnají, aby bylo zřetelné, jak se s problematikou sinic vyrovnává vodárna a jak přírodní koupaliště. Dále by se měli zaměřit na historické události. Ve svém projektu by měli zmínit, zda byla v minulosti zaznamenána havárie, neštěstí spojené s výskytem sinic.

Během vypracovávání eutrofizace vod a vodního květu se žáci zaměří na prvky, které jsou ve vodách, kde dochází k přemnožení sinic a také jak souvisí eutrofizace

s velkým výskytem sinic. U problematiky vodního květu se žáci zaměří na jeho nebezpečí a prevenci. Žáci by měli do tématu začlenit vlastní zkušenosti a také zkušenosti lidí ze svého okolí. Žáci si zjistí, zda se někdo v jejich okolí s vodním květem setkal, zda kontakt s vodním květem někomu způsobil nějaké problémy atd.

Při zpracování tématu, jak sinice pomáhají lidem, se žáci zaměří na kladné využití sinic. Měli by zde uvést jejich velmi důležitou funkci a tou je součást potravy. V projektu by měl být vyzdvižen jejich kladný přínos jako doplněk stravy. Důraz by měl být kladen také na fakt, že sinice jsou velcí producenti kyslíku.

## 8. Řasy

Skupinu řas je pro žáka velmi obtížně uchopit, protože jednotlivá oddělení patří do různých říší. Řasy jsou součástí říší *Archaeplastida*, *Excavata* a *Chromalveolata*. První se budeme zabývat říší *Excavata*, kde bude představeno pouze oddělení krásnooček (*Euglenophyta*). Seznámíme se s říší *Chromalveolata* a konkrétně s obrněnkami (*Dinophyta*), s třídou zlativek (*Chrysophyceae*), třídou hnědých řas (*Fucophyceae*), rozsivek (*Bacillariophyceae*) a po té se přesuneme do říše *Archeplastida*, kde se zaměříme na oddělení ruduch (*Rhodophyta*) a zelených řas (*Chlorophyta*).

### 8.1 Krásnoočka (*Euglenophyta*)

#### Systematické zařazení krásnooček (*Euglenophyta*)

Po dokončení výuky sinic, se žáci zaměří na problematiku řas. Žákům je potřeba objasnit, že veškerý organismus, se kterým se nyní setkají, patří do Eukaryota [D1]. Krásnoočka (*Euglenophyta*) patří do říše *Excavata*, oddělení Euglenozoa. Dříve se řadily mezi rostlinnou a živočišnou říší. Do rostlinné říše byla krásnoočka zařazována díky jejich schopnosti fotosyntetizovat, tvořit si vlastní zásobní látky a přítomnosti chloroplastů. Do živočišné říše byla umístěna z důvodu pohyblivosti díky vlastním bičíkům a také schopnosti heterotrofní výživy. Je nutné žákům připomínat, že v některých učebnicích se stále mohou setkat s nepravdivými či zastaralými systematickými specifikacemi (Kalina a Váňa, 2005).

#### Obecná charakteristika krásnooček (*Euglenophyta*)

Při výkladu řas se učitel věnuje jako první skupině krásnooček (*Euglenophyta*), což je velmi dobrý modelový organismus skupiny řas [D2]. V dřívějších dobách byla krásnoočka (*Euglenophyta*) považována za příbuzné se zelenými řasami a to především kvůli jejich skladbě pigmentu, ale bylo zjištěno, že krásnoočka jsou velmi odlišnými organismy. Jedná se o jednobuněčné, většinou volně žijící organismy. Krásnoočka (*Euglenophyta*) jsou bičíkovci, kteří se aktivně pohybují, avšak jsou schopné odhodit bičík

a stát se nepohyblivými buňkami či vytvořit palmeloidní stádia [D3]. Pokud se vyskytnou nepříznivé podmínky, tak se krásnoočko přemění v cystu [D4] (Hindák, 2008).

Buňky krásnooček (*Euglenophyta*) jsou jednojaderné a jejich mitóza je uzavřená [D5]. Krásnoočka (*Euglenophyta*) charakterizuje i jejich zásobní látka, kterou je paramylon bez ohledu na způsob výživy (specifikováno ve výživě krásnooček). Paramylon je možné pozorovat v buňce v podobě drobných zrn [D6] (sinicearasy).

### **Buněčná stavba krásnooček (*Euglenophyta*)**

[D7]Pod povrchem buňky se nachází pelikula, což je buněčný obal, který pokrývá celou buňku a jenž je tvořen z proteinových proužků. Díky tomu je možná proměnlivost ve tvaru buněk. Pod pelikulou nalezneme drobná tělíska, která produkují sliz, jejichž odborný název je mukocysty (botany.natur.cuni.cz).

Velmi významnými krásnoočky jsou skupiny žijící v lorikách [D8]. Jelikož se jedná o bičíkovce, tak je nutné objasnit umístění bičíku. Jeden bičík vychází vrchním (apikálním) otvorem loriky. Jedincům bez loriky vychází zpravidla dva bičíky z ampuly. Ampula je vchlípenina na předním konci buňky, ve tvaru baňky. Ampula je velmi důležitou částí u sladkovodních jedinců, protože právě do prostoru ampuly se vyprazdňují kontraktilní vakuoly a organely spojené s fagocytózou [D9] (Bellinger a Sigeo, 2010).

Velmi nápadné je u krásnooček stigma, červená skvrna, které není součástí chloroplastu, avšak leží v bezprostřední blízkosti ampule. Stigma je součástí buněčného systému umožňující krásnoočku reagovat na intenzitu a směr světla, je tvořená velkým množstvím pigmentových granulí (mikrosvet.mimoni.cz).

### **Výživa krásnooček (*Euglenophyta*)**

Krásnoočka jsou fagotrofní, osmotrofní organismy. Někteří jedinci obsahují zelené chloroplasty [D10]. U fagotrofních druhů nalezneme faryngeální aparát, který slouží k protrhnutí a následnému vysátí kořisti. Fototrofní jedinci mají chloroplast získaný sekundární endosymbiózou. Fotosyntetickými pigmenty jsou chlorofyly a, b, beta karoten, xantofyly (John a kol., 2008).

## **Ekologie krásnooček (*Euglenophyta*)**

Krásnoočka jsou součástí téměř všech sladkovodních biotopů. Nalezneme je ve vodách bohaté na organické látky i v silně znečištěné vodě s přítokem močůvky. Vyskytují se na fázovém rozhraní mezi vodou a půdou. Krásnoočka slouží jako indikátory znečištění. Krásnoočko zelené (*Euglena viridis*) je považováno za indikátor fekálního znečištění a krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) indikuje naopak velmi čisté vody s nízkým obsahem organických látek, jako jsou například rašelinné tůně (Kalina a Váňa, 2005).

## **Zástupci krásnooček (*Euglenophyta*)**

Systém krásnooček není pro střední školy nutností, avšak je nezbytné specifikovat jeden řád krásnooček a tím je řád *Euglenales*, dále významného zástupce krásnoočko (*Euglena*) a *Trachelomonas*. O krásnoočku zeleném (*Euglena viridis*) a krásnoočku štíhlém (*Euglena gracilis*) se učitel zmíní při ekologii krásnooček, více podrobností není nutné po žácích vyžadovat (Wolowski a Hindák, 2005). Taktéž není nezbytné rozvádět *Trachelomonas*.

## **Didaktické návody krásnoočka (*Euglenophyta*)**

[D1]

Již u sinic jsme po žákovi požadovali rozdíly mezi prokaryotickou a eukaryotickou buňkou. Pokud se nyní žáci budou setkávat se strukturami na úrovni eukaryot, je nutné, aby byli schopni vysvětlit jednotlivé funkce organel a zároveň popsat detailně stavbu eukaryotické buňky, včetně rozdílů mezi eukaryotickou buňkou a prokaryotickou buňkou.

[D2]

Učitel musí na úvod vysvětlit problematiku systému řas. Zdůrazní, že řasy nejsou jednou skupinou, jako tomu bylo u sinic, ale že jejich rozsah je přes několik říší. Systematika řas je stále upravována a zdokonalována na základě molekulárních informací.

[D3]

Palmelová stádia jsou pro žáka novým učivem, a tak je nutné vysvětlit tento termín jako stádium, kdy organismy mohou odhodit bičík, obalí se slizem a dochází k dělení. Palmeloidní stádia se mohou spojovat a vytvářet kolonie (Kalina a Váňa, 2005).

[D4]

Žák by se měl sám pokusit vydedukovat, co se děje při zacystování krásnoočka, co je to cysta a kde jinde se může potkat s pojmem cysta (ve vlastních orgánech – dutina s vlastní výstelkou vyplněná tekutinou). Cystická choroba ledvin může způsobit chronické selhání ledvin. Učitel má možnost zadat žákům referát na téma cysta (pozitivní a negativní spojitosti s pojmem cysta).

[D5]

Probírání rozdílů mezi otevřenou a uzavřenou mitózou je na zvážení učitele. Žák by měl mít tyto procesy podrobně vysvětlené již při probírání dělení buněk. Nepostradatelnou záležitostí je zopakování dělení buněk jako takových., specifikace dělení buněk mitózou a meiózou. Dále jaké jsou rozdíly, které buňky v našem těle se dělí pomocí mitózy a které meiózou. Nedílnou součástí je zopakování všech fází při dělení buňky.

[D6]

Paramylonová zrna jsou velmi dobře pozorovatelná v mikroskopu. Pokud bude vyučující demonstrovat stavbu krásnooček pomocí preparátu, je vhodné ukázat i tyto struktury (samozřejmě je stigma, chloroplasty, jádro). Jestliže má vyučující možnost laboratorního cvičení, bylo by vhodné věnovat krásnoočkám jedno laboratorní cvičení. Pro laboratorní cvičení je předpřipraven pracovní list.

[D7]

Výklad buněčné stavby krásnooček je vhodné provádět pomocí obrázků, ještě lépe na živém preparátu. Žák má možnost vidět jednotlivé buněčné struktury již v optickém mikroskopu, a tudíž bude učivo pro něj lépe uchopitelné.

[D8]

Loriky jsou velmi dobře zřetelné u zástupce *Trachelomonas*, protože lorika obklopuje téměř celou buňku.

[D9]

Žák sám definuje, co je to fagocytóza a dále pinocytóza. Jaký je rozdíl mezi těmito způsoby, kde se může setkat s fagocytózou ve vlastním těle. Zda se jedná pouze o způsob lovu, jestli má pozitivní vliv (žáci by zde měli být schopni alespoň velmi obecně aplikovat fagocytózu na bílé krvinky a jejich schopnosti).

[D10]

Žáci by už v této době měli sami znát pojem fagotrofní či osmotrofní. Pokud se s pojmy ještě nesetkali, měl by učitel žákům vysvětlit, co znamená fagotrofní způsob přijímání pevných látek (BioLib.cz). Konkrétně se u krásnooček jedná o lov bakterií a malých řas (sinicearasy.cz.)

Osmotrofie je způsob příjmu potravy celým tělem (Kalina a Váňa, 2005).

## 8.2 Obrněnky (*Dinophyta*)

### Systematické zařazení obrněnek (*Dinophyta*)

Obrněnky (*Dinophyta*) patří do říše *Chromalveolata* a jsou podskupinou *Alveolat*. Dříve patřily stejně jako krásnoočka (*Euglenophyta*) do říše *Excavata*. Říše *Chromalveolata* má podskupiny: *Alveolata* a *Stramenopila*, *Rhizaria*. *Alveolata* je monofyletická skupina zahrnující primárně jednobuněčné eukaryota (tolweb.org).

### Charakteristika obrněnek (*Dinophyta*)

Obrněnky (*Dinophyta*) jsou převážně mořští bičíkovci s kapsální, trichální či kokální stélkou [D1]. Přibližně polovina obrněnek (*Dinophyta*) je autotrofních [D2]. Skupina obrněnek (*Dinophyta*) zahrnuje přibližně 4500 druhů, které jsou zařazeny do více

než pět set padesáti rodů. Více než polovina druhů je fosilních a asi dvě stě dvacet rodů je sladkovodních (Kalina a Váňa, 2005)

Zásobní látkou obrněnek (*Dinophyta*) je škrob uložený v cytoplazmě. Mezi další zásobní látky patří lipidy (sinicearasy.cz).

### **Buněčná stavba obrněnek (*Dinophyta*)**

Na povrchu buňky se nachází plazmatická membrána, pod kterou nacházíme specifický obal obrněnek, takzvanou téku. Pokud je tento obal elastický, jedná se o obrněnky „nahé“. U bičíkatých jedinců nacházíme pancíř, což jsou jedinci s pevným obalem. Pancíř je tvořen pevnými celulózovými destičkami. Tvar a poloha těchto destiček je druhově specifický znak (sinicearasy).

U všech bičíkatých obrněnek je téka odvozená od vrstvy plochých měchýřků uložených pod plazmatickou membránou. Tento typ měchýřku se nazývá alveolární vezikuly a je společným morfologickým rysem *Alveolat*. Alveolární mohou být prázdné, nebo tvoří zmiňovaný pancíř (Kalina a Váňa, 2005).

Dalším specifikem obrněnek (*Dinophyta*) je jejich jádro nebo-li dinokyryon. Jedná se o velmi velké, nápadné jádro obsahující chromozomy, které jsou po většinu buněčného cyklu v kondenzovaném stavu [D3] (Kalina a Váňa, 2005).

Obrněnky (*Dinophyta*) mají v povrchové vrstvě cytoplazmy uložené trichocysty, což jsou vymrštělná vlákna, jež jsou vystřelena při podráždění buňky, tím je změna teploty, mechanické podráždění (Kalina a Váňa, 2005).

### **Ekologie obrněnek**

Obrněnky (*Dinophyta*) patří mezi nejvýznamnější složky fytoplanktonu, společně s rozsivkami. Avšak jejich přemnožení ve slaných vodách způsobuje červenohnědé zbarvení vody, známé jako „red tide“. Dalším nebezpečným hlediskem je produkce velmi silných toxinů. Jedná se o jedny z nejsilnějších biotoxinů vůbec [D4] (Anderson, 1995).

V našich klimatických podmínkách jsou obrněnky velmi často součástí fytoplanktonu zatopených lomů. Především je nalezneme v jarním a podzimním období



(mikrosvet.mimoni.cz). Sladkovodní obrněnky nejsou producenty toxických látek (sinicearasy.cz).

### **System obrněnky (*Dinophyta*)**

Oddělení obrněnek (*Dinophyta*) zahrnuje řád *Peridinales*, *Gymnodinales*, *Peridiniales*, *Phytodinales*, *Noctiluacales* (Kalina a Váňa, 2005). O dalších řádech není třeba se zmiňovat.

V řádu *Peridinales* nalezneme rod *Peridinium*. Jedná se o rod obrněnky kulovitého tvaru, která je na povrchu buňky kryta pancířem tvořeným z celulóznic desek. Na povrchu pancíře je možné zaznamenat dvě rýhy (příčná, podélná). V místě střetu obou rýh vyrůstají dva bičíky. V řádu *Peridinales* se vykytuje rod *Ceratium* s charakteristickým tvarem pancíře. Horní polovina pancíře je protažena do špičatého výběžku, dolní polovina pancíře vybíhá do dvou či více výrůstků [D5]. *Ceratium* složkou fytoplanktonu ve vodních nádržích, rybníků a zatopených lomů (Bellinger a Sigee, 2010).

### **Didaktické návody obrněnky (*Dinophyta*)**

[D1]

Stejně jako u sinic je i zde nutností zopakovat stavbu stélky, dále čím je stélka typická, její druhy a odlišnosti. Žák by měl být schopen uvést, že stélku nacházíme právě u sinic a také že jejich stélka je jednobuněčná či vláknitá.

[D2]

Autotrofie je pojem pro žáky známý, avšak vyučující si může jejich znalost ověřit jednoduchým dotazováním. Žáci by měli být schopni vysvětlit, zda jsou autotrofními organismy. Zároveň by měli objasnit také to, že pokud jsou autotrofními organismy, tak jak je to možné a pokud ne, tak jak čím tedy jsou. Žák by měl uvést, že je heterotrofním organismem a proč tomu tak je.

[D3]

Žák dokáže sám nadefinovat DNA, RNA, jejich význam. Po té se učitel zaměří na buněčný cyklus, který by měli mít žáci zvládnutý. Učitel bude vyžadovat po žácích rámcové zopakování fáze buněčného cyklu, rozdíly mezi mitózou, meiózou.

[D4]

Pro lepší představu o síle toxinů pocházejících od obrněnek je možné žákům zmínit, že obrněnky jsou schopné produkovat saxitoxin, který je až tisíckrát silnější než kyanid (mikrosvet.mimoni.cz).

[D5]

Pokud učitel popisuje stavbu rodu *Peridinium*, je vhodné ji demonstrovat názorně. Velmi často se stává, že žáci přirovnávají tvar rodu *Peridinium* k Eiffelově věži. Pokud se žákům stane právě toto přirovnání, měl by vyučující využít mezioborových vztahů a zapojit jak historické, tak geografické a v neposlední řadě i politické aspekty tykající se Francie.

## 8.3 Zlativky (*Chrysophyceae*)

### Systematické zařazení zlativek (*Chrysophyceae*)

Třída zlativek patří do oddělení *Heterokontophyta* třída zlativky (*Chrysophyceae*). Oddělení *Heterokontophyta* zahrnuje převážně fotoautotrofní řasy [D1] se čtyřmi obalnými membránami u chloroplastů. Bičíky u oddělení *Heterokontophyta* jsou zpravidla dva, kdy jeden je delší a odpovídá za pohyb buňky a druhý je kratší, velmi redukovaný nese fotoreceptor (John a kol., 2008).

## **Charakteristika zlativek (*Chrysophyceae*)**

Jedná o sladkovodní skupinu organismů žijící jak jednotlivě, tak v koloniích. Pokud se vyskytují v koloniích, tak často vytvářejí keříčkovité útvary.

Výživa zlativek (*Chrysophyceae*) je mixotrofní [D2]. (Kalina a Váňa, 2005 ) Barvu chloroplastů určují chloroplasty a, c, beta karoten a především fukoxantin, který je zodpovědný za zlatavou barvu. Buňky zlativek (*Chrysophyceae*) jsou nahé, což znamená, že mají pouze plazmatickou membránu (Kalina a Váňa, 2005).

Zlativky (*Chrysophyceae*) jsou schopné tvořit stomatocysty. Jedná se o nepohlavní spory zlativek (*Chrysophyceae*), které vznikají endogenně (sinicearasy.cz).

## **Didaktické návody zlativek (*Chrysophyceae*)**

[D1]

Učitel rozebere s žáky pojem fotoautotrofní. Žáci by měli být schopni pomocí dedukce se dostat k závěru, že zlativky (*Chrysophyceae*) patří do skupiny organismů, pro které je nezbytné k životu světlo. Učitel opět vysvětlí žákům, že slovo trofie v tomto kontextu znamená způsob výživy.

[D2]

Žáci se s pojmem mixotrofie setkávají zřejmě podruhé. První zmínka byla učiněna při probírání učiva metabolismu buněk.

Učitel žákům připomene, že se jedná o typ výživy. Je možné být pro organismus současně či střídavě autotrofní a heterotrofní. Mixotrofie se týká především zelených bičíkovců, řas, masožravých kytek a to z důvodů možnosti fotosyntetizovat a zároveň být heterotrofem (přijímání organických látky z prostředí) (Kalina a Váňa, 2005).

## 8.4 Hnědé řasy (*Pheophyceae*)

### Systematické zařazení hnědých řas (*Pheophyceae*)

Hnědé řasy jsou další třídou říše *Chromalveolata* oddělení *Heterokontophyta* (sinicearasy.cz).

### Charakteristika hnědých řas (*Pheophyceae*)

Jedná se mnohobuněčné, přirostlé mořské organismy s výjimkou pěti sladkovodních rodů. Jsou jedny z nejvýznamnějších producentů organické hmoty. Stélka hnědých řas (*Pheophyceae*) je vláknitá a její délka se pohybuje ve velkém rozpětí od několika centimetrů až po několik metrů (botany.natur.cuni.cz).

Opět se jedná o fotoautotrofní řasy, u nichž nacházíme chlorofyl a, c, beta karoten, fukoxantin a violaxantin a výjimkou není ani pyrenoid (sinicearasy.cz).

Stélka hnědých řas má svůj specifický název, čímž je stichoblast. Stélky jsou rozlišeny na rhizoidy, kauloidy, fyloidy [D1] (Kalina a Váňa, 2005).

Zásobní látkou je manitol a olej (není třeba uvádět chrylsolaminaran, pouze u gymnaziálního typu studia) (Kalina a Váňa, 2005).

Rozmnožování hnědých řas (*Pheophyceae*) je pomocí rodozměny [D2]. Nepohlavní část zajišťují zoospory a pohlavní část rozmnožování hnědých řas (*Pheophyceae*) je představována jak izogamií, anizogamií nebo oogamií [D3] (Kalina a Váňa, 2005).

### Význam hnědých řas (*Pheophyceae*)

Hnědé řasy (*Pheophyceae*) neslouží jen jako potrava pro zvěř, ale v suché formě jako palivo. V minulosti jsme se setkávali s hnědými řasami (*Pheophyceae*) jako jednou z hlavních surovin pro výrobu sody, jódu (sinicearasy.cz).

### Zástupci hnědých řas (*Pheophyceae*)

Učivem střední školy není přesná systematika jednotlivých oddělení, a proto jsou u hnědých řas (*Pheophyceae*) uvedeni pouze zástupci.

*Ectocarpus* je kosmopolitní druh často pronikající i do více brakických vod v ústí řek. Jedná se jemná větvená vlákna (Kalina a Váňa, 2005).

*Padina* má plochou listovitou stélku vypadající trochu jako ucho [D4] (botany.natur.cuni.cz).

*Laminaria* se v západním Tichomoří pěstuje jako potravina (mikrosvet.mimoni.cz).

### **Didaktické návody hnědých řas (*Pheoophyceae*)**

[D1]

Učitel vysvětlí, že část stélky uchycující rostlinu k substrátu funkčně odpovídá kořenu cévnatých rostlin. Kauloid odpovídá funkci lodyhy a fylom odpovídá sporofytu cévnatých rostlin. Zde je nutné rozvést, co je to sporofyt a co je gametofyt, jaké jsou mezi nimi rozdíly a kde se s nimi dále žáci potkají (jätrovky, mechy apod.).

[D2]

Učitel po žácích požaduje definici rozmnožování pomocí rodozměny, jaké jsou jednotlivé části a k čemu dochází. Opět zde naráží na problematiku sporofytu a gametofytu. Žák by měl být obeznámen s pojmem zoospora – čím je typická, jak je to s pohyblivostí a podobně.

[D3]

Učitel po žácích vyžaduje vysvětlení pojmů izogamie, anizogamie, oogamie.

[D4]

Pro žáky je mnohem lepší demonstrovat vzhled pomocí obrázků, přirovnání by mohli žáci vyvodit sami.

## 8.5 Rozsivky (*Bacillariophyceae*)

### Systematické zařazení rozsivek (*Bacillariophyceae*)

Rozsivky (*Bacillariophyceae*) spadají do oddělení Heterokontophyta, třída Bacillariophyceae).

### Charakteristika rozsivek (*Bacillariophyceae*)

Jedná se o jednobuněčné řasy vyskytující se jednotlivě či v koloniích. Chloroplasty rozsivek (*Bacillariophyceae*) mají hnědou barvu, což je způsobeno kombinací chlorofylu a, c, beta karotenu a xantofylů [D1] (Seward, Tansley, 1962).

Typickým znakem rozsivek (*Bacillariophyceae*) je dvoudílná schránka, nazývána frustula [D2]. Symetrie je buď paprscitá či bilaterální. Schránka rozsivek (*Bacillariophyceae*) je tvořena oxidem křemičitým [D3] (Seward, Tansley, 1962).

### Frustula

[D4] Skládá ze dvou téměř identicky velkých částí. Každá miska rozsivek (*Bacillariophyceae*) se skládá z prstencovitého pláště z ploché části misky. U schránek je možné rozlišit vrchní část (epitéka), spodní část (hypotéka), boční část (pleura) (Kalina a Váňa, 2005).

### Ekologie rozsivek (*Bacillariophyceae*)

Rozsivky (*Bacillariophyceae*) patří mezi kosmopolitní druhy [D5]. Jsou důležitou složkou globální primární produkce. V pobřežních oblastech, kde jsou rozsivky (*Bacillariophyceae*) vystaveny silnému vlnobití, jejich biomasa vytváří vodní květ barvící vodu dohněda. Ekologické nároky jsou často druhově specifické a jednotlivé druhy mají různé nároky na obsah živin, obsah kyslíku ve vodě, pH atd. (tolweb.org).

### Zástupci rozsivek (*Bacillariophyceae*)

Konkrétní řády u třídy rozsivek (*Bacillariophyceae*) jsou spíše rozšiřujícím učivem žáků středních škol. V této podkapitole budou uvedeni pouze zástupci z řádu *Fragilariales*

(rod *Asterionella*) a řád *Naviculales* (rod *Navicula*) [D6]. Pro zástupce je opět vytvořený obrázkový katalog ([sinicearasy.cz](http://sinicearasy.cz)).

*Asterionella* je rozsivka tvořící kolonie ve sladkovodních rybnících a tůních. SCHRÁNKY rodu *Asterionella* jsou tyčinkovité a tvoří hvězdicovité útvary. Mezi běžné druhy našich vod patří *Asterionella formosa* a to především na začátku jara, v pozdějších měsících výskyt druhu kolísá v závislosti na světle a teple (Lee, 2008).

*Navicula* nebo-li loděnka, či člunovka je nejběžnější rod rozsivek. Český název loděnka, člunovka, vznikl odvozením od obrysu schránky, který připomíná obrys loďky. Zástupce z rodu *Navicula* nalezneme ve všech typech vod (stojaté, tekoucí, různé stupně trofie) (Krammer a Lange-Bertalot, 1997).

### **Didaktické návody rozsivek (*Bacillariophyceae*)**

[D1]

Učitel by měl poukázat na stejnou kombinaci chlorofylů a barviv, jako tomu bylo u hnědých řas (*Pheoophyceae*). Pro žáky to bude jednodušší na zapamatování. Taktéž je nutné připomenout, že patří do stejného oddělení a říše.

[D2]

Pro žáky je možné schránku rozsivek (*Bacillariophyceae*) přirovnat k strukturované krabici s víkem. Skladba schránky rozsivek (*Bacillariophyceae*) do sebe zapadají jako dno a víko krabice.

[D3]

Žáci znají základní názvosloví již ze střední školy, a tak by neměl být problém vytvoření chemického vzorce pro oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2$ ). Dále je možné uvést, že oxid křemičitý naleznou i v písku a je jednou ze základních složek skla.

[D4]

Výklad stavby frustuly je na zvážení učitele. Pro žáky může být učivo frustuly uvedeno jako zájmové, a tudíž nebude vyžadováno. Avšak je dobré, aby žáci měli alespoň základní představu o stavbě schránky rozsivek (*Bacillariophyceae*).

[D5]

Žáci dovedou vysvětlit pojem kosmopolitní a uvést další příklady (člověk, myš domácí, moucha domácí).

[D6]

Pro ujasnění tvaru rodu *Navicula*, česky loděnka, je dobré demonstrovat žákům obrázek, na kterém je zřejmý tvar, podle něhož byl odvozen český název.

## 8.6 Ruduchy (*Rhodophyta*)

Skupina ruduch (*Rhodophyta*) zahrnuje okolo pěti tisíc druhů a z nich je přibližně dvě stě sladkovodních. Patří do říše *Archaeplastida* a impéria *Eukaryota* (Kalina a Váňa, 2005).

### Charakteristika ruduch (*Rhodophyta*)

Jedná se o fotoautotrofní rostliny s eukaryotickou buňkou. Stélka ruduch (*Rhodophyta*) je jak jednobuněčná, tak i mnohobuněčná. V buňkách ruduch (*Rhodophyta*) nebyl nikdy zaznamenán ani bičík, ani struktury, jež by přítomnost této organely dokumentovaly. Buňky ruduch (*Rhodophyta*) jsou vždy pokryty buněčnou stěnou a jejich zásobní látkou je florideový škrob lišící se od pravého škrobu nepřítomností amylózy (sinicearasy.cz).

### Využití ruduch (*Rhodophyta*)

Ve východní Asii se pěstuje *Porphyra* jako složka potravy, hnojivo a krmivo. Žáci by mi měli znát fakt, že extrakcí v horké vodě se ze stélek získává agar [D1], který po zchladnutí tvoří gel využívaný v potravinářství, v laboratořích jako půda pro kultivaci



mikroorganismů. Podobným způsobem se získává karagen využívaný ve farmaceutice a potravinářství (Kalina a Váňa, 2005).

### **Didaktické návody ruduch (*Rhodophyta*)**

[D1]

Žáci by sami měli vyvodit, k čemu se agar používá a kde se ním mohou setkat. Dále také, jak vypadají agarové plotny apod..

## **8.7 Zelené řasy (*Chlorophyta*)**

### **Obecná charakteristika zelených řas (*Chlorophyta*)**

Jedná se o rozsáhlou skupinu organismů se všemi typy stélek. Variabilita zelených řas je i v jejich velikosti, protože jsou známy od mikroskopických druhů až po makroskopické (Lewis a McCourt, 2004). Jedním ze společných znaků skupiny zelených řas (*Chlorophyta*) je uzavřená mitóza [D1] (Kalina a Váňa, 2005).

### **Chloroplasty zelených řas (*Chlorophyta*)**

Chloroplasty zelených řas (*Chlorophyta*) mají dvě membrány. Tylakoidy srůstají v lamely po dvou až šesti (Hoek van den, 1997). Zástupci oddělní zelených řas (*Chlorophyta*) mají fotosyntetické pigmenty typu chlorofylu a, chlorofylu b, velmi důležitou složkou je beta karoten a xantofyly lutein, zeaxantin, neoxantin, violaxantin (Kalina a Váňa, 2005).

### **Bičíky zelených řas (*Chlorophyta*)**

Pomocí bičíků se pohybují zoidy a monády [D2]. Druhy s jedním nebo třemi bičíky jsou vzácné. Ve většině případů mají zelené řasy (*Chlorophyta*) bičíky dva, čtyři a více (sinicearasy.cz).

## **Systém zelených řas**

Třída zelenivky (*Chlorophyceae*) zahrnuje bičíkovce s jednobuněčnou kokální, kapsální, heterotrichální a vláknitou stélkou. Buněčná stěna je pokryta pouze plazmatickou membránou. Většinu buňky zaplňuje chloroplast s jedním či více pyrenoidy. Zelenivky (*Chlorophyceae*) jsou schopné tvořit kolonie tzv. cenobia [D3] (Kalina a Váňa, 2005).

*Pediastrum* je zelená cenobiální řasa. Každá buňka cenobia má viditelný jediný chloroplast s pyrenoidem. Jedná se o kosmopolitní rod fytoplanktonu stojatých vod, které jsou bohaté na živiny (John a kol., 2008).

Řetízkovka (*Scenedesmus*) je cenobiální rod zelených řas. Řetízkovka (*Scenedesmus*) je zelená řasa bez další buněčné struktury ve své buněčné stěně. Charakteristickým uspořádáním je několik (většinou dvě, čtyři či osm) oválných buněk. Jejich výskyt je opět ve stojatých vodách bohatých na živiny (Kalina a Váňa, 2005).

Cenobia zelené řasy *Volvox* jsou viditelné pouhým okem. Kulovitý tvar je tvořený několika sty až tisíci drobnými bičíkovci. Buňky rodu *Volvox* mají vždy dva stejně dlouhé bičíky. Rozšíření rodu *Volvox* je kosmopolitní, nejčastěji se s ním setkáme v jezírkách na konci pozdního léta (John a kol., 2008).

## **Didaktické návody zelených řas (*Chlorophyta*)**

[D1]

Žákům je nutné připomenout rozdíly mezi otevřenou a uzavřenou mitózou. U uzavřené mitózy zůstává jaderná membrána neporušená, zatímco u mitózy otevřené se jaderná membrána na počátku mitózy rozpouští (Alberts a kol., 1998).

[D2]

Žák dokáže vysvětlit, jaký je rozdíl mezi zoidem a monádou. Učitel by měl po žákovi požadovat, aby zoidy pojmenoval jako buňky sloužící k rozmnožování (Kalina a Váňa, 2005).

[D3]

Učitel žákům připomene, že kolonie vzniká nejčastěji z jedné buňky a po jejím rozdělení spolu dceřiné buňky zůstávají spojeny. Cenobium je celek buněk jedné generace (Kalina a Váňa, 2005).

# 9. Diskuze

## 9.1 Dotazníkové šetření

Vzhledem k tomu, že cílem práce bylo zmapovat úroveň výuky věnované sinicím a řasám, bude diskuse věnována především závěrům, které vyplývají z dotazníkového šetření na vybraných středních školách. Analýzou prošly také učebnice a učební dokumenty. Ze získaných výsledků lze vyvodit několik závěrů, kterým budou věnovány následující odstavce.

Z analýzy učebnic a z dotazníků je například jasné, že učitelé středních škol se často řídí členěním systému z 80. let minulého století. Tento zastaralý systém není v souladu s novými vědeckými poznatky, o které by se měli učitelé opírat. Jedním z faktorů ovlivňujících předávání neaktuálních informací žákům, je současný stav dostupných materiálů pro učitele středních škol. Učivo v učebnicích pro střední školy buď uspořádané podle zastaralého systému, nebo se vyskytují v textu chyby, které od sebe autoři neustále opisují. Josef Juráň a Jan Kaštovský se právě problematice učebnic a obecně řasám věnují v šestém díle časopisu *Živa* (Juráň a Kaštovský, 2016). Autoři zde uvádí, že školské učebnice jsou zatíženy opisováním a opakováním různě důležitých faktů z jiných starších učebnic. Jako jeden z příkladů je, že učebnice uvádějí řasy jako jednu z podříší rostlin, označovanou nižší či stélkaté rostliny (*Thallobionta*) (Kincl a kol., 2006).

Učitelé také obvykle pracují pouze s učebnicemi, případně používají obrázky z internetu, ale nevyhledávají si nové informace například v odborných člancích. Jedním z úskalí internetu jsou nepravdivé údaje, ale sám učitel by měl být schopen tyto informace selektovat. Řada škol pravidelně odebírá odborné časopisy, jako je *Arnica* či *Živa*. Právě v těchto publikacích se učitelé mohou setkat s novými poznatky v systematice jednotlivých skupin organismů. Z dotazníkového šetření vyplynulo, že velké procento učitelů se současným systémem nepracuje, jelikož se jim nezdá pro žáky dostatečně přehledný a také protože se neustále mění. Proměnlivost systému je úskalím ve výuce, avšak nemělo by se jednat o nepřekonatelnou hranici. Navíc taxonomie hlavních skupin už je pravděpodobně vyřešena (Juráň a Kaštovský, 2016). Dalším argumentem učitelů bylo, že používají starý

system, protože je zažitý. Zde lze namítnout, že jednou ze základních povinností učitele je vyhledávat aktuální informace a poskytovat je žákům v adekvátní formě tak, aby je správně pochopili.

Žáci středních škol by měli po absolvování učiva sinic vědět, zda jsou pro ně sinice nebezpečné. Avšak tuto znalost by měli mít i bez výuky sinic, jelikož se s problémem sinic potýkáme každé léto. I přesto, že většina žáků si je vědoma nebezpečí sinic pro člověka, vyskytly se v dotaznících i odpovědi prokazující hlubokou neznalost. Další je neznalost některých žáků učiva o chloroplastech či typu buněk u sinic.

Vyučující napsali, že se problematice sinic věnují jednu vyučovací hodinu. Samotný výklad či jiný typ výuky trvá v průměru dvacet minut. Zvládnutí tak široké problematiky během zmíněného krátkého časového úseku je jak pro učitele, tak pro žáky náročné. Časový nedostatek pro výklad je zřejmě jedním z aspektů, které vedou k problémům s pochopením problematiky sinic a řas. Téma řas je probíráno v rozpětí jedné až šesti hodin, což už je pro učitele i žáky schůdnější avšak nedostačující. Sami učitelé se shodují, že jedna vyučovací hodina pro výuku sinic a jedna až pět vyučovacích hodin pro výuku řas není zřejmě dostačující. Avšak v hodinách biologie upřednostňují výuku jiných témat, která učitelům připadají důležitější, než problematika sinic a řas.

Z dotazníkového šetření dále vyplynulo, že jen velmi málo času učitelé věnují i laboratorním cvičením zaměřeným právě na sinice a řasy. Často se jedná pouze o jednu hodinu a nejčastěji mikroskopovaným zástupcem je zrněnka (*Pleurococcus*). Dále vyučující uvedli, že využívají čas vyhrazený pro laboratorní práce pro výklad učiva, které nezvládají odučit během klasických vyučovacích hodin. Učitel musí naplňovat školní vzdělávací program, a pokud jsou laboratorní práce jeho součástí, tak tomu musí přizpůsobit i tematický plán. Laboratorní práce jsou pro žáky velmi důležitou součástí učiva, probouzí v nich hlubší zájem o předmět jako takový a zároveň je učí novým dovednostem.

Další vzdělávání pedagogických pracovníků je pro každého učitele nezbytné, avšak oslovení vyučující uvádějí, že z důvodu nedostatku finančních prostředků buď na školení vůbec nejezdí, nebo nenašli žádná finančně dostupná školení. Již na základě mé krátké pedagogické praxe jsem ale zjistila, že finanční prostředky na další vzdělávání pedagogů

jsou, musí být ovšem i schopné vedení školy, které získané prostředky vhodně využije. Informace o školeních je možné nalézt také v některých odborných publikacích. O jednom z nich se zmiňuje Juráš s Kaštovským (Juráš a Kaštovský, 2016). Učitelé mají možnost se každý rok školit na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Někteří však uvedli, že by školení ve výuce určitě nevyužili. Dalším důležitým faktorem pro práci učitele v hodinách je i moderní vybavení učeben. Pokud například škola získá finanční prostředky na koupi mikroskopů a dalšího vybavení, je po té pro učitele jednodušší s žáky pracovat na vyšší biologické úrovni, než je pouze výklad s obrázky.

Učitelé nemají pro výuku sinic a řas ani oporu v rámcovém vzdělávacím programu. Problematika sinic a řas je zakomponovaná ve vzdělávací oblasti: Člověk a příroda, ve vzdělávacím oboru biologie a tematickém celku: Biologie *Protist*. Druhým tematickým celkem, v němž je problematika řas zakomponovaná je tematický celek: Biologie rostlin. V očekávaných výstupech je uvedeno, že žák popíše stavbu těl rostlin, stavbu a funkci rostlinných orgánů, objasní princip životních cyklů a způsoby rozmnožování rostlin, porovná společné a rozdílné vlastnosti stélkatých a cévnatých rostlin, pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné rostlinné druhy a uvede jejich ekologické nároky, zhodnotí rostliny jako primární producenty biomasy a možnosti využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti, posoudí vliv životních podmínek na stavbu a funkci rostlinného těla, zhodnotí problematiku ohrožených rostlinných druhů a možnosti jejich ochrany (Balada a kol., 2007). Učitelé tyto výstupy aplikují především na cévnaté rostliny, kdy uvádějí, že toto je pro žáky podstatnější a problematiku řas zakomponují do výuky jen okrajově.

Co se týče problematiky latinských pojmů ve výuce, tak se učitelé v názorech rozcházejí. Žáci by s latinskými pojmy a skupinami pracovat měli. Pokud se zaměříme na žáky gymnázií, kteří se připravují na studium na vysoké škole, je pro ně znalost latinských pojmů nezbytná. Velmi často se hlásí na lékařské fakulty, farmacii či práva a zde je latina nedílnou součástí studia. Učitelé jsou toho názoru, že je naprosto zbytečné tímto žáky zatěžovat. Učitelé v dotazníkovém šetření uvedli, že je pro žáky obtížné pochopit problematiku sinic a řas a důvodem bylo mimo jiné i fakt, že v učivu se vyskytuje mnoha latinských názvů.

Je velmi náročné určit, zda je problémem neznalosti systému, zneužíváním laboratorních cvičení apod. zatížena většina škol, protože dotazníkového šetření se zúčastnilo pouze 326 žáků a 23 učitelů. Pro přesnější stanovení současného stavu výuky řas a sinic, je potřeba rozsáhlejší průzkum, který překračuje rozsah diplomové práce.

## 9.2 Srovnání s podobně zaměřenými pracemi

Studiem problematiky sinic a řas na středních školách se nezabývá mnoho odborných prací. Mezi odbornými pracemi se často vyskytují bakalářské a diplomové práce, které jsou zaměřeny na sinice jako organismy s jejich specifiky výskytu či jsou zaměřeny na řasy. Samotnou výukou sinic a řas na středních školách se zabývá Fárková (2015) ve své diplomové práci s názvem Atlas sladkovodních sinic a řas pro výuku biologie na Gymnáziu v Novém Jičíně. Autorka vytvořila velmi ucelený přehled sinic a řas v okolí Nového Jičína (Fárková, 2015). Diplomová práce Fárkové (2015) poskytuje čtenáři přehled středoškolských učebnic, ve kterém autorka specifikuje i druhy sinic a řas, které se v učebnicích vyskytují. V diplomové práci jsou v přílohách k dispozici přehledy s jednotlivými zástupci, jejich systematickým zařazením a krátkou charakteristikou. Tyto přehledy autorka použila při opakování řas během seminárního cvičení čtvrtých ročníků. Po zopakování učiva, rozdala autorka žákům, pracovní list, jenž byl zaměřen na taxony, které se vyskytovaly, v připravených přehledech. Jeden z vypracovaných listů je přiložen k diplomové práci. Autorka zhodnotila, že pro úplné vyplnění pracovního listu chyběly žákům některé rody uvedené v kartách a tak by bylo vhodné tyto taxony více rozpracovat. Autorka dále ověřovala své metody s žáky třetích ročníků během laboratorního cvičení. Žáci si museli připravit nativní preparát z předpřipravených vzorků a následně vypracovali protokol. Do protokolu zakreslili pozorované řasy a určili taxon, podle karet, které vytvořila autorka. Vyplnění protokolu nebylo pro žáky l problém. Jeden z protokolů je opět mezi přílohami diplomové práce (Fárková, 2015).

Okolí Plzně je velmi dobře zmapované, a to díky bakalářským a diplomovým pracím. Problematikou sinic a řas se v okolí Plzně věnovala například Lucie Nolčová (2013) ve své bakalářské práci, Řasová společenstva zatopených lomů v okolí Štěnovic, Havránková (2014) v práci Sinice a řasy zatopených lomů v okolí Štěnovic, či Valešová

(2015) ve své práci Biodiverzita sinic a řas zatopených lomů v okolí Stoda. Ve všech pracích se čtenář dočte základní charakteristiku zkoumané skupiny a současně je dostupný velmi přehledný soupis jednotlivých druhů. Učitelé mají možnost čerpat z bakalářských prací, které nejsou přímo didaktické, avšak jsou velmi přínosné pro výuku. Odborné práce učitelé poskytují návrhy na lokality, které mohou s žáky navštívit a provést zde výuku v terénu spojenou s odběrem vzorků. Posléze mají žáci možnost sami prozkoumat odebraný materiál během laboratorního cvičení. Pokud učitel nemá možnost s žáky navštívit lokalitu, může on sám provést odběr vzorků, se kterými budou žáci později pracovat. Jestliže budou učitelé provádět odběry na prozkoumaných lokalitách, budou velmi dobře obeznámeni s druhovou skladbou lokality. Učitelé následně mají možnost na laboratorních cvičeních se žáky laborovat i jiné zástupce než je zrněnka (*Pleurococcus*). V bakalářských pracích je k dispozici i obrazová příloha, která učitelům pomůže se zařazením jednotlivých druhů do systému. Právě v bakalářských a diplomových pracích je možné nalézt nejnovější poznatky o systematice.

Další oporou pro učitele je článek Kaufnerové a Vágnerové (2013) v časopise *Arnica*. Autorky se snaží pro učitele vytvořit stručný přehled základních skupin sinic a řas. Současně se zabývají učebnicemi pro základní a střední školy. Podobnou tematikou se zabývá Hvězdová (2014) ve své bakalářské práci Analýza tematického celku Řasy ve vybraných učebnicích přírodopisu pro ZŠ. I přesto, že se jednotlivé odborné práce liší výběrem učebnic, v obou případech nacházejí autorky v učebnicích mnoho chyb. Kaufnerová a Vágnerová (2013) poukazují na chybu například v učebnici *Přírodopis 6* (Jurčák a Froněk, 1999). Autoři učebnice uvádějí, že jsou sinice jednobuněčné rostliny, ačkoli patří mezi prokaryotní organismy (Kaufnerová a Vágnerová, 2013). Hvězdová (2014) například nastiňuje chybu u obrázku váleče koulivého (*Volvox globator*), kde dceřinná cenobia vznikají uvnitř dutého cenobia.



## 10. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vytvoření metodické příručky k problematice sinic a řas a zmapování současného stavu znalostí žáků algologie na středních školách v Ústeckém a Plzeňském kraji.

Diplomová práce byla koncipována tak, aby poskytla čtenáři strukturu a přehled jednotlivých částí zpracovávaného tématu. V práci jsem zhodnotila výsledky a zaměřila se na pomoc vyučujícím na středních školách s vytvořením konceptu příprav k výše zmíněné problematice. V jednotlivých kapitolách jsem se zabývala současným stavem systému výuky na středních školách a popsala jednotlivé dokumenty, o které se současná výuka ve školství opírá, postavení algologie v rámcovém vzdělávacím systému a také pohled na učebnicové materiály pro střední školy. Závěrečné kapitoly byly věnovány charakteristikám jednotlivých systémů.

Ve své práci jsem upozornila na několik problematických oblastí v systému výuky a těmi jsou například výukové materiály pro střední školy, které jsou v mnoha případech předkládány žákům se zastaralým členěním organismů či se v textu učebnic objevují stále se opakující chyby. Dalším překvapujícím závěrem byl fakt, že i přesto, že se většina žáků potýká s nebezpečí sinic každým rokem, vyskytly se v dotazníkovém šetření odpovědi prokazující hlubokou neznalost zmíněné problematiky.

V diplomové práci jsem se na zjištěné problémy snažila najít řešení, které představuje nejen vyšší nároky na další vzdělávání učitelů, ale také na moderní vybavení učeben. Řešení shledávám v lepším vytváření rozpočtu jednotlivých škol, kde je potřeba vyčlenit finanční prostředky umožňující zmíněná řešení. Závěrem je třeba upozornit na to, že pedagogové nemají pro výuky sinic a řas ani oporu v rámcovém vzdělávacím programu.

Cílem diplomové práce bylo především vytvoření přehledného návodu pro učitele středních škol, konceptu příprav vyučovacích hodin s doporučením na určité okruhy a aspekty učiva. Přínosem diplomové práce je praktický průvodce se zaměřením na podrobnější detaily problematiky, upozornění na zajímavé oblasti, u kterých je dobré zastavit se a prodiskutovat s žáky jednotlivé pojmy. Závěrem je třeba podotknout, že na

zjištěné problémy a nedostatky poskytuje diplomová práce několik možností řešení a věřím tomu, že bude podnětem či alespoň inspirací pro zefektivnění výuky probíraného učiva.

# 11. Resumé

The presented Master thesis deals with current state of high school education and teaching about the blue-green algae and algae. The thesis is focused on the evaluation of educational system in the Czech Republic and the attitude of teachers to this problematic. The outcome of this thesis is a creation of effective concept of teaching in this field, in order to highlight scope and aspect of blue-green algae and algae that should be presented to students. This effective concept is presented in a form of recommendations for the High-school teachers.

New scientific findings should be hand over to the students by their teachers. Unfortunately, the problematic of blue-green algae and algae is not properly explained at the high schools (also given to the limited time allocations) and this problematic is usually explained in detail at the universities. Thus, this thesis presents some aspects of blue-green algae and algae that should be integrated to the high school curriculum.

I hold the view that the discovered errors and imperfections could be solved by training the teachers, the better equipment of laboratories or project for improvement the teaching in general and I hope that more suitable conditions will be created.

## 12. Zdroje

### Tištěné zdroje:

Alberts, B., Bray, D., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Waler, P. 1998. *Základy buněčné biologie: úvod do molekulární biologie buňky*. Espero Publishing, Ústí nad Labem. 630 s.

Anderson, D., M. 1995. Toxic red tides and harmful algal blooms: A practical challenge in coastal oceanography. *Reviews of geophysics, supplement*: 1189 – 1200.

Balada, J., Baladová G., Boněk, J., Brant, J., Brychnáčová, E., Doležalová, O., Faltýn, J., Herink, J., Holasová, T., Horská, V., Houska, J., Hovorková, M., Hučínová, L., Hudecová, D., Charalambidis, A., Jeřábek, J., Jonák, Z., Janoušková, S., Kodet, S., Krčková, S., Kůlová, A., Lisnerová, R., Maršák, J., Masaříková, J., Novák, J., Pastorová, M., Pernicová, H., Rokosová, M., Smejkalová, A., Tůmová, J., Tupý, J., Zahradníková, J., Zelendová, E. 2007. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Výzkumný ústav pedagogický, Praha. 100 s.

Bellinger, E., G., Sigeo, D. 2010. *Freshwater algae*. Wiley – Blackwell, Great Britain. 265 s.

Cronberg, G., Annadotter, H. 2006. *Manual in aquatic cyanobacteria : a photo guide and a synopsis of their toxicology*. International Society for the Study of Harmful Algae: Intergovernmental Oceanographic Commission, Unesco International Society for the Study of Harmful Algae, Copenhagen. 106 s.

Cavalier-Smith, T. 1996. A revised six – kingdom system of life. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 3: 203–266.

Čapek, J. 2016. *Moderní didaktika*. Grada, Praha. 604 s.

Fárková, L. 2014. Atlas sladkovodních sinic a řas pro výuku biologie na Gymnáziu v Novém Jičíně. *Masarykova Univerzita, Brno*. 75 s.

Flegr, J. 2005. *Evoluční biologie*. Academia, Praha. 559 s.

Graham, L., E., Wilcox, L., E. 2000. *Algae*. Prentice – Hall, Upper Saddle River. 640 s.

Hausenblas, O., Košťálová, H., Miková, Š., Palečková, L., Stang, J., Straková, J., Věříšová, I. 2008. *Klíčové kompetence na gymnáziu*. Výzkumný ústav pedagogický, Praha. 129 s.

Havránková, M. 2014. Sinice a řasy zatopených lomů v okolí Štěnovic. *MS, Bakalářská práce, Západočeská Univerzita, Plzeň*. 61 s.

Hindák, F. 2008. *Colour atlas of Cyanophytes*. VEDA, Bratislava. 652 s.

Hoek van den, C., Mann, D., G., Jahns, H., M. 1997. *Algae and introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge. 627 s.

Hvězdová, K. 2014. Analýza tematického celku Řasy ve vybraných učebnicích přírodopisu pro ZŠ. *Masarykova Univerzita, Brno*. 40 s.

Jelínek, J., Zicháček, V. 2006. *Biologie pro gymnázia*. Nakladatelství Olomouc, Olomouc. 575 s.

John, D., M., Whitton, B., A., Brook, A., J. 2008. *The freshwater algal flora of British Isles*. Cambridge University Press, New York. 702 s.

Juráň, J., Kaštovský, J. 2016. Nový pohled na systém řas a jak ho učit?. *Živa* 6: 299 – 301.

Jurčák, J., Froněk, J. 1999. *Přírodopis 6*. Prodos, Olomouc. 127 s.

Kalina, T., Váňa, J. 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha. 606 s.

- Kaufnerová, V., Vágnerová, P. 2013. Sinice a řasy v učebnicích pro základní a střední školy. *Arnica* 1- 2: 9 – 21.
- Kincl, M., Faustus, L. 1975. *Základy fyziologie rostlin*. Státní pedagogické názvosloví, Praha. 168 s.
- Kincl, L., Kincl, M., Jarklová, J. 2006. *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií*. Fortuna, Praha. 302 s.
- Komárek, J. 1992. Diversita a moderní klasifikace sinic (Cyanoprocaryota). *MS, Habilitační práce*, Třeboň. 30 s.
- Krammer, K., Lange – Bertalot, H. 1997. *Bacillariophyceae, 1 Teil : Naviculaceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena. 876 s.
- Kratochvílová, J. 2006. *Teorie a praxe projektové výuky*. Masarykova Univerzita, Brno. 160 s.
- Kubát, K., Kalina, T., Kováč, J., Kubátová, D., Prach, K., Urban, Z. 1998. *Botanika*. Scienta, Praha. 232 s.
- Lee, R., E. 2008. *Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge. 547 s.
- Lewis, L., A., McCourt, R. 2004. Green algae and the origin of land plants. *American Journal of Botany* 91 (10) : 1535 -1556.
- Macháček, T., Hampl, V., Mikešová, K. Moderní pohled na vyšší systematiku eukaryot. *Živa* 1: 27–30.
- Macholán, M. 2014. *Základy fylogenetické analýzy*. Masarykova Univerzita, Brno. 289 s.
- Matin, W., Embley M., T. 2004. Early evolution comes full circle. *Nature* 431:135–137.

Nolčová, L. 2013. Řasová společenstva zatopených lomů v okolí Štěnovic. *MS, Bakalářská práce, Západočeská Univerzita, Plzeň*. 50 s.

Okamoto, N., Inouye, I. 2005. A Secondary Symbiosis in Progress?. *Science* 310: 287.

Oborník, M. 2009. Endosymbióza jako akcelerátor evoluce. *Živa* 2: 50 – 53.

Quitt, Z., Kucharský, P. 1989. *Latinská mluvnice*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 202 s.

Seward, A., C., Tansley, A., G. 1962 *Myxophyce, Peridinie, Bacillarie, Chlorophyceae*. Cambridge University Press, Cambridge. 475 s.

Skalková, J. 2007. *Obecná didaktika*. Grada, Praha. 322 s.

Tomková, A., Kašová, J., Dvořáková, M. 2009. *Učíme v projektech*. Portál, Praha. 173 s.

Valešová, E. 2015. Biodiverzita sinic a řas zatopených lomů v okolí Stoda. *MS, Bakalářská práce, Západočeská Univerzita, Plzeň*. 60 s.

Vališová, A., Kasíková, H., Dittrich, P., Dvořák, R., Dvořáková, M., Chval, M., Janebová, E., Jedlička, R., Kořa, J., Krykorková, H., Tvrzová, I., Váňová, R., Valenta, J., Vonková, H., Votavová. 2007. *Pedagogika pro učitele*. Grada, Praha. 402 s.

Wolowski, K., Hindák, F. 2005. *Atlas od Euglenophytes*. Veda, Bratislava. 136 s.

## Internetové zdroje:

Mona, H., Saldarriaga, J., F. 2012. Tree of life [online]. *Dinoflagellates*, Mona, H., Saldarriaga, J., F. [cit. 2016-09-07]. Dostupné z WWW: <http://tolweb.org/Dinoflagellates/2445>

ICR. 1995 - 2017. Institute for Creation Research [online]. *Darwin's Evolutionary Tree 'Annihilated'*, ICR [cit. 2016-09-25]. Dostupné z WWW: <http://www.icr.org/article/darwins-evolutionary-tree-annihilated/>

Jakeš, J. 2009 – 2017. Praktický průvodce mikrosvětlem I. [online]. 37. *Nižší rostliny IV. – krásnoočka*, Jakeš, J., [cit. 2016-10-05]. Dostupné z WWW: <http://mikrosvet.mimoni.cz/ulohy/37-nizsi-rostliny-4-krasnoocka>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Třída Bacillariophyceae*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2017-02-15]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Bacillariophyceae>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Oddělení Dinophyta*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2016-11-20]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Dinophyta>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Oddělení Cyanobacteria*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2016-10-05]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Euglenophyta>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Oddělení Chlorophyta*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2017-01-22]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Chlorophyta>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Oddělení Chromophyta*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2017-01-10]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Chromophyta>



Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Řád Chroococcales*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2016-10-05]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Chroococcales>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Třída Chrysophyceae*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2016-10-18]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Chrysophyceae>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Řád Nostocales*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2016-10-05]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Nostocales>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Řád Oscillatoriales*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2016-10-05]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Oscillatoriales>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Oddělení Rhodophyta*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2017-01-22]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Rhodophyta>

Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J. 2003 - 2017. Sinice a řasy [online]. *Řád Stigonematales*, Kaštovský, J., Hauer, T., Juráň, J., [cit. 2016-10-07]. Dostupné z WWW: <http://www.sinicearasy.cz/134/Stigonematales>

Keeling, P., Leander, B., S., Simpson, A. 2009. Tree of life [online]. *Eukaryotes*, Keeling, P., Leander, B., S., Simpson, A. [cit. 2016-09-07]. Dostupné z WWW: <http://tolweb.org/Eukaryotes/3>

Khan Academy. 2017. Khan Academy [online]. *Phylogenetic trees*. Khan Academy [cit. 2016-10-10]. Dostupné z WWW: <https://www.khanacademy.org/science/biology/her/tree-of-life/a/phylogenetic-trees>

Krmenčík, P. 2001 - 2007. Biotox.cz [online]. *Sinice a řasy*, Krmenčík, P. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z WWW: <http://www.biotox.cz/naturstoff/biologie/bi-sinicerasy.html>

Krobot, I. 2012 – 2017. Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů. *RVP a ŠVP obecně*. [cit. 2016-10-01]. Dostupné z WWW: <http://clanky.rvp.cz/clanek/s/G/1302/RVP-A-SVP-OBECNE.html/>

Mann, D., G. 2009. Tree of life [online]. *Bacillariophyceae penáte diatoms*. Mann, D., G. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z WWW: <http://tolweb.org/Bacillariophyceae/125298>

Moje biologie. 2009. Moje biologie [online]. *Řasy a sinice*, Moje biologie [cit. 2017-03-20]. Dostupné z WWW: <https://mojebiologie.wordpress.com/rasy-a-sinice/>

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 2010 - 2017. Katedra ekologie - Přírodovědecká fakulta UK - Univerzita Karlova, [online]. *Cryptophyta, Haptophyta, Phaeophyta*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze [cit. 2016-11-28]. Dostupné z WWW: <https://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/bezcevne2017/crypto17.pdf>

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 2010 - 2017. Katedra ekologie - Přírodovědecká fakulta UK - Univerzita Karlova, [online]. *Ekologie sinic a řas*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze [cit. 2017-03-16]. Dostupné z WWW: <https://web.natur.cuni.cz/ecology/vyuka/ekologie-sinic-a-ras/Extremophiles.pdf>

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 2010 - 2017. Katedra ekologie - Přírodovědecká fakulta UK - Univerzita Karlova, [online]. *Euglenophyta, Dinophyta*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze [cit. 2017-03-08]. Dostupné z WWW: <https://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/bezcevne2017/eugleno17.pdf>

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 2010 - 2017. Katedra ekologie - Přírodovědecká fakulta UK - Univerzita Karlova, [online]. *Glaucophyta, Rhodophyta, Prasinophyta*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze [cit. 2017-03-10]. Dostupné z WWW: <https://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/bezcevne2017/Rhodo17.pdf>

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 2010 - 2017. Algologické oddělení - Katedra botaniky PřF UK, [online]. *Informační list řasy a sinice*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze [cit. 2017-02-19]. Dostupné z WWW: <https://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/infolist.pdf>

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 2010 - 2017. Katedra ekologie - Přírodovědecká fakulta UK - Univerzita Karlova, [online]. *Xanthophyta, Eustigmatophyta, Bacillariophyta*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze [cit. 2016-11-30]. Dostupné z WWW: <https://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/bezcevne2017/xantho17.pdf>

Přírodovědecká fakulta Univerzita Palackého v Olomouci. 2012 - 2017. Propojení výuky Molekulární a buněčné biologie a Ochrany tvorby životního prostředí [online]. *Výukový portál*, Přírodovědecká fakulta Univerzita Palackého v Olomouci [cit. 2016-09-09]. Dostupné z WWW: <http://moloch.upol.cz/uploads/vyukovy-portal/mem-8-za-klady-fylogenetiky.pdf>

Zicha, O. 1999 - 2017. BioLib.cz [online]. *Fagotrofie*, Zicha, O. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/dir0/id1419/>

#### **Zdroje obrázků:**

- 1) [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kurikul%C3%A1rn%C3%AD\\_dokumenty.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kurikul%C3%A1rn%C3%AD_dokumenty.png)
- 2) Valešová s laskavým souhlasem
- 3) Valešová s laskavým souhlasem
- 4) Vágnerová s laskavým souhlasem
- 5) Vágnerová s laskavým souhlasem
- 6) Valešová s laskavým souhlasem
- 7) Valešová s laskavým souhlasem
- 8) Valešová s laskavým souhlasem
- 9) Valešová s laskavým souhlasem
- 10) Valešová s laskavým souhlasem

- 11) Valešová s laskavým souhlasem
- 12) Valešová s laskavým souhlasem
- 13) Valešová s laskavým souhlasem
- 14) [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Average\\_prokaryote\\_cell\\_cs.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Average_prokaryote_cell_cs.svg)
- 15) <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Endosymbiosis.PNG>

## 13. Seznam obrázků

Obrázek 1: Kurikulární dokumenty .....	15
Obrázek 2: <i>Oscillatoria limosa</i> .....	94
Obrázek 3: <i>Woronichinia naegeliana</i> .....	94
Obrázek 4: <i>Cylindrospermum muscicola</i> .....	95
Obrázek 5: <i>Euglena mucifera</i> .....	95
Obrázek 6: <i>Ceratium hirudinella</i> .....	96
Obrázek 7: <i>Peridinium willei</i> .....	96
Obrázek 8: <i>Uroglena europaea</i> .....	97
Obrázek 9: <i>Dinobryon divergens</i> .....	97
Obrázek 10: <i>Navicula radiosa</i> var. <i>radiosa</i> .....	98
Obrázek 11: <i>Asterionella formosa</i> .....	98
Obrázek 12: <i>Pediastrum</i> .....	99
Obrázek 13: <i>Oedogonium</i> sp. <i>steril</i> .....	99
Obrázek 14: Obecná stavba prokaryotické buňky .....	100
Obrázek 15: Shrnutí endosymbiotické teorie .....	100

## 14. Seznam tabulek

Tabulka 1: Počty respondentů jednotlivých škol.....	22
Tabulka 2: Odpovědi týkající se náročnosti biologie .....	22
Tabulka 3: Odpovědi na četnost laboratorního cvičení .....	23
Tabulka 4: Odpovědi na přínos laboratorních cvičení.....	23
Tabulka 5: Odpovědi k zájmu o rozšíření učiva sinic a řas.....	23
Tabulka 6: Odpovědi na znalost současného systému.....	24
Tabulka 7: Odpovědi k toxicitě sinic.....	24
Tabulka 8: Odpovědi k sinicové buňce .....	24
Tabulka 9: Odpovědi na schopnost sinic fotosyntetizovat .....	25
Tabulka 10: Odpovědi na barvu zelených řas .....	25
Tabulka 11: Odpovědi týkající se frustuly .....	25
Tabulka 12: Odpovědi k výskytu krásnooček v ČR.....	26
Tabulka 13: Odpovědi ke znalosti chloroplastu .....	26
Tabulka 14: Taxonomické kategorie (Kalina a Váňa, 2005).....	29

## 15. Přílohy

Příloha 1: Slovníček pojmů - učitel .....	78
Příloha 2: Slovníček pojmů - žák .....	79
Příloha 3: Návrh pracovního listu – sinice ( <i>Cyanobacteria</i> ).....	80
Příloha 4: Návrh laboratorního cvičení krásnooček ( <i>Euglenophyta</i> ) – učitel .....	82
Příloha 5: Návrh laboratorního cvičení krásnooček ( <i>Euglenophyta</i> ) – žák.....	85
Příloha 6: Laboratorní cvičení rozsivky ( <i>Bacillariophyceae</i> ) – učitel .....	88
Příloha 7: Laboratorní cvičení rozsivky ( <i>Bacillariophyceae</i> ) - žák .....	91

## **Příloha 1: Slovníček pojmů - učitel**

Ampula – vchlípenina tvaru baňky (přední část buňky u krásnooček)

Anizogamie - typ pohlavního rozmnožování, při němž dochází ke splynutí pohlavní buňky různé velikosti a tvaru

Autotrofní – schopnost organismů přeměňovat anorganické sloučeniny na látky organické

Cenobium – zvláštní druh kolonie – tvořené jednou generací buněk

Epitéka – vrchní část schránky rozsivek

Eukaryotní – organismus s eukaryotickou buňkou

Fagotrofní – přijímání pevné potravy

Hypotéka – spodní část schránky rozsivek

Fotosyntéza - proces, při kterém se mění přijatá světelná energie na energii chemických vazeb

Frustula – buněčná stěna rozsivek

Hormogonie – úlomky vláken

Izogamie - typ pohlavního rozmnožování, při němž dochází ke splynutí pohlavní buňky stejné velikosti a tvaru

Lorika – otevřená buněčná stěna

Mixotrofie - kombinace heterotrofního a autotrofního způsobu výživy

Oogamie - typ pohlavního rozmnožování, kde pohlavní buňka samičky je mnohem větší velikosti než samčí pohlavní buňka

Osmotrofie – přijímání tekuté potravy

Pancíř – obal obrněnek z celulóznic destiček

Pleura – boční část schránky rozsivek

Prokaryotní – organismus s prokaryotickou buňkou

Stélka – název pro tělo rostlin, které nemají rozlišené kořeny, stonek, listy

Téka – dělená buněčná stěna

Tylakoid – ploché měchýřky, jejichž stěny jsou tvořené fotosyntetickou membránou

Stichoblast – stélka hnědých řas

Zoospora – aktivně pohyblivá spora, nejčastěji pomocí bičíků

## **Příloha 2: Slovníček pojmů - žák**

Ampula –

Anizogamie –

Autotrofní –

Cenobium –

Epitéka –

Eukaryotní –

Fagotrofní –

Hypotéka –

Fotosyntéza –

Frustula –

Hormogonie –

Izogamie -

Lorika –

Mixotrofie -

Oogamie -

Osmotrofie -

Pancíř -

Pleura –

Prokaryotní –

Stélka –

Téka –

Tylakoid –

Stichoblast –

Zoospora –

### Příloha 3: Návrh pracovního listu – sinice (*Cyanobacteria*)

1) Jakou buněčnou strukturu nikdy nenajdeme u sinic?

---

2) Rozhodněte, zda jsou jednotlivá tvrzení pravdivá či nikoliv. Při hledání odpovědí můžete použít internet.

Tvrzení, že:

	ANO <input type="checkbox"/>	NE <input type="checkbox"/>
... veškeré sinice vodních květů produkující toxiny jsou nebezpečné pro člověka.		
... eutrofizace souvisí s rozvojem vodních květů sinic.		
... při odumření a uhnívání biomasy vodního květu se můžeme setkat s vyčerpáním kyslíku ve vodě a následnému k úhynu ryb.		
... sinice se vyskytují pouze v teplých vodách.		
... sinice se živí jak autotrofně, tak paraziticky.		

3) Pojmenuj zástupce + systematicky zařaď (řád, oddělení, impérium)





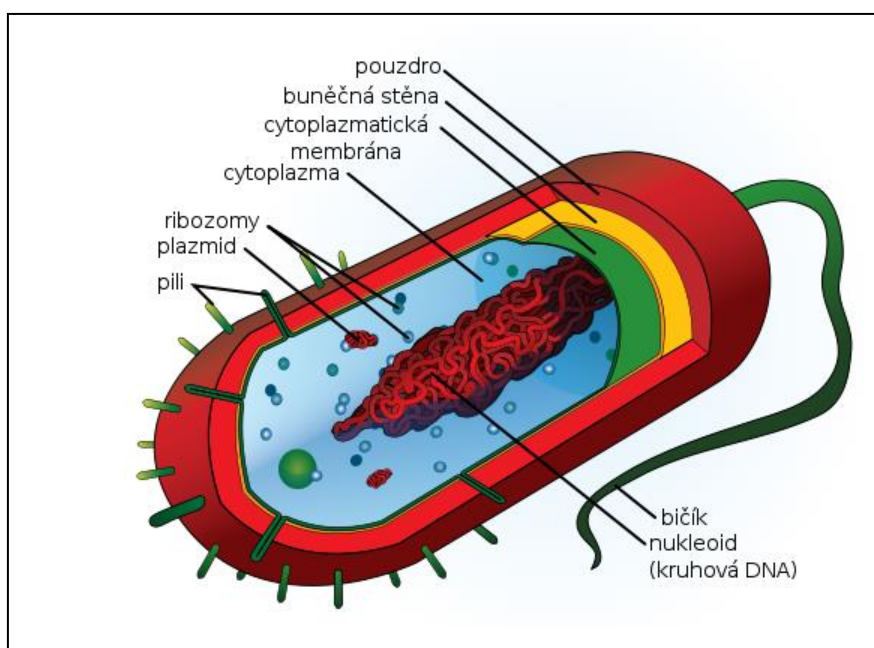
4) Doplň chybějící slova:

Sinice jsou \_\_\_\_\_, protože obsahují barvivo \_\_\_\_\_.  
Díky tomu jsou schopny \_\_\_\_\_. Některé sinice žijící ve vodě způsobují při přemnožení (zejména v letních měsících) tzv. vodní \_\_\_\_\_. Koupání v takové vodě je \_\_\_\_\_.


5) Sinice vyrábí hodně:

- a) Fosforu
- b) Dusíku
- c) Kyslíku
- d) Argonu

6) Popiš obrázek:



**Příloha 4: Návrh laboratorního cvičení krásnooček (*Euglenophyta*) – učitel**

<p>Gymnázium</p>  <p>Chomutov Mostecká 3000</p>	<p><b>LABORATORNÍ</b></p> <p><b>CVIČENÍ Z BIOLOGIE</b></p>	<p><b>Protokol číslo:</b></p>
		<p><b>Školní rok:</b></p>
<p><b>Jméno:</b></p>	<p><b>Datum práce:</b></p>	
<p><b>Třída:</b></p>	<p><b>Datum odevzdání:</b></p>	
<p><b>Název práce:</b></p> <p><b>KRÁSNOOČKA (<i>EUGLENOPHYTA</i>)</b></p>		

Teorie:

*Krásnoočka (Euglenophyta)* jsou jednobuněčné bičíkaté řasy. Buňky jsou oválné nebo vřetenovité. Vchlípeninu s lahvicovitou nádržkou nalezneme na předním konci buňky. Z nádržky vyrůstají *jeden nebo dva bičíky*. V blízkosti nádržky bývá *červená skvrna – stigma*, sloužící k reagování krásnoočka na intenzitu a směr světla. V buňce se nachází *chloroplasty s chlorofylem a + b, xantofyly a karotenoidy*. Chloroplasty často obsahují *pyrenoid* (bílkovina, na povrchu se ukládají zásobní látky). Druhy bez chloroplastů se vyživují heterotrofně. Oválných zrna v plazmě je *paramylon*, který je zásobní látkou krásnooček. Povrch buňky krásnooček je pokryt *pelikulou*.

V přírodě jsou krásnoočka obývají vody bohaté na organické látky a to i silně znečištěné vody s přítokem močůvky. Často tvoří blanky na hladině kaluží.

Nejznámějším krásnoočkem je krásnoočko zelené (*Euglena viridis*). Krásnoočko zelené (*Euglena viridis*) je indikátorem fekálního znečištění. Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) svým výskytem indikuje velmi čisté vody, což jsou rašelinné tůně.

Rod *Phacus sp.* se nevyskytuje ve znečištěných vodách. Nejnáročnější na kvalitu vody *Trachelomonas sp.* Zástupce tohoto rodu najdeme často ve vodách s nižším obsahem živin v jarním období.

### Materiál:

Vzorky vod z různých zdrojů (tůň, rybníky, kaluže, strouhy). Musí to být především vody bohaté na organické látky.

### Pomůcky:

Mikroskop, podložní a krycí sklíčko, Petriho miska, kapátko, filtrační papír.

### Úkol: Mikroskopické pozorování zástupců oddělení krásnoočka

Ze vzorků vod postupně kapátkem přeneste kapku vody na podložní sklíčko, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte. Zakreslete tvar buněk, tvar chloroplastů, polohu bičíků, stigma.

### Postup:

Ze vzorků vod postupně kapátkem přeneste kapku vody na podložní sklíčko, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte. Zakreslete tvar buněk, tvar chloroplastů, polohu bičíků, stigma.

### Systematické zařazení:

Imperium: *Eukarya, Eukaryota*

Říše: *Excavata*

Oddělení: *Euglenophyta*

Třída: *Euglenophyceae*

### Pozorování:

Rod krásnoočka (*Euglena sp.*) zahrnuje různé morfologické typy, nejčastěji to jsou krásnoočka s protáhlým tvarem těla. Bičík je umístěný na konci buňky (v mikroskopu je někdy pohybující se bičík zahlédnout, obvykle ale vidět není. Jasně červená stigma je většinou velmi dobře viditelná.

Méně protáhlou buňku mají zástupci rodu *Phacus sp.*. Buňka je zploštělá (vypadá jako „lístek“) s jedním bičíkem. Buňky tohoto rodu nemění svůj tvar. Povrch buňky bývá šikmě žebrovaný (žebra pelikuly).

Rod *Trachelomonas sp.* má buňky kulovité nebo oválné.

#### Metodické poznámky a doporučení:

Jedná se o velmi variabilní skupinu řas a zástupce můžeme najít téměř v jakémkoliv vzorku vody a to dokonce i rašelinné. Je nutné do vzorku nabrat různé povlaky, nárůsty, které se vytváří pod hladinou na větvích, kamenech. Případně je dobré nabrat trochu detritu ze dna tůně, nádrže. V povrchových organicky znečištěných vodách (kaluže, rybníky apod.) většinou najdeme zástupce rodu krásnoočko.

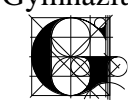
Rod *Trachelomonas sp.* je součástí jarního aspektu, v ostatních obdobích roku je pravděpodobnost nalezení menší.

Učitel má možnost zapojit žáky do odběru vod. Žáci se rozdělí na několik menších skupin, učitel jim přidělí typ vody, které přinesou. Pokud učitel nechá žáky přinést jejich vlastní vzorky vody, je důležité, aby měl v zásobě sám vzorky vody, pro případ, že se žákům nepodaří provést správný odběr vody, či zapomenou. Je velmi důležité, aby učitel žákům vysvětlil, jak mají při odběru vzorků postupovat a co mají konkrétně přinést. Aby se nestalo, že žáci naberou pouze vodu při hladině a nenaberou například detrit ze dna nádrže.

#### Závěr:

Žáci zhodnotí, zda se povedlo pozorovat rod krásnoočka (*Euglena*), rodu *Phacus*, rod *Trachelomonas*. Žáci popíší rozdíly mezi jednotlivými rody a typické znaky, kterým se rod vyznačuje (tvar buňky, barvu, bičíky, stigmata...).

## Příloha 5: Návrh laboratorního cvičení krásnooček (*Euglenophyta*) – žák

 <p>Gymnázium Chomutov Mostecká 3000</p>	<b>LABORATORNÍ CVIČENÍ Z BIOLOGIE</b>	Protokol číslo:
		Školní rok:
Jméno:	Datum práce:	
Třída:	Datum odevzdání:	
Název práce:	<b>KRÁSNOOČKA (<i>EUGLENOPHYTA</i>)</b>	

### Teorie:

**Krásnoočka** (*Euglenophyta*) jsou jednobuněčné bičíkaté řasy. Buňky jsou oválné nebo větvenovité. Vchlípeninu s lahvicovitou nádržkou nalezneme na předním konci buňky. Z nádržky vyrůstají **jeden nebo dva bičíky**. V blízkosti nádržky bývá **červená skvrna – stigma**, sloužící k reagování krásnoočka na intenzitu a směr světla. V buňce se nachází **chloroplasty s chlorofylem a + b, xantofyly a karotenoidy**. Chloroplasty často obsahují **pyrenoid** (bílkovina, na povrchu se ukládají zásobní látky). Druhy bez chloroplastů se vyživují heterotrofně. Oválných zrna v plazmě je **paramylon**, který je zásobní látkou krásnooček. Povrch buňky krásnooček je pokryt **pelikulou**.

V přírodě krásnoočka obývají vody bohaté na organické látky a to i silně znečištěné vody s přítokem močůvky. Často tvoří blanky na hladině kaluží.

Nejznámějším krásnoočkem je krásnoočko zelené (*Euglena viridis*). Krásnoočko zelené (*Euglena viridis*) je indikátorem fekálního znečištění. Krásnoočko štíhlé (*Euglena gracilis*) svým výskytem indikuje velmi čisté vody, což jsou rašelinné tůně.

Rod *Phacus sp.* se nevyskytuje ve znečištěných vodách. Nejnáročnější na kvalitu vody *Trachelomonas sp.* Zástupce tohoto rodu najdeme často ve vodách s nižším obsahem živin v jarním období.

### Materiál:

Vzorky vod z různých zdrojů (tůně, rybníky, kaluže, strouhy). Musí to být především vody bohaté na organické látky.

Pomůcky:

Mikroskop, podložní a krycí sklíčko, Petriho miska, kapátko, filtrační papír.

Úkol: Mikroskopické pozorování zástupců oddělení krásnoočka

Postup:

Ze vzorků vod postupně kapátkem přeneste kapku vody na podložní sklíčko, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte. Zakreslete tvar buněk, tvar chloroplastů, polohu bičíků, stigma. Do nákresu vždy uveďte rod, který zakreslujete a zvětšení, pod kterým objekt pozorujete. Nákres vždy provádějte tužkou a jednotlivé popisy propiskou.

Systematické zařazení:

Imperium: *Eukarya, Eukaryota*

Říše: *Excavata*

Oddělení: *Euglenophyta*

Třída: *Euglenophyceae*

Nákres (zástupce):

Zvětšení:

Nákres (zástupce):

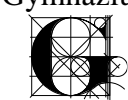
Zvětšení:

Nákres (zástupce):

Zvětšení:

Závěr:

## Příloha 6: Laboratorní cvičení rozsivky (*Bacillariophyceae*) – učitel

 <p>Gymnázium Chomutov Mostecká 3000</p>	<b>LABORATORNÍ CVIČENÍ Z BIOLOGIE</b>	Protokol číslo:
		Školní rok:
Jméno:	Datum práce:	
Třída:	Datum odevzdání:	
Název práce: <b>ROZSIVKY (<i>BACILLARIOPHYCEAE</i>)</b>		

### Teorie:

Rozsivky mají ve svých buňkách spolu s chlorofylem *a*, *c* i hnědé barvivo *fukoxanthin*. Jedná se o jednobuněčné organismy, jejichž tělo je chráněno křemičitou schránkou. Jejich schránka se nazývá *frustula* a je tvořena oxidem křemičitým. *Frustula* připomíná dvoudílnou krabičku, protože obě části schránky do sebe zapadají jako dno a víko krabičky. Spodní část schránky se odborně nazývá *hypotheka* a vrchní část schránky *epitheka*. Schránky jsou buď podlouhlé, oboustranně souměrné, takto souměrné rozinky se nazývají *penátní*. Kruhově souměrné s paprscitou souměrností a nazývají se *centrické*. Schránky mají ve stěnách rýhy, štěrbinu, které se v mikroskopu jeví jako žebra. *Raphe* je specializovaná štěrbinu ve středním žebru. Rozsivky se pohybují pomocí pohybem cytoplazmy v raphe. Rozsivky nalezneme dně stojatých vod, kde tvoří i slizovité povlaky na kamenech, častý je výskyt v lesních tůňkách a loužích. Žijí jak samostatně tak i v koloniích.

### Materiál:

Vzorky vod (chuchvalce řas z různých stojatých i tekoucích vod, seškrabané řasy ze stěn akvaria, kaly a sliz z lesních tůň, seškrabaný sliz z ponořených předmětů ve vodě jako jsou kameny, větve) či vymačkaná voda z mokrého mechu.



### Pomůcky:

Mikroskop, podložní a krycí sklíčko, Petriho miska, 2 preparační jehly, pinzeta, kapátko, filtrační papír.

### Úkol: Pozorování a nákres různých druhů rozsivek

Z různých vod postupně vytvořte preparáty.

Kapátkem přeneste kapku vody na podložní sklíčko, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte.

Pokuste se zakreslit co největší množství tvarů různých rozsivek.

### Postup:

Ze vzorků vod postupně kapátkem přeneste kapku vody na podložní sklíčko, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte. Zakreslete tvar buněk, pokud tvoří kolonie, nakreslete alespoň část. Do nákresu vždy uveďte rod, zakreslujete, zvětšení, pod kterým objekt pozorujete a typ stélky. Nákres vždy provádějte tužkou a jednotlivé popisy propiskou.

### Systematické zařazení:

Imperium: *Eukarya, Eukaryota*

Říše: *Chromalveolata*

Oddělení: *Heterokontophyta*

Třída: *Bacillariophyceae*

### Nákres (zástupce):

Zvětšení:

Typ stélky:

### Výsledky pozorování

Nejčastější centrická koloniální rozsivka je *Melosira*, na jednotlivé buňky se často díváme z boku, kdy mají obdélníkový tvar.

Rod *Asterionella* se sdružuje do hvězdicovitých kolonií. Při pozorování penátních rozsivek se velmi často vyskytuje člunovka (*Pinnularia*), loděnka (*Navicula*) a řada dalších rodů (*Synedra*, *Cymbella*, *Cymatopleura*, *Gyrosigma*, *Gomphonema* apod.).

Nejhojněji se rozsivky vyskytují ve vodách z rašelinných tůní. U rozsivek je možné pozorovat pohyb schránek díky proudění cytoplazmy (*Pinnularia*, *Navicula*)

Velikost pozorovaných rozsivek je velmi různorodá i u stejného rodu, záleží v jakém ročním období sledujeme rozsivky.

### Metodické poznámky a doporučení

Učitel zdůrazní žákům jaký je správný postup při odběru vzorků. Žáci by měli odebírat v kalu a slizu, v rašeliništích nebo rašelinných tůních, v chuchvalcích zelených řas. Jelikož se rozsivky vyskytují jako součást povlaku stěn znečištěných akvárií, učitel má možnost získat vzorky rozsivek i v zimním období.

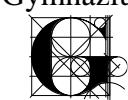
Učitel by měl mít v záloze vhodné vzorky, které odebere sám a přesvědčí se, že v nich zástupci skutečně jsou.

Bližší určování řas je pro laika velmi obtížné, pro úroveň středních škol postačí orientační určení do rodu.

### Závěr:

Žáci zhodnotí, zda se povedlo pozorovat oddělní rozsivky (*Bacilliarophyceae*), a které konkrétní rody se vyskytovaly v donesených vzorcích vody. Žáci popíší rozdíly mezi jednotlivými rody a typické znaky, kterým se rod vyznačuje (tvar buňky, barvu...).

## Příloha 7: Laboratorní cvičení rozsivky (*Bacillariophyceae*) - žák

 <p>Gymnázium Chomutov Mostecká 3000</p>	<b>LABORATORNÍ CVIČENÍ Z BIOLOGIE</b>	Protokol číslo:
		Školní rok:
Jméno:	Datum práce:	
Třída:	Datum odevzdání:	
Název práce: <b>ROZSIVKY (<i>BACILLARIOPHYCEAE</i>)</b>		

### Teorie:

Rozsivky mají ve svých buňkách spolu s chlorofylem *a*, *c* i hnědé barvivo *fukoxanthin*. Jedná se o jednobuněčné organismy, jejichž tělo je chráněno křemičitou schránkou. Jejich schránka se nazývá *frustula* a je tvořena oxidem křemičitým. *Frustula* připomíná dvoudílnou krabičku, protože obě části schránky do sebe zapadají jako dno a víko krabičky. Spodní část schránky se odborně nazývá *hypotheka* a vrchní část schránky *epitheka*. Schránky jsou buď podlouhlé, oboustranně souměrné, takto souměrné rozinky se nazývají *penátní*. Kruhově souměrné s paprscitou souměrností a nazývají se *centrické*. Schránky mají ve stěnách rýhy, štěrbinu, které se v mikroskopu jeví jako žebra. *Raphe* je specializovaná štěrbinu ve středním žebru. Rozsivky se pohybují pomocí pohybem cytoplazmy v raphe. Rozsivky nalezneme dně stojatých vod, kde tvoří i slizovité povlaky na kamenech, častý je výskyt v lesních tůňkách a loužích. Žijí jak samostatně tak i v koloniích.

### Materiál:

Vzorky vod (chuchvalce řas z různých stojatých i tekoucích vod, seškrabané řasy ze stěn akvaria, kaly a sliz z lesních tůň, seškrabaný sliz z ponořených předmětů ve vodě jako jsou kameny, větve) či vymačkaná voda z mokrého mechu.

### Pomůcky:

Mikroskop, podložní a krycí sklíčko, Petriho miska, 2 preparační jehly, pinzeta, kapátko, filtrační papír.

### Úkol: Pozorování a nákres různých druhů rozsivek

Z různých vod postupně vytvořte preparáty.

Kapátkem přeneste kapku vody na podložní sklíčko, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte.

Pokuste se zakreslit co největší množství tvarů různých rozsivek.

### Postup:

Ze vzorků vod postupně kapátkem přeneste kapku vody na podložní sklíčko, přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte. Zakreslete tvar buněk, pokud tvoří kolonie, nakreslete alespoň část. Do nákresu vždy uveďte rod, zakreslujete, zvětšení, pod kterým objekt pozorujete a typ stélky. Nákres vždy provádějte tužkou a jednotlivé popisy propiskou.

### Systematické zařazení:

Imperium: *Eukarya, Eukaryota*

Říše: *Chromalveolata*

Oddělení: *Heterokontophyta*

Třída: *Bacillariophyceae*

### Nákres (zástupce):

Zvětšení:

Typ stélky:

Nákres (zástupce):

Zvětšení:

Typ stélky:

Nákres (zástupce):

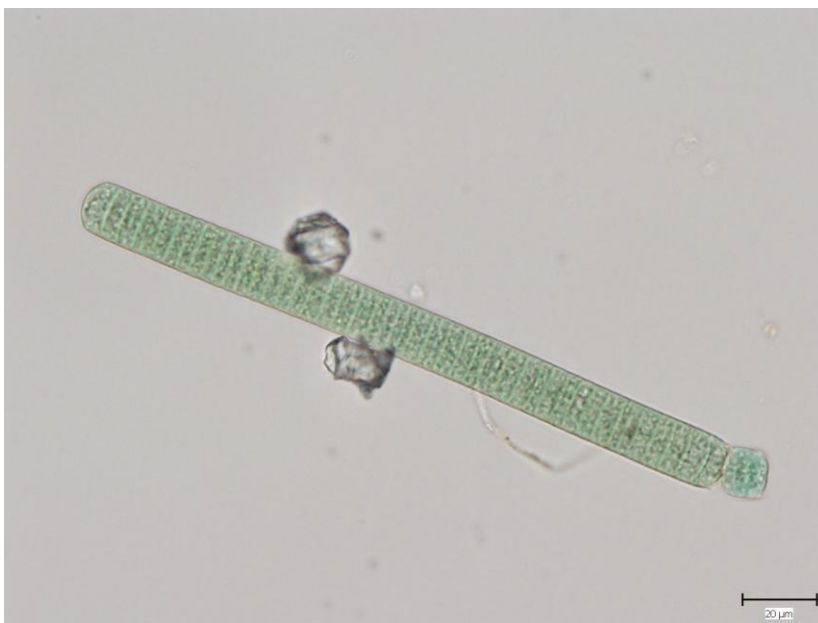
Zvětšení:

Typ stélky:

Závěr:

**Obrazová příloha:**

**Sinice (Cyanophyceae)**



**Obrázek 2: *Oscillatoria limosa***  
Zdroj: Valěšová

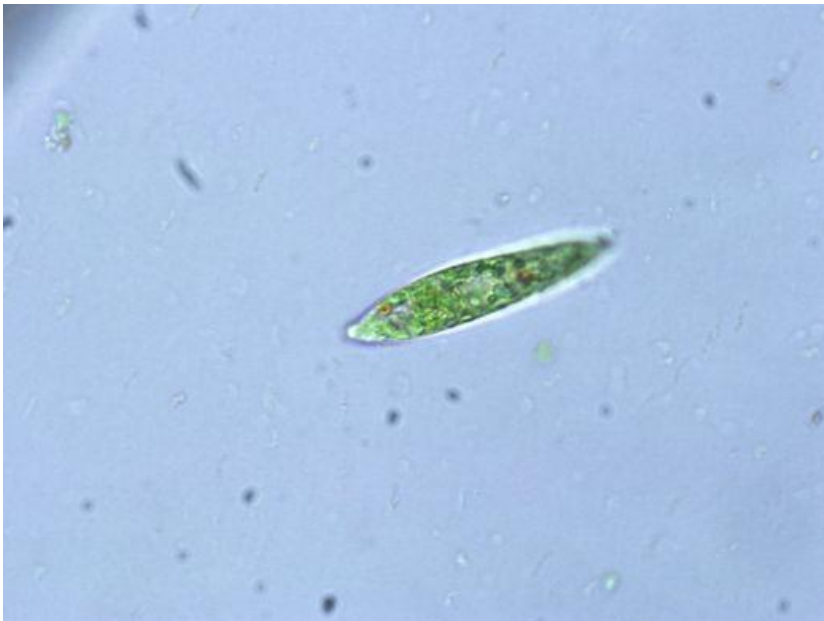


**Obrázek 3: *Woronichinia naegeliana***  
Zdroj: Valěšová



**Obrázek 4:** *Cylindrospermum muscicola*  
Zdroj: Vágnerová

### **Krásnoočka (*Euglenophyta*)**

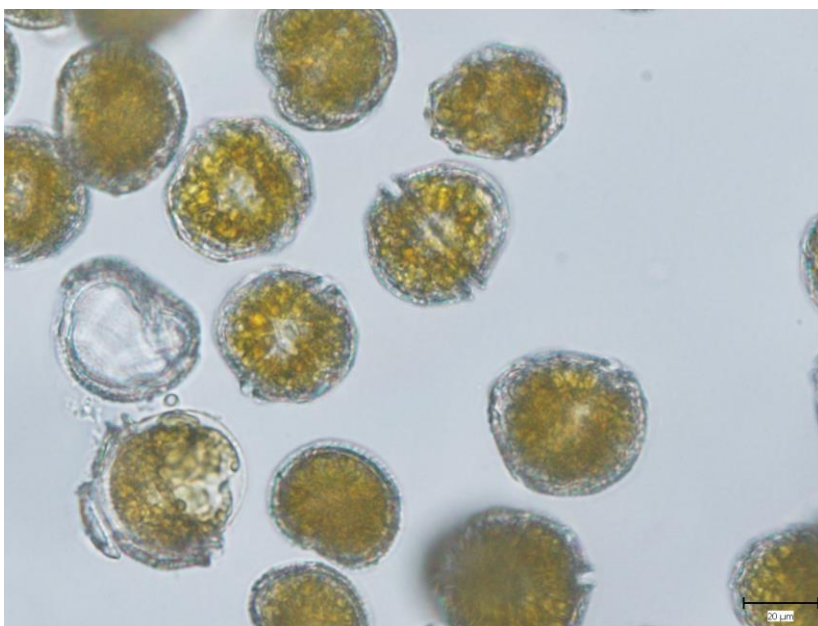


**Obrázek 5:** *Euglena mucifera*  
Zdroj: Vágnerová

**Obrněnky (*Dinophyceae*)**



**Obrázek 6: *Ceratium hirudinella***  
Zdroj: Valěšová



**Obrázek 7: *Peridinium willei***  
Zdroj: Valěšová



**Zlativky (*Chrysophyceae*)**

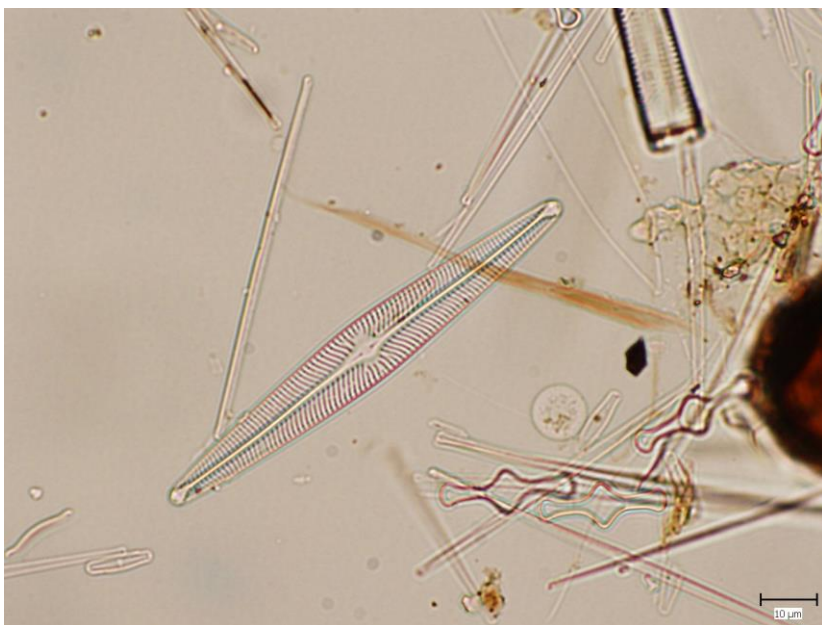


**Obrázek 8: *Uroglena europaea***  
Zdroj: Valěšová

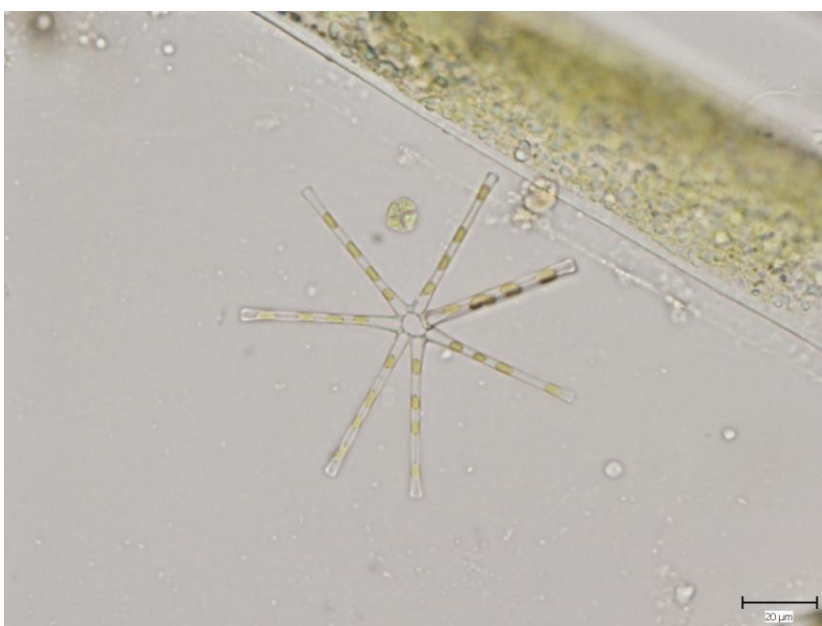


**Obrázek 9: *Dinobryon divergens***  
Zdroj: Valěšová

**Rozsivky (*Bacillariophyceae*)**

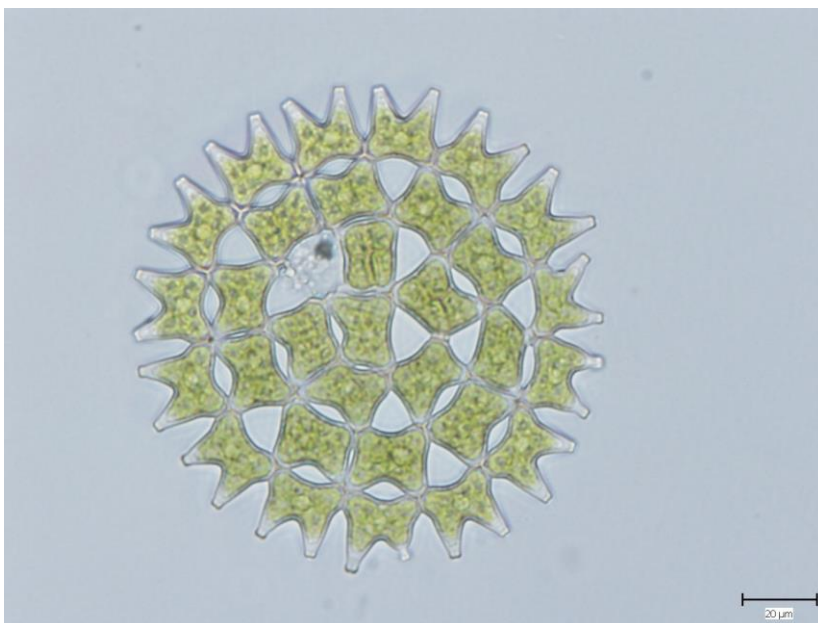


**Obrázek 10:** *Navicula radiosa* var. *radiosa*  
Zdroj: Valěšová



**Obrázek 11:** *Asterionella formosa*  
Zdroj: Valěšová

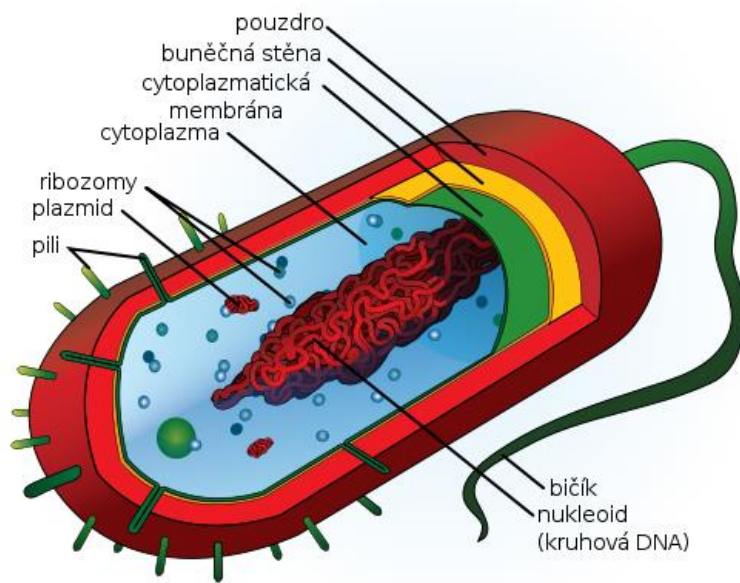
**Zelené řasy (*Chlorophyta*)**



**Obrázek 12: *Pediatrum***  
Zdroj: Valěšová

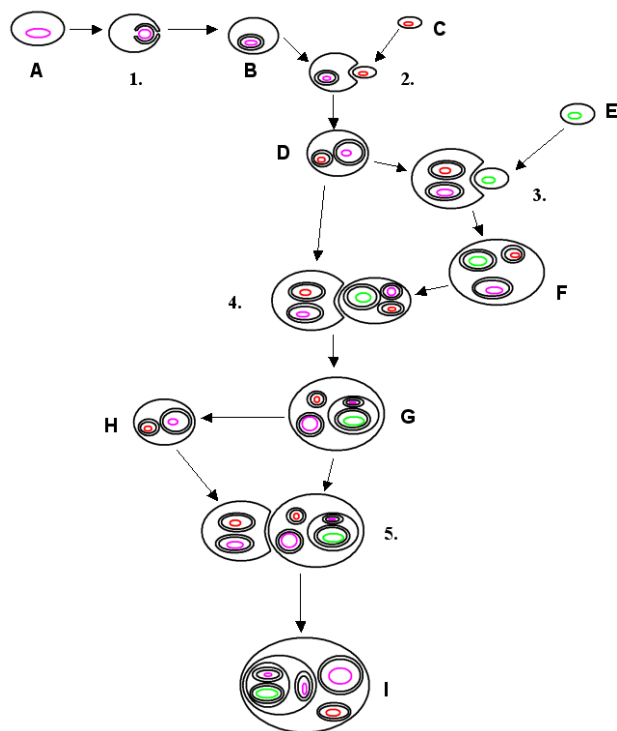


**Obrázek 13: *Oedogonium sp. steril***  
Zdroj: Valěšová



**Obrázek 14: Obecná stavba prokaryotické buňky**

Zdroj: [www.cs.wikipedia.org](http://www.cs.wikipedia.org), (Villarreal, R., M.)



**Obrázek 15: Shrnutí endosymbiotické teorie**

Zdroj: [www.cs.wikipedia.org](http://www.cs.wikipedia.org), (Anonymus)