

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie

Bakalářská práce

Tereza Chudobová

**Řasy a sinice v popularizačních materiálech ochrany  
přírody pro vybrané území**

Olomouc 2019

Vedoucí práce: Mgr. Jana Štěpánková, Ph. D.

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

V Olomouci dne ..... podpis .....

**Poděkování:**

Děkuji Mgr. Janě Štěpánkové, Ph. D., za odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky a především za všechnen její čas, který mi pro pomoc s prací věnovala.

## **Bibliografická identifikace**

Jméno a příjmení autora	Tereza Chudobová
Název práce	Řasy a sinice v popularizačních materiálech ochrany přírody pro vybrané území
Typ práce	Bakalářská
Pracoviště	Katedra biologie
Vedoucí práce	Mgr. Jana Štěpánková, Ph. D.
Rok obhajoby práce	2020

### Anotace

Bakalářská práce se zabývá řasami a sinicemi v popularizačních materiálech v Krkonošském národním parku. Část práce je zaměřená na charakteristiku těchto organismů. Dále je zde vysvětlen význam řas a sinic pro ochranu přírody. Praktická část je zaměřená na shrnutí popularizačních materiálů, jejich obsah, formu a poměrové zastoupení sinic a řas.

Klíčová slova	řasy, sinice, nižší rostliny, ochrana přírody, význam řas a sinic, Krkonošský národní park, popularizační materiály
Počet stran	57
Jazyk	Český

## **Bibliographical identification**

Autor's first name and surname	Tereza Chudobová
Title	Algae and cyanobacteria in popularizing nature conservation materials related to a selected region
Type of thesis	Bachelor
Department	Department of biology
Supervisor	Mgr. Jana Štěpánková, Ph. D.
The year of presentation	2020

### Annotation

The bachelor thesis deals with algae and cyanobacteria in popularization materials in the Krkonoše National Park. Part of the work is focused on the characteristics of these organisms. Then there is explained the importance of algae and cyanobacteria for nature conservation. The practical part is focused on the summary of popularization materials, their content, form and proportional representation of algae and cyanobacteria.

Keywords	algae, cyanobacteria, lower plants, nature conservation, importance of algae and cyanobacteria, Krkonoše National Park, popularization materials
Number of pages	57
Language	Czech

## Obsah

1. ÚVOD.....	8
2. CÍLE PRÁCE.....	10
3. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA ŘAS A SINIC.....	11
3.1 Řasy .....	13
3.1.1 Stélky řas .....	13
3.1.2 Hlavní oddělení řas.....	14
3.2 Sinice.....	18
3.2.1 Řády sinic .....	20
4. VÝZNAM ŘAS A SINIC V EKOLOGII A OCHRANĚ PŘÍRODY.....	21
4.1 Pozitivní význam .....	21
4.1.1 Primární producenti a fytoplankton.....	21
4.1.2 Fixace dusíku .....	21
4.1.3 Vztahy s jinými organismy .....	22
4.1.4 Geologický význam.....	23
4.1.5 Bioindikace .....	24
4.1.6 Využití sinic a řas člověkem.....	26
4.2 Negativní význam .....	27
4.2.1 Invazivní řasy.....	27
4.2.2 Vodní květ .....	29
4.2.3 Toxicita .....	31
5. OCHRANA ŘAS A SINIC Z LEGISLATIVNÍHO HLEDISKA .....	34
6. METODIKA.....	36
7. VÝSLEDKY ROZBORU ZKOUMANÝCH MATERIÁLŮ .....	39
7.1 Vývoj znalostí a popularizace sinic a řas obecně.....	39
7.2 Krkonošský národní park a jeho popularizační materiály .....	39
7.2.1 Opera Corcontica .....	40
7.2.2 Brožury .....	41
7.2.3 Knihy .....	43
8. SHRNUJÍCÍ VÝSLEDKY A DISKUZE .....	46
9. ZÁVĚR .....	50

<b>9. Zdroje.....</b>	<b>52</b>
<b>9.1 Literatura.....</b>	<b>52</b>
<b>9.2 Elektronické zdroje.....</b>	<b>55</b>
<b>9.3 Zdroje obrázků.....</b>	<b>57</b>

## 1. ÚVOD

Řasy a sinice jsou nižší fotosyntetizující organismy, jejichž tělo je tvořeno stélkou. Stélky jsou dosti rozmanité z hlediska velikosti, tvaru, složitosti stavby či schopnosti pohybu a podle toho je jich rozlišováno několik druhů (Pouličková et al., 2015). Podle typu stélky můžeme řasy zařadit do určitého vývojového stupně (Fott, 1967). Řasy a sinice jsou primárními producenty a hrají nezastupitelnou roli především ve vodních ekosystémech, kdy slouží jako potrava pro mořské organismy a stojí tak na počátku potravního řetězce mnohých živočichů. Sinice jsou uváděny také jako jedny z nejstarších fotosyntetizujících organismů na Zemi a zodpovídají za přítomnost většího množství kyslíku v naší atmosféře (Kalina, Váňa, 2005).

První část bakalářské práce je zaměřena na základní informace o sinicích a řasách, jejich popisnou charakteristiku a jejich základní rozdělení do systému, které je však i dnes v některých ohledech stále velice nejasné (jak udávají např. Juráň, Kaštovský, 2016). Jsou zde stručně popsána základní oddělení řas a typy jejich stélek, v případě sinic jsou zdůrazněny jejich specifické rysy a jsou stručně popsány jednotlivé řády sinic.

V další (stále ještě teoretické) kapitole se věnuji významu sinic a řas v souvislosti s ekologií a ochranou přírody. Nejprve v pozitivním smyslu, kdy řasy a sinice slouží jako primární producenti, významné bioindikátory kvality vodního a mokřadního prostředí, jsou také v symbiotickém vztahu k jiným organismům a plní i další významné funkce (viz např. Kalina, Váňa, 2005; Pouličková, 2011; Bellinger, Sigee, 2015). Popisuji zde ovšem i negativní jevy jako je nekontrolovatelné šíření invazivních druhů, toxicita některých zástupců a problematika vodního květu (viz např. Maršálek et al., 1996; Kalina, Váňa, 2005; Kaštovský et al., 2014).

Ve srovnání s jinými skupinami organismů, jako jsou především živočichové a vyšší rostliny, stojí řasy a sinice v samotné ochraně přírody spíše v pozadí zájmu. V praktické části práce jsem se tedy zaměřila na to, zda a jakým způsobem jsou řasy a sinice zahrnuty v materiálech ochrany přírody, zejména v těch popularizačních. Rozbor popularizačních materiálů je proveden pro určité vybrané chráněné území v České republice, jímž je Krkonošský národní park. Materiály jsou zkoumány jak z hlediska obsahu, tak formy, jakou jsou v nich řasy a sinice zmiňovány. Pozornost je věnována



také poměrnému zastoupení částí o sinicích a řasách v těchto materiálech (vůči částem s jinou tematikou).

## 2. CÍLE PRÁCE

- Poskytnout ucelený přehled uplatnění sinic a řas v ochraně přírody, jak ve smyslu pozitivním tak negativním.
- Zjistit rozsah, souvislosti a formu informací o řasách a sinicích v popularizačních materiálech ochrany přírody ve vybrané oblasti, konkrétně Krkonošského národního parku.
- Vytvořit komentovaný přehled taxonů sinic a řas, uvedených ve studovaných popularizačních materiálech.
- Vytvořit komentovaný přehled studovaných popularizačních materiálů, obsahujících téma řasy a sinice.

### 3. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA ŘAS A SINIC

Sinice a řasy řadíme do souhrnné umělé skupiny nižších rostlin. Typickým (vyšším) rostlinám se určitým způsobem podobají, ale jejich tělo není rozděleno na kořen, stonk a listy - místo toho je tvořeno útvarem, kterému říkáme stélka (Pouličková et al., 2015). Tyto organismy mají roli primárních producentů a většina z nich se nachází ve vodním prostředí. Stejně jako vyšší rostliny jsou to fotoautotrofní organismy, takže rostou pouze tam, kam v dostatečné míře dosahuje sluneční záření (Pouličková, 2011).

Latinské slovo *Algae*, česky řasy, označuje skupinu, která je v dnešních systémech řazena do několika říší (počet a vymezení těchto říší závisí na použitém systému). Relativně často prezentované (ale dnes již ne zcela aktuální) je zařazení řas a sinic do těchto říší: bakterie (*Bacteria*), prvoci (*Protozoa*), chromista (*Chromista*) a rostliny (*Plantae*). Věda zabývající se studiem řas se nazývá algologie, někdy též fykologie. Spojení „sinice a řasy“ je užíváno v české odborné literatuře a poukazuje na rozdělení prokaryotických sinic a eukaryotických řas (Kalina, Váňa, 2005). Rozdíl mezi prokaryotickou a eukaryotickou buňkou spočívá v přítomnosti buněčných organel opatřených membránami (zejména buněčného jádra), které má pouze eukaryotická buňka (Pouličková et al., 2015).

Podle Fotta (1967) můžeme společenstva sinic a řas rozdělit podle stanovištních podmínek a životních nároků do několika skupin: plankton, neuston, bentos, řasy proudících vod, aerofytické, půdní, termální, kryoseston, řasy slaných vod, epibionta, řasy v symbióze a parazitické. Pouličková (2011) rozděluje sinice a řasy podle výskytu: na řasy vyskytující se v tekoucích vodách, v jezerech, v ostatních (sladkých) stojatých vodách, mokřadech, mořích a oceánech, v terestrickém prostředí a v extrémních stanovištích.

První výskyt sinic a řas na planetě je udáván již na počátek Archaika, tedy asi před 4 miliardami let. V tomto období se v atmosféře Země vyskytují i první znaky kyslíku vzniklého organicky, předpokládá se, že v tomto období již existovala fotosyntéza (stejná jako je u sinic a řas dnes) a kyslík byl jejím vedlejším produktem. Stáří fosilních sinic se datuje na 3,5 miliard let, sinice jsou tedy jedny z nejstarších organismů na Zemi (Pouličková et al., 2015).

## Zařazení sinic a řas do systému

Sinice a řasy byly dříve pro jejich jednoduchou stavbu řazeny na začátek botanického systému a usuzovalo se, že vyšší rostliny jsou potomci těchto primitivních rostlin. Stejně jako vyšší rostliny, řadíme i sinice a řasy do taxonomických jednotek (Fott, 1956).

Zařazení těchto organismů do systému prodělalo již řadu podstatných změn, ovšem v dnešní době stále není jednoznačné. Časopis ŽIVA se tomuto tématu věnuje v jednom ze svých článků, kde kromě historie pojetí zařazení sinic a řas od Linného až po současnost ukazuje především proměnlivost v těchto systémech (Juráň, Kaštovský, 2016).

Starší dělení podle Kaliny a Váni (2005) řadí do domény *Prokaryota*, a v rámci ní do říše bakterie (*Bacteria*), oddělení **sinice** (*Cyanobacteria*). Doménu *Eukaryota* tvoří v tomto pojetí pět říší, přičemž tři z nich obsahují různé řasy. Jednou z těchto říší jsou **prvoci** (*Protozoa*), zde patří oddělení eugleny neboli krásnoočka (*Euglenophyta*), obrněnky (*Dinophyta*) a *Chlorarachniophyta*. Říše **chromista** (*Chromista*) zahrnuje oddělení skrytěnky (*Cryptophyta*) a oddělení *Heterokontophyta*. Říše **rostliny** (*Plantae*) obsahuje oddělení: *Glaucophyta*, ruduchy (*Rhodophyta*), zelené řasy (*Chlorophyta*) a parožnatky (*Charophyta*) (Kalina, Vána, 2005).

Toto zařazení do taxonomických jednotek má být zároveň obrazem jejich fylogenetického vývoje. Ne vždy je však zařazení přesné, v některých případech je seskupení organismů pouze formální, systém musí být úplný a jednotky tak vznikají i tam, kde nejsou přesné fylogenetické vztahy (Fott, 1967). Ani dnes nejsou všechny taxony řas příbuzné s ostatními eukaryotními organismy v dané skupině a není ani zřejmé fylogenetické místo skrytěnek (*Cryptophyta*) a skupiny *Haptophyta* (Juráň, Kaštovský, 2016).

Ani jeden z nejnovějších fylogenetických stromů, publikovaný v roce 2015 od kanadského biologa Sinua Adla a kolektivu, ještě stále nemá některé skupiny řas přesně zařazené (Juráň, Kaštovský, 2016).

Tento systém (viz Tab. 1) řadí eukaryotní řasy do tří velkých skupin – *Archaeplastida*, SAR skupina a *Excavata*. Oddělení *Haptophyta* a *Cryptophyta* mají stále nejasné zařazení a stojí mimo tyto tři skupiny.

Tab. 1 – Zařazení eukaryotních řas do systému podle S. Adla. Tabulka ukazuje zařazení řas do moderního systému, který je dělí nejprve do velkých skupin a poté do jednotlivých oddělení (zpracováno podle Kaštovský, Hauer, 2018).

Zařazení řas do systému podle S. Adla			
skupina	<i>Archaeplastida</i>	SAR	<i>Excavata</i>
oddělení	<i>Glaucophyta</i>	<i>Chromophyta</i>	<i>Euglenophyta</i>
	<i>Rhodophyta</i>	<i>Dinophyta</i>	
	<i>Chlorophyta</i>	<i>Chlorarachniophyta</i>	
	<i>Streptophyta*</i>		

\**Streptophyta* zahrnují vyšší rostliny a několik skupin zelených řas (jedná se o řasy, které Kalina a Váňa, 2005 souhrnně označují *Charophyta*)

### 3.1 Řasy

Řasy můžeme definovat jak z hlediska morfologie, tak z hlediska obecné fyziologie. Řasy jsou jednoduché eukaryotní organismy bez rozlišení těla na kořen, stonek a listy - a jejich pohlavní orgány nejsou uzavřeny v ochranných obalech. Pokud jde o fyziologii, jsou autotrofní (tvoří si svoji hmotu z anorganických zdrojů) a fotosyntetické – energii získávají z oxidu uhličitého a slunečního záření (Bellinger, Sigeo, 2015). Nejdůležitějším fotosyntetickým pigmentem je chlorofyl, který se vyskytuje ve více formách: chlorofyl *a*, chlorofyl *b*, chlorofyl *c* a chlorofyl *d* (Kalina, Váňa, 2005).

#### 3.1.1 Stélky řas

Stélky (jednoduše organizovaná těla) se u řas vyskytují v několika odlišných typech a zároveň představují organizační stupně ve vývoji řas (Fott, 1967). Základní typy buněk a stélek řas podle Kaliny a Váni (2005) jsou následující:

**Bičíkovec – monádoidní stélka.** Jednobuněčná, jednojaderná stélka. Stavba buněk je polární, tvoří kolonie, ale mohou se vyskytovat i samostatně. Bičíky se vyskytují na předním konci buňky, druhý konec je většinou zaoblený. Buňka je často kapkovitého tvaru. Dalším znakem je stigma, neboli světločivá skvrna, která se vyskytuje v chloroplastu těchto buněk. Stigma slouží k regulaci fototaxe.

**Rhizopodová buňka – měňavková.** Jednobuněčná, jednojaderná nebo má více jader. Na povrchu těchto buněk se nacházejí panožky, které zajišťují pohyb.

**Kapsální stélka.** Jednotlivé buňky, mají jedno jádro, mnohdy žijí v koloniích. Buňky jsou chráněny slizem. Vyskytují se také v životním cyklu řady bičíkovců, pak jsou označovány jako palmelová stadia.

**Kokální stélka.** Jednobuněčná, jednojaderná nebo má více jader, je opatřena pevnou buněčnou stěnou.

**Vláknitá, trichální stélka.** Mnohobuněčná, složená z řady jednojaderných buněk, může být jednoduchá nebo více větvená.

**Heterotrichální stélka.** Mnohobuněčná větvená, má větve rozlišené jak morfologicky tak funkčně.

**Pletivná stélka.** U těchto stélek se prvně setkáváme s rozlišením určitých druhů pletiv, což se již stavebně podobá vyšším rostlinám.

**Sifonokladální stélka.** Vlákennitá stélka, složená z mnohojaderných buněk, které jsou od sebe oddělené přehrádkami.

**Sifonální stélka.** Mnohojaderná, rozvětvená stélka bez příčných přehrádek.

**Stélka parožnatek.** Mnohobuněčná, má přeslenitě upořádané větve a vzpřímený růst.

### 3.1.2 Hlavní oddělení řas

#### **Glaucophyta**

Toto oddělení čítá několik fotoautotrofních druhů s eukaryotickou buňkou (Kalina, Váňa, 2005). Patří sem většinou sladkovodní bičíkovci (Kaštovský, Hauer, 2018). Cyanely jsou společným znakem všech druhů v tomto oddělení, jsou to primitivní modrozelené plastidy, které obsahují fotosyntetické pigmenty. Svoji barvou i vnitřní stavbou silně připomínají buňky sinic. Zásobní látkou je škrob (Kalina, Váňa, 2005). Zástupci: *Cyanophora paradoxa* – bičíkovec s dvěma nesouměrně dlouhými bičíky. *Glaucochaete wittrockiana* – epifytická řasa tvořící kolonie (Kalina, Váňa, 2005). *Glaucozystis nostochinearum* – přisedlý organismus, s elipsoidním tvarem těla, jednobuněčný (Kaštovský, Hauer, 2018).

## Rhodophyta

*Rhodophyta* (ruduchy) se vyskytují převážně v mořském prostředí, jen asi 3 % z více než 5000 druhů jsou sladkovodní zástupci (Bellinger, Sigeo, 2015). Ruduchy mají jednobuněčnou nebo mnohobuněčnou (často i složitě utvářenou) stélku. Chybí u nich bičíkatá stádia v životních cyklech (Kalina, Váňa, 2005). Hlavní cytologické znaky jsou přítomnost florideového škrobu jako zásobní látky, chlorofyl *a* a přítomnost fykobilinů. Chloroplasty mají dvojitou membránu, tylakoidy jsou jednotlivé (Bellinger, Sigeo, 2015). Životní cyklus ruduch je haplo-diploidní, pohlavní buňky se vyvíjejí na haploidním gametofytu (Kalina, Váňa, 2005). Zástupci: ruduchy lze rozdělit na dvě podtřídy. Podtřída *Bangiophycideae* – většinou jednodušší řasy (často jednobuněčné), pouze u mořského rodu *Porphyra* je vyvinutá ploše listovitá stélka. V buňkách je většinou jeden chloroplast s pyrenoidem, nepohlavní rozmnožování se uskutečňuje dělením buněk nebo produkcí monospor. Podtřída *Florideophycideae* – zahrnuje ruduchy se složitější (vždy mnohobuněčnou) stavbou stélky. Buňky mají několik chloroplastů bez pyrenoidu. Životní cyklus je haplo-diplontní a má podobu izomorfni nebo heteromorfni rodozměny. Kromě řady významných mořských zástupců (např. z rodů *Corallina*, *Chondrus*) patří do této skupiny i známé sladkovodní ruduchy rodů *Batrachospermum* nebo *Lemanea*, které obývají čisté tekoucí vody (Kalina, Váňa, 2005; Kaštovský, Hauer, 2018).

## Chlorophyta

*Chlorophyta*, též označované jako zelené řasy, jsou rozsáhlou a rozmanitou skupinou, najdeme zde všechny typy stélek (Kalina, Váňa, 2005). Jsou charakteristické svojí zelenou barvou, ve fotosyntetickém aparátu mají chlorofyl *a* a chlorofyl *b*. Některé druhy mohou mít i karotenoidní pigmenty překrývající zelenou barvu chlorofylů, a tudíž mohou mít červené zbarvení, například sněžná řasa *Chlamydomonas nivalis* (Bellinger, Sigeo, 2015). Zásobní látkou je škrob. *Chlorophyta* mají různé typy rozmnožování, každá skupina v tomto oddělení má svoje specifické způsoby (Kaštovský, Hauer, 2018). Životní cyklus je většinou haplontní, kdy jediná diploidní buňka je zygota (Kalina, Váňa, 2005). Zelené řasy jsou nejrozmanitější skupinou řas, s asi 17 000 známými druhy (Graham, Wilcox, 2000). Tyto druhy zelených řas jsou seskupeny podle typu stélek, které odráží jejich vývojový stupeň (Bellinger, Sigeo, 2015). Oddělení zelených

řasy dále dělí jednotlivé zástupce do různých skupin (tříd). Zařazení do skupin je uváděno různými způsoby od více autorů.

## **Charophyta**

Oddělení *Charophyta* (parožnatky) rovněž sdružuje zelené řasy, ale na rozdíl od předchozího oddělení patří již do vývojové větve *Charophytae*, která je z evolučního hlediska považována za výchozí pro mechorosty a cévnaté rostliny. Zástupci v tomto oddělení mají různé typy stélek od mikroskopických až po makroskopické. Řadu znaků sdílejí s oddělením *Chlorophyta*, ale mají i některé znaky, kterými se významně odlišují. Mají asymetrické monády, které nesou 2 bičíky. Mitózu mají otevřenou a oddělování dceřiných protoplastů zajišťuje struktura zvaná fragmoplast. Určitá část mikrotubulů z mitotického vřeténka se zachovává v poslední fázi dělení buňky, telofázi, a zůstává na spojnici dceřiných jader, kde tvoří perzistující vřeténko. Fragmoplast poté vzniká právě na základě tohoto vřeténka, je umístěný mezi dceřinými protoplasty, fragmoplast zajišťuje agregaci měchýřků produkovaných diktyozomy v buněčné destičce. Parožnatky mají jako zásobní látku škrob a rozmnožování je většinou nepohlavní, u některých zástupců je známá pohlavní reprodukce typu oogamie nebo konjugace (Kalina, Váňa, 2005).

V tomto oddělení je zahrnuto několik tříd: *Mesostigmatophyceae* (volně žijící bičíkovci), *Klebsormidiophyceae* (vláknité nevětvené řasy), *Coleochaetophyceae* (štetinatky), *Charophyceae* (parožnatky) a *Zygnematophyceae* (spájkivky) (Kalina, Váňa, 2005).

## **Chromophyta (Heterokontophyta)**

Velmi významná, rozsáhlá a diverzifikovaná skupina zahrnující šest tříd: *Chrysophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Raphidophyceae*, *Eustigmatophyceae*, *Xanthophyceae*, *Phaeophyceae*. Většina zástupců má v chloroplastech typickou kombinaci chlorofylu *a* a chlorofylu *c*, většina i specifické barvivo ze skupiny xanthofylů - fukoxanthin. Výsledná barva chloroplastů většiny zástupců je pak hnědá, zlatohnědá či zelenohnědá. Chloroplasty obsahují čtyři povrchové membrány, tylakoidy jsou po trojicích spojené. Zásobní látkou je chrysolaminaran a olej, polyfosfátová zrna a další specifické látky pro jednotlivé skupiny. Bičíkovci mají dva nesouměrně dlouhé bičíky - tzv. heterokontní bičíky (Kaštovský, Hauer, 2018). Kromě bičíkovců se v rámci celé skupiny vyskytují téměř všechny typy stélek. U chaluh (*Phaeophyceae*) jsou



vyvinuté i složité pletivé stélky, které jsou vůbec největšími stélkami mezi řasami (Kalina, Váňa, 2005; Kaštovský, Hauer, 2018). Zástupci z této skupiny jsou také významnými indikátory čistoty vody, platí to např. pro třídu *Chrysophyceae* (zlativky) (Fott, 1967). Konkrétně druh *Chrysococcus rufescens* je zlativka velmi citlivá na znečištění vody a může být tudíž využívána k indikaci saprobity vody (rybarstvi.eu, 2000). Další významní zástupci a zároveň indikátory vlastností vody jsou z třídy rozsivek (*Bacillariophyceae*), a to např. rod *Melosira* a *Stephanodiscus hantzschii* u vod eutrofních a rody *Cyclotella* a *Synedra* u vod oligotrofních (Fott, 1967).

## **Dinophyta**

*Dinophyta*, česky obrněnky, mají většinou monádoidní stélku. Hlavní znak této skupiny je tzv. dinokaryon, což je velké zrnité jádro, dále mají vícevrstevný obal buňky - tzv. théku. Théka je v typickém případě sestavena z více celulóznic destiček, které společně na povrchu buňky vytváří pevný „pancír“ (Říhová-Ambrožová, 2006). Chloroplasty mají chlorofyl *a* a *c2*,  $\beta$ -karoten, diadinoxanthin a další specifická barviva jako peridinin, dinoxanthin a neodinoxanthin (Kaštovský, Hauer, 2018). Výživa obrněnek je mixotrofní, vyskytují se v planktonu i v litorálu stojatých vod, některé druhy preferují prostředí s kyselějším pH (Říhová-Ambrožová, 2006). Obrněnky mají pro organismy rostlinného charakteru zcela unikátní schopnost bioluminiscence, a to bez pomoci bakterií. Tuto schopnost mají některé mořské druhy - např. *Noctiluca miliaris*. Obrněnky tvoří spolu s rozsivkami hlavní součást mořského fytoplanktonu. V moři mohou v podmínkách eutrofizace u pobřeží tvořit vodní květy, které jsou často silně toxické. U sladkovodních druhů tento jev nehrozí (Pouličková, Jurčák, 2001). Významným rodem obrněnek je také rod *Gymnodinium*, do něhož řadíme jak mořské, tak sladkovodní zástupce, kteří nemají pevný krunýř (Kaštovský, Hauer, 2018).

## **Euglenophyta**

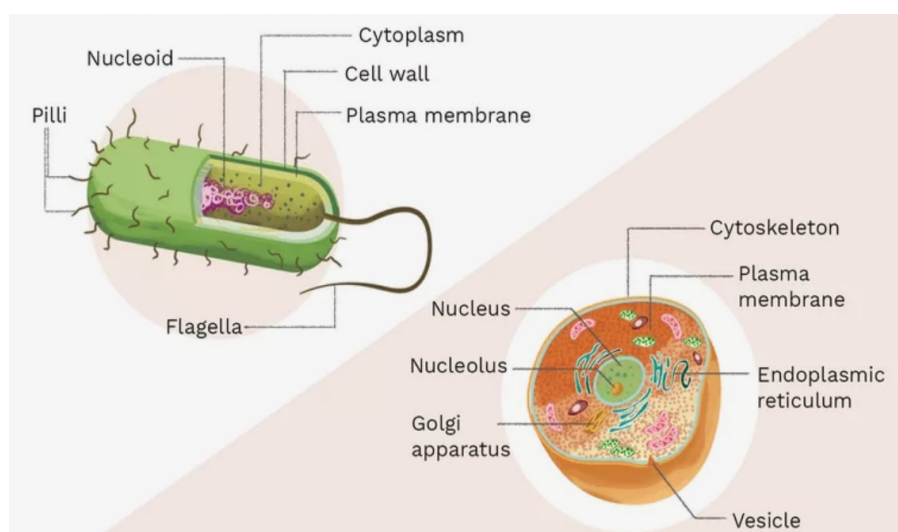
Krásnoočka jsou bičíkovci, kteří mají smíšený způsob výživy, jak autotrofní, tak heterotrofní (tuto kombinaci pak označujeme pojmem mixotrofie). Značná část zástupců je bezbarvá a živí se dravě (Pouličková, Jurčák, 2001). Pokud mají vyvinuté chloroplasty, obsahují chlorofyl *a* a malé množství chlorofylu *b*, zásobní látkou je paramylon, který v cytoplazmě buněk tvoří nápadná zrna (Kaštovský, Hauer, 2018). Mají dobře viditelnou světločivnou skvrnu (červené „oko“), která je součástí světločivného aparátu. Je to samostatná organela a pomáhá fototaxi, tedy pohybu za

světlem či naopak od světla (Pouličková et al., 2015). Pružná pelikula kryje buňky u rodu *Euglena*, naopak pevná pelikula je vyvinuta u rodu *Phacus*. Buňky rodu *Trachelomonas* kryje navíc ještě slizovitá schránka (tzv. lorika) zpevněná ionty železa nebo manganu (Pouličková, Jurčák, 2001). Krásnoočka se nejvíce vyskytují ve vodách obsahujících velké organické znečištění, jako jsou návesní rybníky, louže apod. (Pouličková et al., 2015).

### 3.2 Sinice

Sinice (*Cyanophyta*) jsou jedny z nejstarších organismů na planetě, vděčíme jim za to, že se na původně bezkyslíkatou planetu Zemi dostal kyslík. Sinice byly už před více než tři a půl miliardami lety schopny pomocí fotosyntézy tvořit kyslík a organické látky. Ze sinic poté vznikly v procesu endobuněčné symbiózy chloroplasty eukaryotických řas a vyšších rostlin (Hindák, 2001; Kalina, Váňa, 2005).

Sinice jsou, stejně jako výše uvedené řasy, organismy fotoautotrofní, ale na rozdíl od nich patří do skupiny prokaryot (konkrétně mezi bakterie). Od eukaryot se liší tím, že prokaryotické buňky nemají buněčné jádro ani buněčné organely jako jsou chloroplasty, mitochondrie, Golgiho aparát a další (viz Obr. 1). Buněčná stěna je složena z peptidoglykanu, kde je hlavní složkou murein. Sinice mají fotosyntézu rostlinného typu, která je (jak už bylo dříve zmíněno) provázena produkcí kyslíku (Kalina, Váňa, 2005). Mají jednobuněčnou nebo vláknitou stélku, mohou žít jednotlivě nebo v různě tvarovaných koloniích (Kalina, 1994).



Obr. 1 – Rozdíl mezi prokaryotickou (vlevo) a eukaryotickou buňkou (vpravo) (převzato z [www.thoughtco.com](http://www.thoughtco.com)).

Uvnitř buňky sinice se nachází tylakoidy, což jsou ploché měchýřky, jejich stěny jsou tvořeny fotosyntetickou membránou, která obsahuje chlorofyl *a*,  $\alpha$ - i  $\beta$ - karoten a různé xanthofyly. Na povrchu tylakoidů se nachází fykobilizomy, které slouží jako světlosběrná anténa k využití různých vlnových délek světla pro fotosyntézu (Kalina, Váňa, 2005). Fykobilizomy obsahují specifická barviva - tzv. fykobiliny (Kaštovský, Hauer, 2018). Jsou celkem tři: modrý allofykocyanin a fykocyanin a červený fykoerytrin. Zásobní látkou je sinicový škrob, dále cyanofycinová zrna (která slouží jako zásobárna dusíkatých látek) a v buňkách najdeme také polyfosfátové granule, sloužící jako zásobní látka sinic při vyčerpání fosforečných živin (Kalina, Váňa, 2005). Dalším typickým znakem sinic je absence bičíkatých stádií (Pouličková, Jurčák, 2001).

U sinic nalezneme také specializované struktury - jedná se o aerotopy, heterocyty a akinety. Aerotopy jsou tzv. plynné váčky, které umožňují nadnášet sinice ve vodním sloupci. Tyto válcovité struktury mají tvar mnohostěnu a sinice si je mohou vytvářet a rozkládat v reakci na aktuální podmínky prostředí a mohou tak usměrňovat do určité míry svoji polohu ve vodním sloupci (Kaštovský, Hauer, 2018). Heterocyty jsou buňky, které jsou schopné za pomoci enzymu nitrogenázy fixovat dusík. Tyto struktury známe pouze u sinic z řádu *Nostocales* a *Stigonematales* (Kalina, Váňa, 2005). Akinety jsou buňky bohaté na zásobní látky a slouží sinicím pro přežití v nepříznivých podmínkách (Kaštovský, Hauer, 2018).

Některé druhy sinic s vláknitou stélkou se mohou větvit. Existují dva druhy větvení sinic - pravé a nepravé. Změna roviny dělení buněk nastává u pravého větvení. U nepravého větvení buňka narazí na určitou překážku (např. na jinou odumřelou buňku), projde slizovou pochvou a vytvoří odbočení (Pouličková, Jurčák, 2001). Základní morfologické charakteristiky sinic, jako je typ stélky (jednobuněčná nebo vláknitá), tvar kolonií, typ větvení či přítomnost specializovaných struktur, představují důležité určovací znaky u sinic (Svrček et al., 1976).

Evolučně jsou sinice velmi staré a vyskytují se téměř ve všech biotopech na Zemi. Taxonomické členění sinic je stále velmi problematické, dodnes není určena přesná definice druhu. Dalším problémem je absence floristického průzkumu v oblastech tropů, a proto nejsou odhady četnosti taxonů jednotné, ale v současnosti je popsáno více jak 320 rodů s 2700 druhy (Kaštovský, Hauer, 2018). V následující podkapitole jsou stručně charakterizovány čtyři tradičně rozlišované řády sinic.

### 3.2.1 Řády sinic

#### **Chroococcales**

Sinice patřící k tomuto řádu jsou jednobuněčné, žijící jednotlivě nebo v koloniích. Buňky mají kulovité, elipsoidní a vejčité. Rozmnožují se příčným dělením v jedné nebo dvou rovinách, vzácněji i ve třech vzájemně kolmých rovinách (Urban, Kalina, 1977). Mezi nejznámější rody v tomto řádu patří rod *Microcystis* - jedná se o planktonní rod, jehož zástupci mají kulovité buňky s viditelnými aerotopy a tvoří rozsáhlé prostorové kolonie. Patří mezi nejčastější tvůrce vodních květů ve světě i v České republice (Kaštovský, Hauer, 2018).

#### **Oscillatoriales**

Tento řád obsahuje vláknité jednoduché sinice. Jeho zástupci nemají heterocyty ani akinety. Rozlišujeme zde jejich trichom (jako řadu buněk) a vlákno, což je trichom uložený ve slizové pochvě. Dělení buněk probíhá v určité oblasti vlákna (Kalina, Váňa, 2005). Jako příklad v tomto řádu můžeme uvést rody spirálně vinutých sinic *Arthrospira* a *Spirulina*, které jsou populární v oblasti zdravé výživy člověka. *Arthrospira* je velice podobná rodu *Spirulina*, je ovšem větší a méně zkroucená (Kaštovský, Hauer, 2018).

#### **Nostocales**

Sinice tohoto řádu mají vlákna jednoduchá, izopolární nebo heteropolární, přímá nebo zprohýbaná, u rodu *Tolypothrix* je patrné nepravé větvení. Skoro vždy jsou zde vytvářeny heterocyty, ve kterých dochází k fixaci dusíku (Kalina, Váňa, 2005). Jako příklad můžeme uvést rod *Anabaena* - vedle výše zmiňovaných sinic rodu *Microcystis* se jedná o další rod, který často tvoří vodní květy. Ekologicky významný je dále např. rod *Nostoc*, který často vstupuje do symbiotických vztahů (Kaštovský, Hauer, 2018).

#### **Stigonematales**

Tento řád zahrnuje vláknité sinice s jednou nebo i několika řadami buněk. Vlákna mají pravé větvení a náhodně rozmístěné heterocyty. Termální druh sinice *Mastigocladus laminosus*, patřící do tohoto řádu, má vlákna tvořená z jedné řady buněk a roste při teplotách nad 55 stupňů Celsia (Kalina, Váňa, 2005). Dále můžeme uvést rod *Stigonema*, který obsahuje zejména tropické sinice a jehož zástupci mají vlákna složená buď z jedné, nebo i z více řad buněk (Kaštovský, Hauer, 2018)

## 4. VÝZNAM ŘAS A SINIC V EKOLOGII A OCHRANĚ PŘÍRODY

### 4.1 Pozitivní význam

#### 4.1.1 Primární producenti a fytoplankton

Řasy a sinice jsou jednou z nejdůležitějších skupin fotosyntetických organismů ve vodním prostředí. Jsou to primární producenti, kteří v rámci vodního prostředí obsazují širokou škálu biotopů a mikrobiotopů, v nichž tvoří specifická společenstva. Dva hlavní rozlišované typy společenstev jsou fytoENTOS (v prostoru dna vodních těles) a fytoplankton (v prostoru volného vodního sloupce). Z hlediska globální primární produkce má z řasových a sinicových společenstev největší význam právě fytoplankton, a to zejména v mořích a oceánech (Pouličková, 2011; Bellinger, Sigeo, 2015). Fytoplankton tvoří společenstvo fotosyntetizujících mikroskopických organismů, převážně sinic a řas, které se vznášejí ve vodním sloupci blízko povrchu vody (earthobservatory.nasa.gov, 2009). Úroveň primární produkce se liší typem prostředí, stupněm trofie a hloubkou vodního sloupce. Vody eutrofní s vysokým obsahem dusíku a fosforu mají vysokou produkci řas především v povrchových vrstvách vod. Produkce řas zde poměrně rychle klesá s hloubkou, a to kvůli nepropustnosti vodního prostředí pro světlo, které povrchové řasy absorbují. Mezotrofní a oligotrofní jezera s nízkým obsahem živin mají naproti tomu celkovou produkci řas nižší. Řasy se zde vyskytují i hluboko ve vodním sloupci, jelikož propustnost vody pro světlo a tedy i jeho průnik do hloubky je větší (Bellinger, Sigeo, 2015).

Fytoplankton je jedním z faktorů, který ovlivňuje klima na planetě Zemi. Pomocí fotosyntézy fytoplankton přijímá velké množství oxidu uhličitého, čímž reguluje jeho množství v atmosféře, a zároveň fytoplankton vytváří kyslík a organickou hmotu pro další organismy, které se jím živí (earthobservatory.nasa.gov, 2009). Odhaduje se, že světový fytoplankton (hlavně v mořích a oceánech) produkuje přibližně 70 % atmosférického kyslíku a takové množství uhlíku, které je srovnatelné s produkcí rostlinstva na pevnině (Pouličková, 2011).

#### 4.1.2 Fixace dusíku

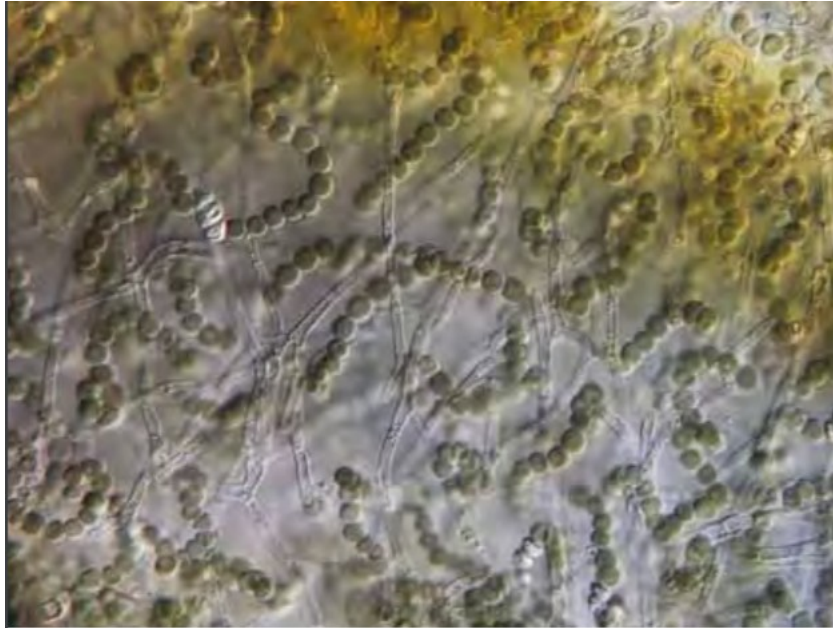
Některé sinice mají schopnost vázat vzdušný (plynný) dusík, a to pomocí enzymu nitrogenázy (Urban, Kalina, 1977). Tato fixace je velmi náročná jednak energeticky, jednak vyžadováním zvláštních podmínek prostředí - může probíhat pouze

za absence kyslíku. Díky tomu se v přírodě jedná o jedinečný proces, kterého většina organismů není schopná. Z ekologického hlediska je to velmi významný děj, protože je při něm dusík z anorganické plynné formy (tedy z velmi hojného, ale obtížně využitelného zdroje) převáděn do biomasy v tělech organismů. Pro řadu ekosystémů tak fixátoři dusíku představují jakési “živé hnojivo”, které poskytuje dusík v přijatelnější formě (Kaštovský, Hauer, 2018). Tento proces u sinic probíhá především v heterocytech, což jsou specializované buňky, které se vytvoří již za 24 hodin ve vlákních některých sinic (z řádů *Nostocales* a *Stigonematales*) jako odezva na nízký obsah dusíkatých látek v okolním prostředí (Kalina, Váňa, 2005). Tato fixace plynného dusíku za pomoci enzymu nitrogenázy je známa i u některých bakterií. Při tomto procesu po rozštěpení molekuly dusíku vzniká amoniak, ten je poté poután na glutamin a v této podobě se již přenáší se na další vegetativní buňky (Kalina, 1994).

#### 4.1.3 Vztahy s jinými organismy

Sinice se vyskytují díky svojí vysoké schopnosti adaptability téměř všude, na mnoha místech také fungují v symbióze s jinými organismy. Nejznámější jsou ve vztahu k lišejníkům - uplatňují se zde např. druhy rodu *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Nostoc* a *Stigonema* (Kalina, 1994). V tomto symbiotickém vztahu tvoří sinice „rostlinnou“ složku u lišejníků, která se nazývá fykobiont (Kaštovský, Hauer, 2018). Lišejníky jsou podvojně organismy (viz Obr. 2) - jejich stélka je složená z houby, která svou biomasou převládá a tvaruje stélku celého lišejníku, druhou složkou je sinice nebo zelená řasa (fotobiont), tato složka je v menšině. Houbová vlákna vnikají do fotobionta nebo ho zvenku oplétají (Kubát et al., 2003).

Dále sinice tvoří symbiózu s jätrovkami, hlevíky a kapradinami a také s některými nahosemennými rostlinami (např. s cykasy). Symbiotické sinice bývají obecně nazývány cyanely (Kalina, 1994). Sinice z rodu *Trichormus* tvoří součást pletiv drobných vodních kapradin z rodu *Azolla*. Tyto sinice jsou většinou tropické a jsou pro svou schopnost fixovat plynný dusík využívány jako hnojivo do rýžových polí (Kaštovský, Hauer, 2018).



Obr. 2 – Průřez stélkou lišejníku huspeníku (*Collema limosum*), sinice rodu *Nostoc* svými řetízky volně obtéká hyfy houby (Halda, Kučera, 2016).

Z řas patří mezi časté symbionty různé zelené řasy, např. druhy z rodu *Chlorella*. Tyto řasy jsou součástí nejen vztahů s houbami (jak již bylo výše zmíněno u lišejníků), ale i s některými bezobratlými - např. u nezmara zeleného (*Hydra viridis*) způsobuje zelenou barvu právě tento symbiotický vztah (Kaštovský, Hauer, 2018). Podobně žijí v symbióze s řasami rodu *Chlorella* někteří nálevníci - zejména treпка zelená (*Paramecium bursaria*) (Pouličková, 2011). Také některé obrněnky jsou velmi významnými symbionty. Především rody *Zooxantella* a *Symbiodinium* vstupují do symbiotických vztahů s různými mořskými bezobratlými živočichy. Tyto tzv. zooxantely jsou nejdůležitějším zdrojem živin pro korálové polypy, které budují korálové útesy, poskytují jim totiž přinejmenším polovinu produktů vyrobených fotosyntézou (Kalina, Váňa, 2005). Obecně se odhaduje, že asi 150 rodů živočichů má nějakého řasového symbionta (Pouličková, 2011).

#### 4.1.4 Geologický význam

Další dosah sinic a především řas je geologický a horninotvorný. Pouze ty skupiny řas, které mohou ve svých stélkách ukládat anorganický materiál jako je oxid křemičitý nebo uhličitán vápenatý, mají pro geologii větší význam. Zejména jsou to červené řasy neboli ruduchy (*Rhodophyceae*) - například zástupci čeledi *Corallinaceae*, jejichž stélky intenzivně kalcifikují, jsou základní složkou ve stavbě nynějších



korálových útesů. Další významná skupina jsou rozsivky (*Bacillariophyceae*, *Diatomeae*). Znamé jsou již od svrchní křídly, mají dvoudílné křemité schránky, které jsou součástí horniny zvané diatomit. Jsou zde zastoupeny minimálně ve 40 procentech (Petránek et al., 2016). Výraznou složkou ložisek diatomitů jsou vedle schránek rozsivek často také křemité struktury zlativek (*Chrysophyceae*) (Kaštovský, Hauer, 2018). Vápenec jsou schopny tvořit, kromě výše zmíněných ruduch, také zelené řasy (*Chlorophyceae*) z čeledi *Dasycladaceae* (Petránek et al., 2016) a některé řasy z oddělení *Haptophyta*, které mají povrch těla pokrytý zvápenatělými šupinami, tzv. kokolity (Kaštovský, Hauer, 2018).

Sinice se podílejí na vzniku travertinu na našem území. Sinice totiž mohou během fotosyntézy snížit koncentraci oxidu uhličitého ve vodě, což vede k vysrážení vápenatých a železitých solí ve vodě a vzniká hornina travertin (Kaštovský, Hauer, 2018). Dále ve slaných vodách pomáhají vzniku také onkolitům a stromatolitům, a to za pomoci inkrustace uhličitánem vápenatým (Petránek et al., 2016).

#### 4.1.5 Bioindikace

Antropogenní vliv na většinu ekosystémů je velký a na světě najdeme jen velmi málo míst, která by nebyla postižena lidskou činností. Vodní prostředí v tomto ohledu není výjimkou. Člověk svým působením zatěžuje povrchové vody. Způsobuje zatížení vod látkami organického původu (saprobity), živinami (eutrofizace), vlivem imisí dochází k nepřírozenému okyselování vod (acidifikace) a také v posledních letech k znečištění vod působením toxinů a dalších znečišťujících látek (Poulíčková, 2011). Bioindikátory můžeme definovat jako jednotlivé druhy či společenstva, která svojí přítomností poskytují informaci o daném prostředí (Bellinger, Sigeo, 2015). Bioindikace je reakce živočišného či rostlinného druhu na podmínky prostředí, ve kterém se vyskytuje (Vávrová, 2004). Řasy jsou považovány především za indikátory kvality vody (Bellinger, Sigeo, 2015), případně i kvality vodního či mokřadního ekosystému jako celku (Coesel, 2001).

Řasy i sinice jakožto indikátory kvality vody podávají dva typy informací - dlouhodobé a krátkodobé. Dlouhodobé informace nám poskytují například sinice *Microcystis* vyskytující se v jezeře, kdy toto jezero každoročně obsahuje vodní květ, ukazují tak na dlouhodobý stav vody s vysokým obsahem živin, tedy eutrofní. Jako příklad krátkodobých informací můžeme uvést situaci, kdy v určitém jezeře, kde



detekujeme změnu životního prostředí, se náhle zvýší množství biomasy řas, což opět indikuje eutrofizaci vody, ale v tomto případě vyvolanou pravděpodobně lidskou činností (Bellinger, Sigeo, 2015).

Dále můžeme bioindikaci rozdělit na dva přístupy:

- 1) Přístup, při němž si všímáme druhového složení ve společenstvu, kdy využíváme indexy diverzity a bohatosti.
- 2) Přístup spočívající v definování autekologických charakteristik jednotlivých druhů, kdy používáme indexy, které vycházejí z přesně definovaných ekologických valencí k určitému faktoru (Pouličková, 2011).

Využití potenciálu sinic a řas pro indikaci znečištění vody poprvé objevili Kolenati (1848) a Cohn (1853), kteří zkoumali biotu jak ve znečištěných, tak v neznečištěných vodách a všimli si, že tato biota byla odlišná (Bellinger, Sigeo, 2015).

V našich podmínkách je často hodnocena přítomnost určitých organismů jako ukazatel stupně organického znečištění daného úseku vodního toku. V tomto ohledu je pak rozlišováno několik stupňů saprobity. Xenosaprobni vody jsou vody nejčistší, většinou u pramene. Řasy vyskytující se v těchto vodách jsou zlativky rodu *Hydrurus* nebo ruduchy rodů *Hildenbrandia* a *Lemanea*. Dalším stupněm jsou vody zatížené nejméně, ty se nazývají oligosaprobni, bioindikátory v těchto vodách jsou některé rozsivky a ruduchy rodu *Batrachospermum*. Beta-mesosaprobna je stupeň vod přirozeně zatížený látkami organického původu, vyskytují se zde např. rody zelených řas *Cladophora* a *Ulothrix*, různobrvky rodu *Vaucheria* a sinice rodu *Phormidium*. Alfa-mesosaprobna je další fáze zatížení, kdy jsou vody už relativně silně organicky znečištěné a vyskytují se zde např. sinice rodu *Oscillatoria* či zelené řasy *Stigeoclonium* a *Ulothrix* (Pouličková, 2011).

Nejvíce organicky znečištěné jsou vody polysaprobni, kde je kyslík vyčerpaný na rozklad organických látek. Zde se vyskytují především bakterie a z řas krásnoočka rodu *Euglena* a sinice rodu *Phormidium*. Hodnocení saprobity má u nás dlouhou tradici. Nejčastěji využívaný hodnotící index v České republice je SLA, "Saprobni index dle Sládečka" z roku 1986, který obsahuje za účelem hodnocení 323 taxonů (Pouličková, 2011).

Co se týče hodnocení trofie vodního prostředí (tedy zatížení živinami, zejm. dusíkem a fosforem), bývá opět rozlišováno několik základních stupňů - od oligotrofie (vody živinami chudé) přes mezotrofii, eutrofii až k hypertrofii (vody extrémně bohaté na živiny). Jednotlivé trofické stupně mají opět mezi řasami a sinicemi své bioindikátory. Existuje více indexů pro hodnocení trofie vod, zejména pak vodních toků. Jako příklad jednoho z nejpoužívanějších indexů můžeme uvést index TDI "Trophic Diatom Index", který je využíván ve Velké Británii a jeho autory jsou Kelly a Whitton. Tento index je založený na rozsivkách, které v tomto případě většinou stačí determinovat na úrovni rodu (Pouličková, 2011).

Zajímavé jsou z hlediska bioindikace také řasy z třídy *Zygnemophyceae* a řádu *Desmidiiales* (krásivky), které jsou čistě sladkovodní a vyskytují se nejčastěji v kyselých vodách (např. na rašeliništích) a mohou tak indikovat kyselé vodní prostředí, resp. míru jeho kyselosti (Kaštovský, Hauer, 2018). Kromě toho jsou rovněž kvalitními indikátory stupně trofie a dokonce stability či narušenosti daného ekosystému (Coesel, 2001).

#### 4.1.6 Využití sinic a řas člověkem

Sinice a řasy jsou často přímo konzumovány či dále zpracovávány, pokud rostou ve velkém množství. Mořské řasy dosahují na délku až 80 m a mají také velkou hmotnost, sladkovodní řasy jsou ovšem většinou mikroskopické a působí tedy spíše svojí kvantitou. Účinek na člověka je tedy přímý (kdy může tyto řasy ihned zpracovávat) spíše u mořských řas než sladkovodních, kdy je účinek nepřímý (Fott, 1967).

O přímém využití řas můžeme mluvit zejména u mořských ruduch a chaluh. Ruduchy jsou využívány jako potrava, dále jsou zpracovávány v lékařství nebo využívány jako krmivo pro hospodářská zvířata. Stélky rodu *Porphyra*, v Japonsku označované jako „nori“, tvoří velkou část potravy pro tamější obyvatele. Agar a karagen, koloidní látky získávané ze stélek ruduch, jsou také často využívány člověkem. Agar, což je po rozmíchání v horké vodě a následném zchladnutí průzračný pevný gel, je součástí potravinových rosolů, avšak pro člověka není stravitelný (Kalina, 1994). Dále se využívá ke ztužování mikrobiologických živných půd, ve farmaceutickém průmyslu a v biochemických laboratořích. Karagen, který má zčásti podobné vlastnosti jako agar, se využívá pro zahuštění různých výrobků v potravinovém průmyslu, dále

jako emulgátor a také slouží k impregnaci a klížení v textilním a kožedělném průmyslu (Kalina, Váňa, 2005).

Analogické a stejně rozmanité využití jako ruduchy mají také chaluhy. Jejich makroskopické stélky jsou používány k přípravě různých pokrmů - v tomto směru jsou velmi oblíbené např. druhy rodu *Laminaria* (v Japonsku označované „kombu“). Chaluhy mohou rovněž sloužit jako krmivo pro některá hospodářská zvířata, dále jsou využívány v ekozemědělství jako kvalitní komposty, v sušené podobě je lze využít jako palivo. Ze stélek chaluh jsou rovněž extrahovány koloidní látky (alginové kyseliny), které vykazují podobné vlastnosti a mají podobné využití jako agar a karagen u ruduch (Kalina, Váňa, 2005).

Sinice jsou také přímo spotřebovávány člověkem, a to především pro vysoký obsah bílkovin v sušině, který dosahuje až 70 procent (Kalina, 1994). Často pěstovaná je především sinice spirulina (*Athrospira*, syn. *Spirulina*), která je doporučována jako potravní doplněk pro svoji lehkou stravitelnost a kromě vysokého obsahu bílkovin též pro velký obsah vitamínů (zejm. ze skupiny B). Některým lidem však může spirulina pro svůj vysoký obsah nukleových kyselin způsobovat i problémy a různá onemocnění jako například nemoc dnu (pakostnici). Sinice obsahující modrý fykocyanin jsou často využívány jako netoxické barvivo v potravinářství a využívají se i pro sledování metabolických procesů jako fluorochróm (Kalina, Váňa, 2005).

Rovněž mezi zelenými řasami jsou zástupci, kteří jsou hojně využíváni člověkem. Na tomto místě lze pro příklad uvést makroskopické, ploše listovité řasy rodu *Ulva*, jejichž stélky se v některých státech používají pro přípravu různých pokrmů, a dále mikroskopické jednobuněčné řasy rodu *Chlorella*, využívané ve formě potravních doplňků (Kalina, Váňa, 2005; Pouličková, 2011).

## 4.2 Negativní význam

### 4.2.1 Invazivní řasy

Invazivní druh, ať už se jedná o vyšší rostlinu, živočicha či řasu, je druh, který je na daném území nepůvodní. Jedná se o člověkem zavlečený druh, který se začne nekontrolovatelně šířit a vytlačovat tak druhy původní. V důsledku tedy mohou invazivní druhy rozvracet celá společenstva nebo ekosystémy (www.mzp.cz, 2019). Ovšem Mlíkovský a Stýblo (2006) podotýkají, že podle některých terminologických

systemů ne každý invazní druh musí být zároveň nepůvodní, invazní tak mohou být i některé původní druhy. Pro takové druhy se však spíše používá termín „expanzivní“ (viz např. Sádlo, 2014).

V České republice se v současné době vyskytuje 1454 nepůvodních druhů rostlin a z toho je 61 druhů hodnoceno jako invazní. Z 595 nepůvodních druhů živočichů je považováno 113 druhů za invazní (invaznidruhy.nature.cz, 2019).

Invazivní šíření druhů způsobuje ve většině případů antropogenní činnost, ať už účelně nebo náhodně. Zanesení druhů do prostředí, kde se přirozeně nevyskytují, pro ně obecně znamená určitou změnu podmínek prostředí (včetně změny skladby až absence jejich predátorů a jiných nepřátel). To může často způsobit masivní a nekontrolovatelné šíření těchto druhů a tím vytlačení druhů původních (Kaštovský et al., 2014). Z hlediska ochrany přírody jsou tedy invazní druhy v přírodě velmi nežádoucími prvky.

Dobře známé a v ochraně přírody nejvíce řešené jsou samozřejmě invazní druhy živočichů a vyšších rostlin. Ve srovnání s těmito skupinami jsou pak invazní druhy řas známé spíše jen zasvěceným specialistům a mnohdy je diskutabilní vůbec i otázka jejich původnosti či nepůvodnosti v daném území.

Samostatnou skupinu řas tvoří invazivní mořské druhy. Tyto řasy působí negativně svými nekontrolovatelnými nárosty na zarůstání litorálu, např. řasa *Caulerpa taxifolia* porůstá mořské pobřeží s délkou až 180 km. Tyto řasy také znehodnocují přímořské pláže, porůstají povrchy a trupy přístavních lodí a jiných konstrukcí (Kalina, Váňa, 2005). Mezi známé případy mořských invazivních druhů řas patří již zmíněná řasa rodu lazucha *Caulerpa taxifolia*, která náleží do oddělení zelených řas. Tato řasa pronikla do Středozemního moře z tropických oblastí. Byla pěstována v akváriích a následně se čištěním těchto akvárií dostala do oblasti moře pod těmito prostory, kde se z malého množství (1m<sup>2</sup>) rozmnožila drasticky až do velikosti obsazené plochy 10 tisíc hektarů, a to především v západní oblasti Středomoří (Kaštovský et al., 2014).

Jako příklad sladkovodní invazivní řasy lze uvést rozsivku *Didymosphenia geminata*. Tato rozsivka, pocházející pravděpodobně z horských toků Eurasie, se dostala až na Nový Zéland, kde dnes v řekách tvoří velké množství slizu. Rozšířila se zde z původně jedné řeky do dalších, důvodem bylo přetahování lodí z různých povodí. Dnes jsou zde dokonce vývěsní tabule, které nabádají k důkladnému čištění povrchu lodí, které by pomohlo omezit další šíření této řasy (Kaštovský et al., 2014).

V České republice je studium invazivních řas rozvinuto v minimální míře v porovnání se studiem vyšších rostlin, jako jsou například bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) a netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*). Ovšem stav invazivních řas u nás není tak závažný jako je tomu u předchozích výše zmíněných druhů ve Středozeří a na Novém Zélandu. Nemůžeme však vyloučit, že se situace může kdykoliv zhoršit (Kaštovský et al., 2014). Kromě nepůvodních druhů, tedy těch druhů, které se nevyskytují ve svém přirozeném společenstvu v určitém regionu, v tomto případě v České republice nebo části našeho státu (www.mzp.cz, 2019), se u nás vyskytují i tzv. expanzivní druhy. Jsou to druhy, které se zde již vyskytovaly v minulosti, ale nyní se intenzivně šíří (Kaštovský et al., 2014).

Co se týče nepůvodních druhů řas v ČR, obrněnky mají u nás pouze jednoho zástupce, a to *Peridiniopsis kevei*. Tento druh byl zaznamenán v našich podmínkách poprvé v roce 2007 na Vranovské přehradě a v roce 2009 na vodní nádrži Orlík. Původem je tento zástupce z Maďarska (Kaštovský et al., 2014).

Mnohem více jsou v naší řasové flóře nepůvodními druhy zastoupeny zelené řasy (*Chlorophyta* s.l.). Nejhojnější z nich je v ČR původně tropická řasa *Pediastrum simplex*, která u nás ovšem bývá považována spíše za expanzivního zástupce. Dnes je rozšířená na 500 lokalitách v České republice. Dalším zástupcem zelených řas je krásivka *Staurastrum manfeldtii*, která pochází ze severu Evropy (Kaštovský et al., 2014). Zelenivka *Pleodorina indica*, původem z Indie, se u nás objevila r. 2005 v Českých Budějovicích, kde vytvořila vodní květ s 2000 koloniemi na mililitr. Poté byla zaznamenána i na přehradě Hněvkovice a v rybníce Valchař. Jedná se o nejlépe zdokumentovanou invazivní řasu v ČR (Mlíkovský, Stýblo, 2006). Další zelenou řasou je *Ulva flexuosa*, původně mořská řasa. Nejedná se však o zcela nepůvodní druh, u nás se dříve vyskytovala na zasolených rybnících na jižní Moravě a v minerálních vodách Soosu. Od roku 1980 se začala šířit i na další lokality a za příznivých podmínek tvoří i masivní nárosty. Lze ji tedy označit spíše za expanzivní druh (Kaštovský et al., 2014).

#### 4.2.2 Vodní květ

Sinice mohou být považovány za užitečnou skupinu nižších rostlin z více hledisek (viz podkapitola 4.1). Ať už jako vazači dusíku, kdy jsou využívány pro hnojení především rýžových polí a nahrazují tak umělá hnojiva. Dále jsou také využívány jako zdroj bílkovin jak pro lidi, tak pro hospodářská zvířata. Ovšem velké

množství sinic, díky jejich vysoké schopnosti adaptability, ovlivňuje vodní hospodářství a obecně i životní prostředí negativně, a to jevem, kterému říkáme vodní květ (Urban, Kalina, 1977).

Toto uskupení připomínající modrozelený koberec se vznáší na vodní hladině (Pouličková, Jurčák, 2001). Výraz “vodní květ” nesouvisí s květy makroskopických rostlin, tento termín byl zaveden ve vodním hospodářství, kdy se sinice rozmnožily až do takového množství, že změnily průzračnost vody na neprůhlednou. Tento jev je také často doprovázen nepříjemným zápachem (Hindák, 2001).

Nebezpečí vodního květu a celkově eutrofizace vodního prostředí je zkoumáno především z důvodu ochrany vodních ploch, tyto plochy se totiž často stávají nejen eutrofními, ale až hypertrofními (Maršálek et al., 1996). Organismy v těchto vodách pak trpí nedostatkem kyslíku a některé z nich mohou být až vyhubeny. Vodní květ vzniká při nadbytečném množství některých typů sinic ve vodách, které obsahují nadbytek dusíku a fosforu - vyskytuje se tedy ve vodách eutrofních (s vysokým obsahem živin). Je třeba podotknout, že vodní květ sám o sobě není příčinou eutrofizace (jak si někteří lidé občas myslí), naopak vzniká až ex post. Můžeme tedy říct, že vodní květy na těchto vodách jsou až následkem eutrofizace, nikoliv příčinou (Maršálek et al., 1996).

Vznik vodního květu ovlivňuje kromě množství minerálních živin (dusíku a fosforu) více faktorů: teplota, pH, obsah kyslíku, obsah oxidu uhličitého a množství slunečního záření (www.sinice.cz, 2005). V České republice se první příznaky vodního květu začínají objevovat začátkem jara a projevují se pak především v létě (Kalina, Váňa, 2005). Velké množství našich vodních ploch obsahuje velké množství živin, to znamená, že jsou eutrofizované. Živiny se do těchto nádrží dostávají především organickým hnojením granulami a dalšími hnojivy. Dalším zdrojem jsou krmiva a následně výkaly ryb. Splavená voda z povodí a znečištěná odpadní voda jsou dalším zdrojem eutrofizace (www.sinice.cz, 2005). U odpadních vod je proto potřeba odstranit fosfor a dusík tzv. terciárním stupněm čištění. Tento stupeň čištění však u mnoha starších čističek odpadních vod chybí, to je důvodem nedostatečného vyčištění a následného znečištění nádrží špinavou vodou (Znachor, 2005).

Vodní květ sinic omezuje u nádrží jejich technické, rybářské a především vodo-hospodářské využití (Kalina, 1994). V létě toxicita, vyvolaná přítomnými druhy sinic, způsobuje hygienické potíže návštěvníkům koupališť a přehrad. Dále zde dochází

k hnilobným procesům u rozkládající se biomasy, spojeným s nedostatkem kyslíku a dalším vznikem toxických látek. Odstranění vodního květu je problematické, jelikož sinice jsou schopné se velmi rychle adaptovat na různé podmínky prostředí. Vodní květ vzniká jak ve sladkých vodách, tak u pobřeží moří (Kalina, Váňa, 2005).

V České republice patří mezi druhy tvořící vodní květy především sinice z čeledí: *Microcystaceae* a *Nostocaceae*, méně se objevují ty z čeledí *Merismopediaceae* (rod *Woronichinia*), *Phormidiaceae* (*Planktothrix*, *Trichodesmium*), *Oscillatoriaceae* a *Rivulariaceae* (Maršálek et al., 1996).

Podobné (a spíše ještě větší) nebezpečí představují také mořské vodní květy obrněnek, kdy se tento jev označuje jako „red tide“ nebo „red water“. Tyto vodní květy se vyskytují především v ústí větších řek a mohou svými toxiny působit negativně na ostatní organismy (Lom, 1995). Termín „red tide“, jehož název zdůrazňuje barvu vody způsobenou přemnoženými obrněnkami (červenohnědou nebo žlutohnědou), může být zavádějící, jelikož heterotrofní toxické obrněnky nezpůsobují zbarvení vody. Zavádí se proto označení „zhoubný vodní květ“ (anglicky: harmful algal bloom – HAB). Hlavním problémem tohoto zhoubného vodního květu jsou velmi silné toxiny. HAB může postihnout v moři plochu až několika desítek kilometrů čtverečních, a to až do hloubky okolo 100 metrů (Kalina, Váňa, 2005).

#### 4.2.3 Toxicita

Řasy a sinice jsou schopny v závislosti na způsobu metabolismu vylučovat do svého okolí biologicky aktivní látky. Tyto látky mohou negativně ovlivňovat v růstu a vývoji jak jiné organismy, tak sebe navzájem a mohou také měnit fyzikální a chemické charakteristiky vody (Maršálek et al., 1996). Nejčastěji se toxiny vyskytují ve velkém množství právě při tvorbě vodních květů (viz výše). Ve sladkých vodách tyto květy tvoří především sinice. Toxiny jsou z těchto seskupení uvolňovány zejména při degradaci vodních květů a mohou být škodlivé jak pro zvířata, tak pro lidi (www.epa.gov, 2017).

Maršálek a kolektiv (1996) rozdělují tyto látky následujícím způsobem:

**Toxiny sinic** (cyanotoxiny) – tyto toxiny jsou toxičtější než toxiny vyšších rostlin a hub, způsobily již četné otravy dobytka např. ve Spojených Státech Amerických – na vině jsou sinice *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae* a

*Microcystis aeruginosa*. V Evropě se za nejtoxičtější sinice považují zástupci rodu *Microcystis*. Toxiny sinic se dále dělí podle účinku na cytotoxiny a biotoxiny (neurotoxiny, hepatotoxiny apod.).

**Cytotoxiny** jsou buněčné jedy. Kromě působení v negativním směru se ale mohou použít i jako antibiotika proti určitým typům buněk. Dokonce bývají často zařazovány mezi biotechnologicky nadějně organismy ve farmacii, a to pro své protinádorové účinky. Například sinice *Spirulina subsalsa* nebo zelená řasa *Chlorella pyrenoidosa* brání rozvoji nádorů typu S-180. Co se týče toxického působení na člověka a živočichy, zatím nebyl zaznamenán případ úmrtí způsobený cytotoxiny.

**Neurotoxiny** působí na nervovou soustavu živočichů a člověka. Jsou vylučované zástupci rodů *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Planktothrix* a *Microcystis*. Prvním popsáním neurotoxinem byl anatoxin, který byl separován ze sladkovodních sinic. Neurotoxiny se rozkládají až při teplotách nad 40 stupňů Celsia. Působí silně na volně žijící i domácí zvířata. Příznaky otravy neurotoxiny jsou křeče pohybového aparátu, dávení, ztráta stability, dušení a následná smrt udušením.

**Hepatotoxiny** jsou vytvářeny sinicemi rodu *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia*, *Planktothrix*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Cylindrospermopsis*, *Aphanizomenon*, *Gloeotrichia* a *Coelosphaerium*. Mohou způsobit poškození jater. Příznaky poškození hepatotoxiny jsou u teplokrevných obratlovců zeslábnost, nechutenství a zimomřivost. Játra se zvětšují, buňky v játrech se bortí a na játrech jsou pozorovány nekrózy. Játra jsou cílový orgán hepatotoxinů, tyto látky mohou však zvětšit a poškodit i ledviny, případně některé další orgány (Maršálek et al., 1996).

Další toxiny, které silně škodí živočichům i lidem, jsou **toxiny mořských obrněnek**. Podle jejich působení v organismu je lze rozdělit podobně jako u sinic - na cytotoxické, paralyzující, neurotoxické, hepatotoxické apod. (Kalina, Váňa, 2005). Některé z těchto toxinů jsou také poměrně dobře známé pod svými konkrétními názvy.

**Saxitoxin** vzniká při přemnožení obrněnek *Alexandrium*, *Gymnodinium catenatum* a *Pyrodinium bahamense*. Tento toxin je 1000krát silnější než kyanid, působí na sodíkové kanály u membrán svalů a nervů.

**Brevitoxin** je produkovaný obrněnkami rodu *Karenia*. Tento toxin zůstává ve vodě po rozpadu buněk a intoxikuje organismy pobývajících ve vodě a dokonce také



negativně působí už jen při jeho vdechování. V mořích způsobuje úhyn celých hejn ryb o počtu nejméně milionu kusů.

**Ciguatoxin** se vyskytuje u obrněnek *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum lima*. Jedná se většinou o epifytické obrněnky, které rostou na ponořených řasách. Tento toxin se dostává do potravního řetězce pomocí herbivorů, kteří se příslušnými řasami živí (Kalina, Váňa, 2005).

## 5. OCHRANA ŘAS A SINIC Z LEGISLATIVNÍHO HLEDISKA

Z předcházející kapitoly 4 vyplývá, že ekologický i hospodářský význam řas a sinic je opravdu značný a také velmi široký. V návaznosti na to bychom tedy mohli říci (či předpokládat), že mají nezanedbatelný význam rovněž v ochraně přírody a životního prostředí. V této kapitole mne proto zajímá, zda jsou řasy a sinice nějakým způsobem zahrnuty i v základních legislativních dokumentech ochrany přírody. Zejména se zaměřuji na to, zda je jim zajišťována nějaká ochrana v rámci České republiky, případně i Evropské unie.

Jeden ze základních zákonů pro ochranu přírody ČR je **Zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb.** Tento zákon, jak již z názvu vyplývá, zajišťuje určitou ochranu (mimo jiné) různým organismům - jednak ochranu obecnou, jednak zvláštní druhovou ochranu planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů. Ve specifikaci tohoto zákona v §2 a §3 je vymezení toho, na co se zejména zákon vztahuje. Ze skupin organismů, na něž se vztahuje obecná druhová ochrana, jsou výslovně uvedeny rostliny, živočichové a houby (zde přiřazené k rostlinám). Pojem řasy ani sinice zde nenajdeme. Lze ale uvažovat o tom, že jsou snad podobně jako houby také („mlčky“) zahrnuty pod rostliny a vztahuje se tak na ně obecná ochrana rostlin. Nejbliže k sinicím a řasám mají pak zmínky o chráněných mokřadních stanovištích či o obecné ochraně vodních a mokřadních ekosystémů, kterou by měly být logicky „přikryty“ i příslušné vodní a mokřadní organismy (www.mzp.cz, 2019).

Dalším důležitým legislativním dokumentem je **vyhláška č. 395/1992 Sb.**, která provádí některá ustanovení právě k zákonu číslo 114/1992 o ochraně přírody a krajiny. Konkrétně stanovuje zvláštní ochranu pro vybrané druhy organismů, které jsou pak jmenovitě uvedené v Přílohách II a III i s přiřazeným stupněm ohrožení. V Příloze II je uveden „Seznam zvláště chráněných druhů rostlin“, který zahrnuje cévnaté rostliny a houby. Přílohu III tvoří „Seznam zvláště chráněných druhů živočichů“, který zahrnuje bezobratlé živočichy a obratlovce. Ani v této vyhlášce tedy nenajdeme záznam o sinicích nebo řasách, což je v porovnání s „cévnatými“ rostlinami, které jsou zde vyjmenovány v příloze na několika stránkách, poněkud překvapující. Nejbliže k nižším rostlinám (resp. řasám) jsou zde tak vyjmenovány pouze houby (www.mzp.cz, 2019).

Na další pomyslnou příčku dokumentů k ochraně organismů můžeme zařadit různé **Červené seznamy** ohrožených druhů České republiky. Tyto materiály sice nemají legislativní charakter, ale představují (nebo by měly představovat) odborné podklady

pro tvorbu seznamů druhů, které by měly být chráněné zákonem. Vzácnější či ohrožené sinice a řasy můžeme najít např. v Červené knize ohrožených druhů rostlin a živočichů SR a ČR (Kotlaba, 1995). Tato publikace obsahuje 36 druhů sinic a řas, z toho 7 druhů se váže na území Slovenska. Tato Červená kniha je určena spíše pro širokou veřejnost a obsahuje spíše obecný přehled vybraných příkladů (relativně) vzácných druhů sinic a řas. Mnohem podrobnější, ucelenější a také realitě bližší jsou pak přehledy vzácných taxonů z konkrétních skupin řas či sinic, které samostatně vytvářejí specialisté na danou skupinu. Platí to především pro ty skupiny řas, které jsou v mnoha ohledech už dobře prozkoumané. Jako příklad lze uvést přehled taxonů krásivek (*Desmidiaceae* s.l.) v ČR, u nichž jsou uvedené i stupně vzácnosti a ekologické citlivosti (Šťastný, 2010). Široké veřejnosti jsou takové materiály většinou prakticky neznámé, existují spíše jednotlivě roztroušené a „skryté“, např. ve formě přehledových vědeckých článků či monografií.

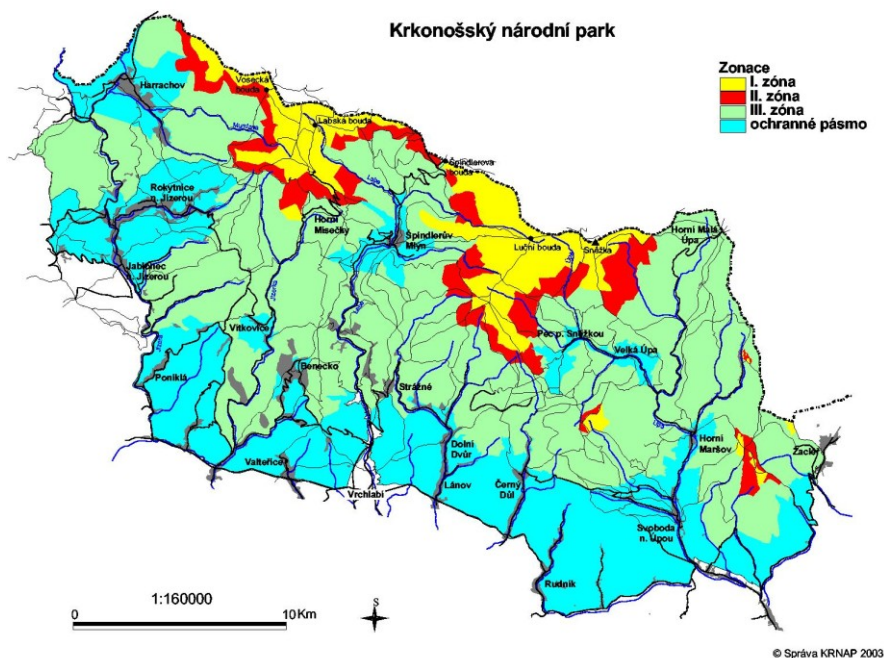
**Natura 2000** je soustava chráněných území, která jsou vyhlášována uvnitř všech států Evropské unie podle určitých jednotných pravidel. Má za cíl zabezpečit ochranu pro určité druhy živočichů a rostlin a také pro určité typy přírodních stanovišť. Především pro ty, které jsou v rámci Evropy považovány za nejcennější, nejvíce ohrožené, vzácné či endemické. Vytváření systému Natura 2000 se řídí dvěma evropskými směrnice. Jednou z nich je směrnice o ochraně volně žijících ptáků (2009/147/ES), podle níž jsou vyhlášována tzv. ptačí oblasti. Druhou je směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (92/43/EHS), podle které jsou vyhlášována tzv. evropsky významné lokality. Konkrétní druhy rostlin, živočichů a typy stanovišť, které mají být předmětem ochrany, jsou uvedeny v přílohách těchto směrnic (www.nature.cz, 2006).

V **Příloze V** u druhé zmiňované směrnice najdeme i záznam o řasách. Jsou zde zaznamenány ruduchy (*Rhodophyta*), a to konkrétně z čeledi *Corallinaceae*. Jedná se o dva mořské druhy - *Lithothamnium coralloides* Crouan frat. a *Phymatholithon calcareum* (Pall.) Adey & McKibbin. Tato příloha zaštiťuje druhy, u kterých by odebírání z volné přírody a využívání mohlo být předmětem určitých opatření (www.nature.cz, 2006).

## 6. METODIKA

Jedním z hlavních cílů této práce bylo zjistit, zda jsou řasy a sinice zmiňovány v českých popularizačních materiálech ochrany přírody a pokud ano, tak v jakém rozsahu, v jakých souvislostech a jakou formou. Protože samozřejmě nebylo možné studovat obecně všechny takové materiály, bylo nejprve třeba vybrat určitou modelovou oblast (nejlépe některé z velkoplošných chráněných území) a ve vztahu k ní pak teprve vyhledávat a studovat popularizační materiály.

Jako modelovou oblast jsem si konkrétně zvolila Krkonošský národní park (viz Obr. 3), a to z následujících důvodů. Krkonošský národní park je vcelku rozsáhlým územím, které mimo jiné zahrnuje poměrně pestrou škálu různých vodních a mokřadních biotopů (často velmi cenných z pohledu ochrany přírody) a navíc je nejstarším národním parkem v České republice. Dalo se tedy předpokládat, že i výzkum málo známých skupin organismů jako jsou sinice a řasy by zde mohl mít dlouhou historii, a že zde bude k dispozici také dostatek popularizačních materiálů týkajících se (alespoň částečně) sinic a řas.



Obr. 3 – Mapa Krkonošského národního parku, a jeho ochranné zóny. (www.krkonose.eu., 2009)

Průzkum popularizačních materiálů jsem realizovala v roce 2018 a 2019. Materiály jsem nejprve hledala v knihovně a na příslušných webových stránkách Krkonošského národního parku ([www.krnap.cz](http://www.krnap.cz), 2019; [opera.krnap.cz](http://opera.krnap.cz), 2019). Ovšem nejvíce jsem jich získala až při osobní návštěvě informačního centra, knihovny a poté i Správy Krkonošského národního parku ve Vrchlabí. Byla jsem informována, že Správa KRNAPu aktuálně nezaměstnává žádného algologa, ale mají v tomto směru pouze emeritní pracovníci. Zdejší pracovníci mi poskytli různé informační brožury obsahující pasáže o sinicích a řasách, ale byla jsem upozorněna, že těchto materiálů není tolik, jako mají například k vyšším rostlinám. Důvodem je především drahé mikroskopické vybavení, které je nezbytné pro výzkum těchto organismů.

Při vyhledávání popularizačních materiálů jsem se snažila o to, abych získala reprezentativní soubor, obsahující materiály různého charakteru. Materiály jsem rozdělila podle typu: na časopis Opera Corcontica, který vydává přímo Správa Krkonošského národního parku, dále pak různé informační brožury a nakonec knihy. V jednotlivých materiálech jsem vyhledávala pasáže věnované řasám a sinicím. Nejprve jsem hledala konkrétní druhy, rody či vyšší taxony, ale pak i jakékoliv jiné informace týkající se sinic a řas. Zaznamenávala jsem zejména to, v jakých souvislostech jsou v daném materiálu řasy a sinice zmiňované a které jejich charakteristiky jsou zdůrazňované.

Z jednotlivých čísel časopisu Opera Corcontica jsem nevypisovala konkrétní (podrobné) informace, které byly součástí článků. Raději jsem zhotovila tabulku (Tab. 2) s přehledem uváděných taxonů, jelikož se zde jednalo především o vědecké články, založené na praktické činnosti (algologických výzkumech) příslušných autorů.

U brožur a knih jsem poté vypsala i stručné doplňující informace (často různé zajímavosti), které byly uvedené k jednotlivým zástupcům či skupinám řas a sinic. V případě těchto materiálů se jedná opravdu spíše o popularizaci se zájmem o informování široké veřejnosti. Proto jsem usoudila, že není nutné vytvářet tabulku s přehledem taxonů řas a sinic, protože se zde vyskytují spíše popisné informace a nejedná se o výsledky výzkumů jako tomu je v člancích z odborného časopisu Opera Corcontica.

Studované popularizační materiály jsem následně souhrnně zhodnotila, a to jak v přehledových tabulkách, tak i slovně. Zaměřila jsem se přitom na jejich dostupnost

široké veřejnosti a pak především na poměrné zastoupení pasáží o řasách a sinicích vůči částem s jinou tematikou.

## 7. VÝSLEDKY ROZBORU ZKOUMANÝCH MATERIÁLŮ

### 7.1 Vývoj znalostí a popularizace sinic a řas obecně

Nejstarší záznamy o řasách najdeme v literatuře u přímořských národů. Často se v těchto spisech uváděly jejich léčivé účinky, v Asii byly například ruduchy a hnědé řasy také součástí tradičních pokrmů (Kalina, 1994). Fykologie, dnes také algologie neboli věda zabývající se studiem řas, prodělala tak jako jiné biologické obory podstatný vývoj. Švédský přírodovědec C. Linné, jeden z nejznámějších systematiků, projevil zájem o řasy z botanického hlediska a v druhé polovině 18. století tak popsal 108 druhů řas.

Vývoj české algologie je spojen především s činností A. Hansgirga (1854–1917), který sbíral řasy na celém území Čech. Tyto druhy poté sepsal a vydal v roce 1889 v knize „Prodromus českých řas sladkovodních“. Publikace obsahuje popis několika set druhů sinic a řas. Dalším významným algologem v publikační činnosti byl B. Fott (1908–1976), který položil základy naší současné algologické školy. Publikoval desítky vědeckých prací, ve kterých klade důraz na popis nových taxonů řas. V roce 1956 byla poprvé vydána učebnice „Sinice a řasy“, která vyšla také pod názvem „Algenkunde“ v němčině a jejímž autorem byl právě B. Fott (Kalina, 1994). Botanický ústav na Slovensku společně s českými odborníky následně vydal další významné publikace jako: Klíč na určovanie výtrusných rastlín (Hindák, 1975), Sladkovodné riasy (Hindák, 1978) a další. Posledně jmenované publikace byly sice výrazně odborně zaměřené, ale protože měly zčásti charakter obrazových atlasů, byly již přístupnější i pro širší veřejnost se zájmem o biologii.

### 7.2 Krkonošský národní park a jeho popularizační materiály

Vybrané materiály zabývající se sinicemi a řasami byly získány především ze Správy národního parku Krkonoše (viz též Metodika). Dalším primárním zdrojem, zejména v oblasti odborných článků, byl časopis Opera Corcontica, který také vydává Krkonošský národní park, a to jednou ročně.

Kromě samotných popularizačních materiálů jsem na začátku svého průzkumu prostudovala i rozborovou část Plánu péče pro Krkonošský národní park (Schwarz, 2010). Jedná se sice o ryze odborný dokument, ale pro ochranu přírody ve vybrané oblasti je stěžejním materiálem. Proto mne zajímalo, co je k tématu sinic a řas uvedeno

v něm. V Plánu péče Krkonošského národního parku jsou řasy a sinice zmíněny pouze okrajově, a to v souvislosti s eutrofizací vod (zejména vodních toků) a nežádoucím výskytem těchto nižších rostlin: „Přestože odpadní produkty podstatným způsobem zvyšují pH vody a snižují tak její kyselost podmíněnou kyselými srážkami, v řadě případů je zdroj znečištění natolik silný, že výsledný efekt je opět negativní: vzrůstá eutrofizace toků, jejich dna zarůstají nežádoucími druhy nižších rostlin, zhoršuje se kyslíková bilance, opět klesá diverzita vodních bezobratlých, ryby mizí nebo se u nich projevuje vyšší frekvence onemocnění“ (Schwarz, 2010).

### 7.2.1 Opera Corcontica

**Opera Corcontica** je vědecký časopis, který vydává Správa Krkonošského národního parku, a to již od roku 1964. Vychází pravidelně jednou za rok a publikuje práce přírodovědné i humanitní. Věnuje se nejen regionu české části Krkonoš, ale v posledních letech obsahuje i informace z polské strany hor (opera.krnep.cz, 2019).

Tab. 2 – Počty taxonů sinic a řas publikované v odborném časopise Opera Corcontica na základě průzkumů konkrétních lokalit v Krkonoších. (Význam zkratk: Cyan. - sinice, Bac. - rozsivky, Chlor. - zelené řasy, Zygn. - spájivky, Eust. - Eustigmatophyceae, Eugl. – krásnoočka.)

Opera Corcontica							
Rok vydání	Autor	Oblast výzkumu	Cyan.	Bac.	Chlor.	Zygn.	Ostatní
2000	Nováková	Pančavské a Úpské rašeliniště	-	67	38	51	-
2006	Jankovská	Labský důl	-	-	3	-	-
2008	Nedbalová, Kociánová, Lukavský	Meandry Labe, Luční hora, Labský důl, Dlouhý důl, Výrovka	-	-	4	-	-
2009	Hauer, Pažoutová	Lom Strážné, Rýchory, Obří důl, Lom černý důl, Labská přehrada, Labský důl	53	-	-	-	-



Opera Corcontica							
Rok vydání	Autor	Oblast výzkumu	Cyan.	Bac.	Chlor.	Zygn.	Ostatní
2010	Lukešová, Kociánová, Váňa a kolektiv	Luční hora, Sněžné jámy, Vysoké Kolo	3	3	72	-	2 Eust. 2 Eugl.

V Tabulce 2 vidíme počet taxonů zmiňovaných v časopise Opera Corcontica od roku 2000 po rok 2010. V dalších letech se již řasy a sinice na stránkách tohoto časopisu neobjevovaly. Mezi nejpočetnější patří oddělení *Chlorophyta* (zelené řasy), a to s celkem 117 taxony řas. Další je třída *Bacillariophyceae* (rozsivky), a to s celkem 70 napočítanými taxony na území Krkonoš. Oddělení *Cyanophyta* (sinice) čítá celkem 56 taxonů nalezených na území Krkonoš. Třída *Zygnematophyceae* (spájkivé řasy) je zde zastoupena 51 taxony. Z ostatních řas se zde objevuje 1 taxon z třídy *Eustigmatophyceae* a 1 taxon z oddělení *Euglenophyta* (krásnoočka).

## 7.2.2 Brožury

### Život v krkonošských vodách

V této brožuře jsou řasy a sinice zmiňovány hned na začátku, a to jako autotrofní organismy v potravních řetězcích, kdy na nich jsou dále závislí konzumenti a nakonec dekompozitoři. Dále jsou zde uvedeny v tabulce, která ukazuje druhové zastoupení taxonomických skupin flóry a fauny krkonošských vod a jejich okolí, zde je uváděno přes 300 druhů řas a sinic. To je dokonce výrazně více, než je v dané tabulce uvedeno pro cévnaté rostliny (přes 200 druhů). Některé řasy, zejména rozsivky, obývají i chladnou vodu v těsné blízkosti pramenů. Řasy jsou dále uváděny jako potrava pro brouky z rodu *Elmis*. Také je v brožuře zmínka o řasách obývajících pstruhové pásmo, kde opět tvoří základní stavební kámen potravního řetězce horského potoka. Dále jsou zde zmiňovány řasy rodu *Trentepohlia*, které mohou za obarvení kamenů v korytě krkonošských řek na červenou, tyto kameny jsou označovány jako tzv. „labáky“. Bičíkatá řasa krkonošenka noční (*Corcontochrysis noctivaga*), považovaná dříve za endemit, byla objevena v Krkonoších v roce 1967. Mikroflóra řas v rašeliništích je tvořena několika stovkami druhů a v brožuře je velmi pěkně ilustrována snímky

z mikroskopu, kde jsou zachyceni zejména vzhledově velice atraktivní zástupci. Sinice, rozsivky, obrněnky a zelené řasy jsou často nalézány v ledovcových jezerech. V této publikaci je také záznam o chladnomilných řasách z rodů *Chloromonas*, *Chlamydomonas*, *Scotiella* a *Cryocystis*, které zbarvují sníh zeleně, červeně, žlutě a okrově (Štursa, Vaněk, 2015).

### **Krkonoše známé i neznámé**

V této brožuře je zmiňována pouze řasa *Trentepohlia iolithus*, která pokrývá rezivě červeným povlakem kameny v korytech horských potoků, tato řasa voní po rozemnutí jako fialky (Vaněk, 2015).

### **Krkonoše v noci**

Zde jsou řasy zmíněny pouze jako potrava pro vřetenovku krkonošskou (*Cochlodina dubiosa* ssp. *corcontica*), což je vzácný endemický plž (Kučerová, Bujalský, 2017).

### **Sedm divů Krkonoš**

Řasy jsou zde zmíněny jako součást koryt řek v okolí Mumlavského vodopádu. Je zde ukázka vláknitých řas, které jsou příčinou různých druhů zbarvení sněhových polí. Dále je v této publikaci záznam o první „sněhomilné“ řase a „červeném sněhu“, jehož příčinou je právě hojné rozmnožení některých druhů řas (Štursa, 2017).

### **Vranka obecná a péče o vodní toky v Krkonoších**

Řasy jsou v této publikaci zmíněny jako potrava pro mihuli potoční (*Lampetra planeri*) a střevli potoční (*Phoxinus phoxinus*). Dále jsou v ní uvedeny přemnožené sinice a řasy, kdy toto přemnožení vzniká při zpomalení proudění vody. Přemnožení sinic a řas má potom vliv na kvalitu vody a obsah kyslíku ve vodě (Křesina, 2017).

### **Skály krkonošské tundry**

V této brožuře jsou řasy nejprve zmíněny jako výplň prohlubní skal, dále je zde zmíněný druh řasy *Trentepohlia iolithus* jako obrost tzv. „fialkových kamenů“ (Pilous, 2016).

## **Klenoty krkonošské tundry**

V této publikaci je uveden pouze celkový odhadovaný počet druhů (resp. taxonů) sinic, řas a ruduch v Krkonoších - je to přes 300 taxonů (Štursa, Vaněk, 2017).

### **Na vlastní oči: manuál mikroskopických pokusů**

Tato publikace se od ostatních zde uvedených odlišuje tím, že předkládá náměty na praktické poznávání přírody prostřednictvím mikroskopování různých biologických objektů. Překvapivě jsou zde v tomto ohledu navrženy i řasy jako vhodné objekty zájmu, a to dokonce několikrát. Kromě popisu přípravy jednotlivých mikroskopických preparátů zde autor k pozorovaným organismům vždy nabízí zajímavé doplňující informace. Takto se věnuje nejprve řase z rodu *Trentepohlia*. Tato vláknitá řasa roste na různých podkladech (skály, kameny, kmeny stromů). Druh *Trentepohlia umbrina* způsobuje červené zbarvení, a to i přesto, že se řadí mezi zelené řasy. Je to díky množství karotenoidů obsažených ve stélce. Řasy jsou zde také uváděny obecně jako potrava pro perloočky a ploštěnky. Dále se v této brožuře autor zabývá rozsivkami, jejich základní charakteristikou a také jejich rozmanitým využitím - zejména v podobě křemeliny, která vzniká z rozsivkových schránek. Poukazuje rovněž na využití rozsivek jako bioindikátorů při hodnocení kvality vody. Jsou zde také zmíněny řasy a sinice v symbióze s houbami, kterým poskytují organické látky a vytvářejí spolu s nimi lišejníky (Lüftner, 2015).

### **7.2.3 Knihy**

#### **Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub**

Knihy zmiňuje nejprve obecně vláknité řasy u mechorostů, kdy autoři připodobňují prvoklíček mechorostů k těmto řasám. Dále jsou zde řasy zmiňovány v souvislosti s lišejníky - jako složka schopná fotosyntetické asimilace (tzv. fotobiont), která v lišejníku žije v symbióze s heterotrofní houbou. Je zde i obrázková ukázka kokální zelené řasy z rodu *Trebouxia*, který je zde i s rodem *Dictyochloropsis* zmiňován jako fotobiont u lišejníku prachoulečku hnědavého (*Chaenotheca brunneola*). Další zmiňovaný fotobiont je rod řas *Trentepohlia*, a to u mikrolišejníku kryptovky knoflíkovité (*Gyalecta jenensis*) a biatorely rezavé (*Piccolia ochrophora*). Přítomnost této řasy prozrazují vlákna oranžové barvy. U lišejníku šálečky žluté (*Psilolechia lucida*) tvoří fotobionta zelená řasa z rodu *Stichococcus*. Ve stélce lišejníku terčoplodku

vakovitého (*Solorina saccata*) je ve funkci fotobionta přítomna jednak řasa z rodu *Coccomyxa*, jednak sinice z rodu *Nostoc*. Lišejník bradavnice rozpučaná (*Staurothele fissa*) má jako součást stélky i plodnic obsažené zelené řasy z rodu *Stichococcus*. A taktéž u bradavnice klamné (*Verrucaria dolosa*) jsou zelené řasy složkou, která představuje fotobionta (Halda, Kučera, 2016).

Dále jsou zde zmíněny sinice z rodu *Nostoc* jako fotobionti, a to u následujících lišejníků: u gregorely vlhké (*Gregorella humida*), tenkomázdříku poprášeného (*Leptogium pulvinatum*), tenkomázdříku šedozeleného (*Leptogium saturninum*), tenkomázdříku drobného (*Leptogium subtile*), u důlkatce postranného (*Lobaria amplissima*), důlkatce d'ubkatého (*Lobaria scrobiculata*), panarie modrolysavé (*Pannaria conoplea*), terčovičky trojlisté (*Parmeliella triptophylla*) a terčoplodku houbovitého (*Solorina spongiosa*) (Halda, Kučera, 2016).

Fotobiontem je také vláknitá sinice *Stigonema*, a to u lišejníku lišejky pýřité (*Ephebe lanata*). U lišejníku lemmopsise Arnoldova (*Lemmopsis arnoldiana*) je fotobiontem opět sinice. Zástupci ze sinicového rodu *Dichothrix* jsou fotobiontem lišejníku s názvem placynthium černé (*Placynthium nigrum*) a způsobují tmavohnědou až černou barvu stélky. Mikrolišejník prachovečka rozlitá (*Psorotichia diffracta*) má jako fotobionta sinice z řádů *Chroococcales* nebo *Pleurocapsales* (Halda, Kučera, 2016).

### **Krkonoše cestou necestou**

Tato publikace zmiňuje určité místo v Krkonoších, a to Čertův důl, kde jsou kameny zbarveny hnědorezavou barvou, za kterou mohou povlaky řasy druhu *Trentepohlia iolithus*. Dalším místem je vrchol Violík, jehož název je spojován také s řasou *Trentepohlia iolithus* kvůli její fialkové vůni (Vaněk, 2016).

### **Krkonoše – příroda, historie, život**

V této velmi obsáhlé, komplexní knize od nakladatelství Baset, jejímž editorem je Jiří Flousek (2007), je sinicím a řasám věnováno několik stránek v podobě samostatné kapitoly. V ní autoři Nováková, Matula a Nedbalová podávají charakteristiku těchto organismů a také zmiňují algologické publikace, které byly ve vztahu ke Krkonošům vydané do roku 2004. Tyto publikace jsou vypsány přehledně

v tabulce (viz Tab. 3), jsou zde i rozepsány taxony (resp. taxonomické skupiny) zmiňované v konkrétních publikacích.

Tab. 3 - Počty nalezených taxonů sinic a řas uváděné v jednotlivých algologických publikacích v Krkonoších (Nováková et al., 2007).

	Oblast výzkumu	Cyan.	Chr.	Bac.	Rhod.	Chlor.	Zygn.	Ostatní
Hansgirg (1889, 1892)	a	49	1	-	7	29	60	1
Zacharias (1896)	b	8	-	46	-	14	36	-
Lemmermann (1896)	a, b	16	4	-	2	45	65	11
Schröder (1898)	b, d	18	2	-	1	38	94	10
Müller (1898)	b	-	-	111	-	-	-	-
Beck-Managetta (1926, 1929)	a	34	3	35	-	51	102	2
Pochmann (1940)	a	33	> 9*	-	2	43	94	6
Skrežyna (1972)	b	14	3	16	-	6	18	1
Matuša (1995)	c	11	22	14	-	41	90	6
Nováková (2002, v tisku)	d	21	31	80	1	48	69	32
Hošek & al. (2004)	e	13	5	> 6**	2	15	5	-

a - roztroušené odběry v celých Krkonoších nebo jejich značné části, b - ledovcová jezera, c - montánní a subalpínská rašeliniště, d - subalpínská rašeliniště a jejich přilehlé okolí, e - potoky; Cyan. - Cyanophyta (sinice), Chr. - Chromophyta (hnědé řasy) s výjimkou třídy Bacillariophyceae, Bac. - Bacillariophyceae (rozsivky), Rhod. - Rhodophyta (ruduchy), Chlor. - Chlorophyta (zelené řasy) s výjimkou třídy Zygnematophyceae, Zygn. - Zygnematophyceae (spájkivé řasy, blavné krásivky), Ostatní - Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta.  
\* Za vyjmenovanými druhy následuje poznámka „a mnoho dalších“. \*\* Výzkum zatím nedokončen.

Počty nalezených druhů sinic a řas uváděné v jednotlivých algologických publikacích o Krkonoších.

V této tabulce vidíme, že nejvíce početná třída, zmiňovaná v algologických publikacích, jsou spájkivé řasy (*Zygnematophyceae*), a to především díky krásivkám (*Desmidiaceae*) patřícím do této třídy (Nováková et al., 2007).

## 8. SHRNUJÍCÍ VÝSLEDKY A DISKUZE

Krkonošský národní park má k dispozici velké množství popularizačních materiálů, ovšem materiály věnující se sinicím a řasám jsou zde spíše v menšině. Dostupnost těchto popularizačních materiálů pro veřejnost je obecně veliká. Řadu informací i samotných osvětových materiálů může veřejnost získat jak na oficiálních internetových stránkách ([www.krnap.cz](http://www.krnap.cz), 2019), tak přímo v sídle Správy KRNAPu (ve Vrchlabí) nebo v jeho informačních centrech. Ta jsou situována v několika významných centrech turistického ruchu Krkonoš - konkrétně ve Vrchlabí, Harrachově, Špindlerově Mlýně, Peci pod Sněžkou a v Pasekách nad Jizerou ([www.krnap.cz](http://www.krnap.cz), 2019).

V časopise *Opera Corcontica*, který je vydáván každoročně již od roku 1964 ([opera.krnap.cz](http://opera.krnap.cz), 2019), je první odborný článek věnovaný řasám k dohledání až v roce 2000. Celkem má tento časopis za sebou již 55 vydaných ročníků, přitom v 5 článcích (každý v jiném ročníku) jsou zmíněny řasy a sinice (viz Tab. 4).

Tab. 4 – Procentuální část textu, který se věnuje sinicím a řasám v konkrétním vydání časopisu Opera Corcontica.

ročník vydání	název článku	rok vydání	procentuální část věnující se sinicím a řasám*
37	ŘASY KRKONOŠSKÝCH RAŠELINIŠŤ	2000	1%
44/1	KRKONOŠE A PYLOANALYTICKÝ VÝZKUM: NOVÉ VÝSLEDKY A ZAJÍMAVÉ PALEOBOTANICKÉ NÁLEZY	2006	2%
45	EKOLOGIE SNĚŽNÝCH ŘAS KRKONOŠ	2008	5%
46	EPILITICKÉ SINICE VYBRANÝCH LOKALIT V KRKONOŠÍCH	2009	5%
47	VYVAŘOVANÉ PŮDY TUNDRY KRKONOŠ A ABISKO MTS - PŘEDBĚŽNÁ SROVNÁVACÍ STUDIE	2010	9%

*\*Procenta vychází z poměru mezi stránkami věnujícími se tematice sinic a řas k ostatní tematice (zabývající se jinými odbornými oblastmi) v daném čísle.*

V Tabulce 4 můžeme vidět postupně vzrůstající poměrovou část věnující se sinicím a řasám, kdy v roce 2000 bylo věnováno této problematice pouze 1 procento daného čísla časopisu a v roce 2010 až 9 procent. Dalo by se tedy usoudit, že s narůstajícími roky zájem o sinice a řasy stoupá.

Co se týče informačních brožur z oblasti ochrany přírody v Krkonoších, získala a prostudovala jsem jich celkem 57. Z tohoto počtu je pouze v 8 brožurách nějaký záznam o sinicích nebo řasách (viz Tab. 5).

Tab. 5 - Procentuální část věnující se sinicím a řasám v konkrétní publikaci (informační brožure).

<b>název publikace</b>	<b>rok vydání</b>	<b>procentuální část věnující se sinicím a řasám*</b>
<b>Život v krkonošských vodách</b>	2015	23%
<b>Krkonoše známé i neznámé</b>	2015	2%
<b>Na vlastní oči: manuál mikroskopických pokusů</b>	2015	8%
<b>Skály krkonošské tundry</b>	2016	4%
<b>Krkonoše v noci</b>	2017	2%
<b>Sedm divů Krkonoš</b>	2017	6%
<b>Vranka obecná a péče o vodní toky v Krkonoších</b>	2017	6%
<b>Klenoty krkonošské tundry</b>	2017	2%

*\*Procenta vychází z poměru mezi stránkami věnujícími se tematice sinic a řas k ostatní tematice (zabývající se jinými odbornými oblastmi) v dané publikaci.*

Tabulka 5 zdánlivě ukazuje, že na rozdíl od časopisu Opera Corcontica, kde zájem s narůstajícími lety roste, zde naopak jakoby klesá. Dalo by se říci, že v roce 2015 bylo sinicím a řasám na stránkách brožur věnováno až 23 procent z celkového prostoru, poté však klesala poměrová část až na 2 procenta v roce 2017. Pokud bychom se drželi pouze tohoto pojetí, mohli bychom předešlý výrok (viz Tab. 4) o narůstajícím zájmu o řasy a sinice s přibývajícím lety vyvrátit. Je však třeba vzít v úvahu rovněž jiné podstatné skutečnosti. První z nich je časové rozpětí u zmiňovaných informačních brožur - ty byly vydány v průběhu pouhých dvou let (viz Tab. 5). To je příliš krátké období na to, aby na jeho základě bylo možné hodnotit nějaký vývojový trend v čase. Druhá (asi ještě podstatnější) skutečnost je celkové tematické zaměření jednotlivých



srovnávaných brožur, které lze víceméně vyvodit už z jejich názvů. To naopak velmi dobře koresponduje s prostorem, který je řasám a sinicím v jednotlivých materiálech věnován. Nejvíce je to v publikaci zaměřené na život ve vodách a mokřadech Krkonoš, velmi málo např. v publikacích zaměřených na krkonošskou tundru.

Posledním typem studovaných popularizačních materiálů byly knihy. Celkem jsem prostudovala 23 knih, z toho pouze 3 se věnují (alespoň okrajově) sinicím a řasám v Krkonošském národním parku (viz Tab. 6).

Tab. 6 - Procentuální část věnující se sinicím a řasám v konkrétní knize.

Název publikace	rok vydání	poměrová část věnující se sinicím a řasám*
<b>Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub</b>	2016	5%
<b>Krkonoše cestou necestou</b>	2016	1%
<b>Krkonoše – příroda, historie, život</b>	2007	1%

*\*Procenta vychází z poměru mezi stránkami věnujícími se tematice sinic a řas k ostatní tematice (zabývající se jinými odbornými oblastmi) v dané knize.*

V této tabulce můžeme vidět, že nejvíce se tématu sinic a řas věnoval Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub (Halda, Kučera, 2016). S ohledem na zaměření knihy je to opět velmi logické, protože řasy anebo sinice jsou vždy integrální složkou lišejníků a jako takové jsou v knize (i opakovaně) uváděny. Zbylé dvě publikace jsou sice velmi obsáhlé, ale tématu sinic a řas se věnují pouze z jednoho procenta svého rozsahu.

## 9. ZÁVĚR

Bakalářská práce na téma „Řasy a sinice v popularizačních materiálech ochrany přírody pro vybrané území“ je převážně rešeršního charakteru. Zaměřila jsem se v ní nejprve na základní charakteristiku řas a sinic a jejich základní systematické rozdělení do hlavních oddělení, v případě sinic též řádů.

Větší část mé bakalářské práce je zaměřena na ekologický význam těchto nižších rostlin a především na jejich uplatnění v ochraně přírody. Zaměřila jsem se na to, proč je důležité tyto organismy chránit a jakou hrají roli v životním prostředí. Řasy a některé sinice jsou velice důležité pro svoji úlohu primárních producentů. Především jsou významné pro tvorbu biomasy ve formě fytoplanktonu a tvoří základ potravních řetězců ve vodním (především mořském) prostředí. Další jejich významná úloha je indikace čistoty (či obecně kvality) vody, a to jak v případě nejčistších vod, tak i těch nejvíce znečištěných. Také vstupují do mnoha symbiotických vztahů, a to jak s lišejníky, tak i s některými jätrovkami, hlevíky a dalšími rostlinami či dokonce s mnohými živočichy. Sinice a řasy napomáhají také vzniku některých hornin.

Nesmíme opomenout ani negativní význam těchto organismů, který ovšem může být pro ochranu přírody v některých ohledech přínosným. Například díky sinicím a jejich vodním květům můžeme indikovat přemíru určitých prvků ve vodě. Problematické jsou dále toxiny, které některé sinice a řasy produkují. Při intoxikaci určitých druhů mohou vznikat až fatální následky, na druhou stranu některé toxiny jsou zase zkoumány pro svoje potenciální medicínské využití. Problematické jsou invazivní druhy, které vytlačují druhy původní a způsobují tak narušení původních společenstev.

Po shrnutí významu a důležitosti těchto organismů jsem se v mojí práci věnovala krátce legislativnímu pojetí ochrany sinic a řas. V praktické části práce jsem se pak konečně věnovala popularizačním materiálům ochrany přírody. Tyto materiály jsem vyhledávala a zkoumala ve vztahu k vybranému (modelovému) území, kterým byl Krkonošský národní park. Zajímala jsem se o zastoupení tématu řas a sinic v těchto materiálech - o typ uváděných informací, souvislosti, v kterých jsou podávány i rozsah věnovaný této problematice.

Předpokládala jsem, že materiálů zmiňujících, či dokonce zaměřených na řasy a sinice nebude mnoho, jak mi bylo naznačeno i na Správě Krkonošského národního parku. To se mi také během mého průzkumu skutečně potvrdilo. Krkonošský národní

park totiž nezaměstnává žádného algologa, má ovšem k dispozici emeritní pracovníci, která v případě zájmu přispívá svými znalostmi a spolupracuje na tvorbě různých informačních materiálů s ostatními odborníky. Po osobním rozhovoru mi bylo sděleno, že sinicím a řasám není v tomto velkoplošném chráněném území věnováno příliš mnoho prostoru - například ve srovnání s vyššími rostlinami. Důvodem je mimo jiné i drahé mikroskopické vybavení, nutné ke zkoumání těchto drobných organismů, které pro tento národní park není v současné době prioritou.

Celkově jsem během svého průzkumu prostudovala 135 vybraných popularizačních materiálů (brožur, konkrétních časopiseckých čísel a knih). Z tohoto množství jsem v 16 z nich našla nějakým způsobem zahrnuté téma sinice a řasy. Tyto materiály jsem podobněji rozebrala a vzájemně jsem je také porovnávala. Zaměřila jsem se přitom zejména na poměrové zastoupení tématu sinic a řas vůči jiným tématům v dané publikaci. Pokud bychom měli procentuálně vyjádřit část věnovanou řasám a sinicím v určitém materiálu (z jeho celkového rozsahu), získali bychom v souboru 16 studovaných materiálů 1–23 %.

Na základě algologických článků publikovaných v časopisu *Opera Corcontica* jsem vytvořila i přehled taxonomických skupin řas a sinic, které byly na území Krkonoš různými autory nalezeny a zkoumány (zejména z hlediska jejich taxonomické bohatosti). Nejvíce byly v publikovaných výzkumech zastoupeny sinice, rozsivky, zelené řasy (s. s.) a spájivky. Z ostatních typů materiálů (brožur a knih) jsem vypsalala přímo konkrétní informace, které byly uvedené ke zmiňovaným zástupcům (či celým skupinám) řas a sinic v dané publikaci. Nejčastěji byly řasy a sinice v těchto osvětových materiálech uváděny v souvislosti se svou ekologickou rolí primárních producentů - buď obecně jako organismy na začátku potravních řetězců, nebo konkrétněji jako potrava určitých živočichů. Dalším dosti frekventovaným tématem byly nápadné projevy řas v krkonošské přírodě - především červené zbarvení kamenů v korytech horských toků a zvláštní fialková vůně (oba jevy způsobené řasami rodu *Trentepohlia*), dále pak červené (či jiné) zbarvení sněhových polí vlivem hojného rozmnožení řas rodu *Chlamydomonas*.

## 9. Zdroje

### 9.1 Literatura

BELLINGER E.G., SIGEE D.C. (2015): *Freshwater Algae: Identification, Enumeration and Use as Bioindicators*. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, Chichester, 275 pp.

COESEL, P.F.M. (2001): A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. – *Biodivers. Conserv.* 10 (2):177–187.

*flos-aquae*, Brno, 142 pp.

FLOUSEK, Jiří /ed./: *Krkonoše – příroda, historie, život*. Praha: Baset, 2007, 863 s. ISBN 978-80-7340-104-7.

FOTT, Bohuslav. *SINICE A ŘASY. 2*. Praha: Československá akademie věd, 1967, 520 s. ISBN 21-078-67.

FOTT, Bohuslav. *Sinice a řasy*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1956, 372, xvi s. ISBN (Váz.).

GRAHAM, L. E., WILCOX L.W. (2000) L.W. *Algae* Upper Saddle River, USA. Prentice Hall.

HAUER T., PAŽOUTOVÁ M. (2009) Epilitické sinice vybraných lokalit v Krkonoších. *Opera Corcontica* 46: 57–66

HALDA, Josef a Jan KUČERA. *Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub*. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2016. ISBN 978-80-7535-027-5.

HINDÁK, F. (1975): Klíč na určovanie výtrusných rastlín. I. diel, Riasy. Bratislava: SPN, 396 s.

HINDÁK, F. /ed./ (1978): *Sladkovodné riasy*. Bratislava: SPN, 725 s.

JANKOVSKÁ, Vlasta. *Krkonoše a pyloanalytický výzkum: nové výsledky a zajímavé paleobotanické nálezy*. *Opera Corcontica*. 2006, (44/1), 227-242.

JURÁŇ, Josef a Jan KAŠTOVSKÝ. *Nový pohled na systém řas a jak ho učit?* *Časopis ŽIVA: Rozhled v oboru veškeré přírody*. Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, v. v. i, 2016, 6, 299 - 301.

KALINA T. & VÁŇA J. (2005): Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Karolinum, Praha, 606 pp.

KALINA, Tomáš. Systém a vývoj sinic a řas. Praha: Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-854-7.

KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš HAUER, Jan MAREŠ a Olga SKÁCELOVÁ. Vetřelci ve vodě aneb invazní řasy a sinice. Časopis ŽIVA: Rozhled v oboru veškeré přírody. Nakladatelství Academia, SŠ AV ČR, v. v. i., 2014, 2014, 2, 59 - 61.

KOTLABA, František. Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlín a živočichů SR a ČR. 4 - Sinice a riasy, hHuby, lLišajníky, mMachorasty. Bratislava: Příroda, 1995. ISBN 80-07-00735-0.

KŘESINA, J. /ed./ (2017): Vranka obecná a péče o vodní toky v Krkonoších. Žumberk: Daphne - Institut aplikované ekologie, z.s., ve spolupráci se Správou Krkonošského národního parku, 2017, 67 s.. ISBN 978-80-906826-0-3.

KUBÁT, Karel, Tomáš KALINA, Jaroslav KOVÁČ, Dagmar KUBÁTOVÁ, Karel PRACH, Zdeněk URBAN (2003). Botanika.

KUČEROVÁ, Monika a Luděk BUJALSKÝ. Krkonoše v noci. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2017. ISBN 978-80-7535-058-9.

LOM, Jiří. Nebezpečné obrněnky. Vesmír. 1995, 74(11), 629. ISSN 0042-4544.

LUKEŠOVÁ A., KOCIÁNOVÁ M., VÁŇA J., ŠTURSOVÁ H., ELSTER J., HARČARIK J., HALDA J., KOCOURKOVÁ J., & JANKOVSKÁ V. 2010: Vyvažované půdy tundry Krkonoš a Abisko Mts – předběžná srovnávací studie.

Opera Corcontica 47: 55–82

LÜFTNER, Radek. Na vlastní oči: manuál mikroskopických pokusů. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2015. ISBN 978-80-87706-76-3.

MARŠÁLEK B., KERŠNER V. & MARVAN P. /eds/ (1996): Vodní květy sinic. Nadatio

MLÍKOVSKÝ, Jiří a Petr STÝBLO. NEPŮVODNÍ DRUHY fauny a flóry ČESKÉ REPUBLIKY. Praha: Český svaz ochránců přírody – Ústřední výkonná rada, 2006. ISBN 80-86770-17-6.

NEDBALOVÁ L., KOCIÁNOVÁ M., LUKAVSKÝ J. 2008: Ecology of snow algae in the Giant Mts. *Opera Corcontica* 45: 59–68.

NOVÁKOVÁ, S., MATULA, J. a& NEDBALOVÁ, L. (2007): Řasy a sinice. In: FLOUSEK, J. /ed./, Krkonoše – příroda, historie, život. Praha: Baset, Praha, 17984–1836.

NOVÁKOVÁ, Sylvie. Řasy krkonšských rašelinišť. *Opera Corcontica*. 2000, (37), 341-346.

*Opera Ccorcontica: Krkonošské práce*. ISBN 978-80-86418-71-1.

PETRÁNEK, Jan, Jiří BŘEZINA, Eva BŘÍZOVÁ, Jan CHÁB, Jan LOUN a Přemysl ZELENKA. *Encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba, 2016, 349 s. ISBN 978-80-7075-901-1.

PILOUS, Vlastimil. *Skály krkonošské tundry*. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2016. ISBN 978-80-7535-041-1.

POULÍČKOVÁ, A. et al. (1998) : Ochrana horských a podhorských toků. Úvod do studia jejich biocenóz. ČSOP Vlašim. 127 str

POULÍČKOVÁ, Aloisie a Jaroslav JURČÁK. *Malý obrazový atlas našich sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 81 s. ISBN 8024402424.

POULÍČKOVÁ, Aloisie, Petr DVOŘÁK a Petr HAŠLER. *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4408-6.

POULÍČKOVÁ, Aloisie. *Základy ekologie sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2751-5.

ŘÍHOVÁ- AMBROŽOVÁ, J. Stélka, *Encyklopedie hydrobiologie : výkladový slovník* [online]. Praha: VŠCHT Praha, [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/ebook.html?p=S034](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=S034)

SÁDLO, J. (2014): Podle skutků poznáte je. – *Veronika: časopis pro ochranu přírody a krajiny*. 28 (2): 2–4.

SVRČEK, Mirko. Klíč k určování bezcévných rostlin: sinice, řasy, hlenky, houby, lišejníky a mechorosty. Ilustroval Hana STORCHOVÁ, ilustroval Jan MAGET. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1976, 579 s. Pomocné knihy pro žáky škol I. a II. cyklu. ISBN (Váz.).

SCHWARZ, O. /ed./ (2010): Plán péče, Krkonošský národní park a jeho ochranné pásmo (2010–2020). Část A - Rozbory. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 179 s.

ŠŤASTNÝ, J. (2010): Desmids (Conjugatophyceae, Viridiplantae) from the Czech Republic; new and rare taxa, distribution, ecology. – *Fottea* 10 (1): 1–74.

ŠTURSA, Jan a Jan VANĚK. Klenoty krkonošské tundry. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2017. ISBN 978-80-7535-092-3.

ŠTURSA, Jan a Jan VANĚK. Život v krkonošských vodách. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2015. ISBN 978-80-7535-004-6.

ŠTURSA, Jan. Sedm divů Krkonoš. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2017. ISBN 978-80-7535-052-7.

URBAN, Zdeněk a Tomáš KALINA. Sinice, řasy, houby: systém a vývoj. Praha: Univerzita Karlova, 1977, 253 s.

VANĚK, Jan. Krkonoše cestou necestou. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2016. ISBN 978-80-7535-025-1

VANĚK, Jan. Krkonoše známé i neznámé. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2015. ISBN 978-80-7535-002-2.

VÁVROVÁ, M. Využití bioindikátorů při hodnocení starých zátěží terestrického ekosystému. Brno, 2004. 104 s. Literární rešerše.

Vranka obecná a péče o vodní toky v Krkonoších. Žumberk: Daphne - Institut aplikované ekologie, z.s., ve spolupráci se Správou Krkonošského národního parku, 2017. ISBN 978-80-906826-0-3.

## 9.2 Elektronické zdroje

Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny - sinice.cz: Vodní květ sinic. Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny - sinice.cz: Sinice - užitečné informace pro veřejnost - O centru [online]. Dostupné z: <http://www.sinice.cz/index.php?pg=o-sinicich--vodni-kvet>

Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny. Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny [online]. [cit. 2019-10-12]. Dostupné z: <http://www.sinice.cz/index.php?pg=home>

Časté invazní druhy v ČR. [online]. Copyright © 2019 [cit. 15.11.2019]. Dostupné z: <http://invaznidruhy.nature.cz/caste-invazni-druhy-v-cr/>

Dostupné z:

[http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/prfuk2013/130419\\_Rasy\\_sinice\\_praxe\\_UK.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/prfuk2013/130419_Rasy_sinice_praxe_UK.pdf)

Indicators: Algal Toxins (microcystin) | National Aquatic Resource Surveys | US EPA. United States Environmental Protection Agency | US EPA [online] 2017 [cit. 2019-06-10]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-algal-toxins-microcystin>

KAŠTOVSKÝ J. & HAUER T. /eds/ (2003–2018): Sinice a řasy.cz. Elektronický zdroj. Dostupné na: <http://www.sinicearasy.cz/>

Ministerstvo životního prostředí [online]. Copyright © [cit. 18.10.2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/7698185C778DA46FC125654B0044DDBC/%24file/V%20395\\_1992.pdf](https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/7698185C778DA46FC125654B0044DDBC/%24file/V%20395_1992.pdf)

Natura 2000 [online]. 2006 [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://www.nature.cz/natura2000-design3/sub-text.php?id=2102&akce=&ssHledat>

Natura 2000 [online]. 2006 [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: [http://www.nature.cz/publik\\_syst2/files08/priloha\\_v.pdf](http://www.nature.cz/publik_syst2/files08/priloha_v.pdf)

Nepůvodní a invazní druhy - Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí [online]. Copyright © 2008–2019 [cit. 07.06.2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/nepuvodni\\_a\\_invazni\\_druhy](https://www.mzp.cz/cz/nepuvodni_a_invazni_druhy)

Opera Corcontica: Profil časopisu. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: [http://opera.krnapp.cz/apex/f?p=103:20::::](http://opera.krnapp.cz/apex/f?p=103:20:::)

Rybářská specializace MENDELU [online]. Copyright © 2000 [cit. 07.10.2019]. Dostupné z: <http://rybarstvi.eu/>

ŘÍHOVÁ-AMBROŽOVÁ, Jana. Encyklopedie hydrobiologie [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2006 [cit. 11.06.2019]. ISBN 978-80-7080-007-2. Dostupné z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/ebook.help.htm](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.help.htm)

Správa Krkonošského národního parku | Správa KRNAP [online]. Copyright ©oj [cit. 10.06.2019]. Dostupné z: <https://www.krnapp.cz/>

SZÚ [online]. Copyright ©R [cit. 25.05.2019].



What are Phytoplankton?. NASA Earth Observatory - Home [online]. Copyright ©2009 [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton>

Zákon o ochraně přírody a krajiny. In: 28/1992 Sbírky zákonů na straně 666. ročník 1992, číslo 114. Dostupné také z:

[https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/58170589E7DC0591C125654B004E91C1/%24file/z114\\_1992.pdf](https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/58170589E7DC0591C125654B004E91C1/%24file/z114_1992.pdf)

ZNACHOR, Petr. Vodní květy řas a sinic. Laboratory of Phytoplankton Ecology [online]. 2005 [cit. 2019-06-10]. Dostupné z [https://www.fytoplankton.cz/doc/Vodni\\_kvety.p](https://www.fytoplankton.cz/doc/Vodni_kvety.p)

### 9.3 Zdroje obrázků

Obr.1 What Are the Differences Between Prokaryotes and Eukaryotes?. ThoughtCo.com is the World's Largest Education Resource [online]. Dostupné z:

<https://www.thoughtco.com/what-are-prokaryotes-and-eukaryotes-129478>

Obr. 2 HALDA, Josef a Jan KUČERA. Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2016. ISBN 978-80-7535-027-5.

Obr. 3 mapa Krkonoše [online]. [cit. 10.12.2019]. Dostupné z:

<http://www.krkonoze.eu/img/articles/zonykrnap/mapa-zony-krnap.jpg>

Obr. 4 Lukavský, J., Moravcová, A. & Nedbalová, L. (2007): Vliv člověka na fyto-bentos toků. In: Krkonoše – příroda, historie, život. Baset, Praha, 179–183.