

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA BIOLOGIE



**STUDIUM SPOLEČENSTEV ŘAS V RŮZNÝCH TYPECH VOD
U MĚSTA ZÁBŘEHA VE VZTAHU K HODNOCENÍ KVALITY
VODY**

Bakalářská práce

Autor: Alena Běhalová

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

Studijní obor: Environmentální výchova a informační výchova se
zaměřením na vzdělání

Prezenční studium

Olomouc 2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen zdroje, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne 24. 6. 2014

.....

Podpis

Ráda bych poděkovala Mgr. Janě Štěpánkové, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a cenné rady při psaní této bakalářské práce.

OBSAH

1 ÚVOD A CÍLE PRÁCE	6
1.1 Cíle práce	7
2 METODIKA	8
2.1 Odběr a konzervace vzorků.....	8
2.2 Laboratorní rozbor vzorků	9
2.3 Determinace sinic a řas	9
3 POPIS ZÁJMOVÝCH LOKALIT	10
3.1 Rybník Oborník.....	10
3.2 Řeka Moravská Sázava	13
3.3 Surová voda (vrt) Lesnice	15
4 TYPY VOD A JEJICH ZNEČIŠTĚNÍ	17
4.1 Znečištění vody	19
4.1.1 Saprobity	19
4.1.2 Trofie.....	21
5 SPOLEČENSTVA VOLNÉ VODY	23
5.1 Plankton	23
5.1.1 Fytoplankton	24
6 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÝCH SKUPIN SINIC A ŘAS.....	25
6.1 Sinice (Cyanophyta, Cyanobacteria).....	26
6.2 Hnědé řasy (Chromophyta).....	28
6.2.1 Zlativky	28
6.2.2 Rozsivky.....	30
6.2.3 Různobrvky	31
6.3 Zelené řasy (Chlorophyta).....	33
6.3.1 Zelenivky (Chlorophyceae).....	34
6.3.2 Trebouxiophyceae	35
6.3.3 Spájkivky (Zygnematophyceae)	36
6.3.4 Ulvophyceae.....	37
6.4 Krásnoočka (Euglenophyta).....	38
7 VÝSLEDKY	40
7.1 Fyzikálně-chemické parametry	40

7.2 Nalezené taxony sinic a řas	42
7.3 Hodnocení kvality vody na základě sinic a řas	44
7.3.1 Kvalita vody rybníka Oborník	45
7.3.2 Kvalita vody řeky Moravská Sázava.....	46
7.3.3 Kvalita vody vrtu Lesnice	46
8 ZÁVĚR	47
9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
9.1 Ústní a písemná sdělení.....	51
10 PŘÍLOHY	52

1 ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Člověk se odjakživa zajímal o tajemný život ve vodě. Jeho prozkoumání ale bránila nedostatečná technická vybavenost. Teprve v 19. století, za pomoci dokonalejších přístrojů, bylo možné uskutečňovat bádání ve vodním prostředí, která vedla postupně k objasňování některých kvalitativních změn ve vodách (HARTMAN 2005).

Pro detekci kvalitativních změn a to zejména znečištění vody jsou již dlouho využívány živé organismy. Ve vodě mohou indikovat špatnou účinnost její úpravy, kontaminaci podzemního zdroje nebo nízkou biologickou stabilitu (VESELÁ 2006). Indikátor znamená ukazatel, a jestliže se jedná o organismus, říkáme mu často bioindikátor. Biologické indikátory se zatím nejlépe osvědčily pro saprobitu a sní spojenou eutrofizaci vodního prostředí. Téměř každý vodní organismus může sloužit jako indikátor. Jestliže známe alespoň přibližně jeho nároky na životní prostředí, můžeme podle jeho přítomnosti usuzovat jakost vody. Dokonce někdy je významným indikátorem i nepřítomnost určitého druhu v biocenóze, kde bychom ze zkušenosti nebo podle literatury jeho přítomnost očekávali (ŠTĚPÁNEK et al. 1979). Jednotlivý druh vystupuje jen zřídka sám (např. téměř v monokulturách vodního květu či vegetačního zbarvení), nejčastěji je součástí víceméně početné biocenózy, k níž patří desítky až stovky různých druhů. Je otázkou času, který můžeme věnovat pro biologickou analýzu jednoho vzorku, kolik různých druhů zaregistrujeme a určíme. Pro detekování znečištění vody jsou již dlouho využívány různé skupiny živých organismů. Velký význam má v tomto ohledu plankton, kterému se budu věnovat v další části práce (ŠTĚPÁNEK et al. 1979, HARTMAN 2005).

Ve své práci jsem se zaměřila na různé typy vod u města Zábřeha, ve kterých jsem prováděla algologický průzkum. Na základě řasových společenstev a fyzikálně-chemických parametrů vody jsem poté odhadovala kvalitu vod, která byla stěžejním cílem mé práce. V současné době je kvalita vody velmi aktuální téma. Ročně provozní vodohospodářské společnosti sledují kvalitu u tisíce vzorků vod, a to především těch, které jsou využívány jako pitné (BUDĚJOVSKÁ 2014). Proto jsem se rozhodla v mé bakalářské práci zaměřit nikoli na pitnou vodu, ale na různé další typy vod v okolí mého bydliště jako je řeka, rybník a podzemní voda z vrtu. Ráda bych touto prací přinesla nové poznatky, které pomohou stav vod v Zábřehu zlepšit nebo jej alespoň udržet v rovnováze.

1.1 Cíle práce

- Vypracování charakteristiky zkoumaných lokalit
- Sepsání rešerše k danému tématu
- Seznámení s planktonními organismy jako bioindikátory znečištění vod
- Prozkoumání sinic a řas ve vybraných typech vod u města Zábřeha a zpracování získaných výsledků v podobě taxonomického soupisu
- Zjištění základních fyzikálně-chemických parametrů vody
- Zhodnocení kvality vody na různých stanovištích na základě biologických ukazatelů z oblasti sinic a řas

2 METODIKA

V teoretické (rešeršní) části své práce jsem se v první řadě zaměřila na získávání informací ohledně planktonních organismů jako bioindikátorů vod, shromažďovala jsem materiály pro popis zkoumaných lokalit a snažila jsem se nastítnit, jak nejlépe dojít k výsledkům týkajícím se kvality vody. Tyto informace jsem získávala z odborné literatury, elektronických informačních zdrojů ZNATEMAPU.CZ (2008), KRÁSNÉČESKO.CZ (2012), AQUARION (2011), WWW.SINICEARASY.CZ (2014), z informačních tabulí vybudovaných podél výzkumných lokalit, ústním rozhovorem s odbornými pracovníky ŠPVS a vypůjčila si také dokumenty z informačního centra Zábřeh, z odboru životního prostředí Zábřeh a ze ŠPVS.

2.1 Odběr vzorků, měření fyzikálně-chemických parametrů

Vzorky sinic a řas byly v rámci praktické části práce odebírány z různých typů vod u města Zábřeha během vegetační sezóny roku 2013. Odběry vzorků byly prováděny na třech lokalitách: řeka Moravská Sázava, rybník Oborník a vrt Lesnice. Na každé lokalitě byly odebrány dva vzorky, jeden 20. 6. 2013 a druhý 21. 7. 2013. Charakteristika zkoumaných stanovišť je více rozepsána v následující kapitole Popis zájmových lokalit.

Jednotlivé vzorky jsem odebírala půl metru pod hladinou. U odběrových míst byla měřena nejprve aktuální teplota vody pomocí vodního teploměru, teplota vzduchu klasickým venkovním teploměrem a čas odběru. Poté jsem odebrala samostatný vzorek vody k měření pH a obsahu kyslíku, které jsem prováděla v laboratoři Šumperské provozní vodohospodářské společnosti, a.s (ŠPVS).

Hodnoty pH jsem zjistila pomocí digitálního přístroje Precision digital pH meter OP-208/1 a obsah kyslíku přenosným oxymetrem 330.

K odběru vzorků vody jsem použila kulatou plastovou širokohrdlou láhev s víčkem o objemu 100 ml. Do vzorku se nesměly dostat usazeniny ze dna či vyšší vodní vegetace. Vzorkovnice jsem naplnila do takové výše, aby mezi hladinou vzorku a zátkou zůstal přibližně 2cm vysoký prázdný prostor vyplněný vzduchem, aby bylo možné vzorek před analýzou řádně protřepat.

Vzorek byl uskladněn ve tmě při teplotě 2-8°C a nebyl fixován. Zpracování vzorku jsem pak učinila do 24 hodin. Vzorky jsem před zpracováním netemperovala.

2.2 Laboratorní rozbor vzorků

Před vlastním rozbohem jsem musela vzorek dokonale promíchat intenzivním protřepáváním, aby došlo k rovnoměrnému rozptýlení mikroorganismů do celého objemu vzorku.

Poté jsem do centrifugační zkumavky (kónicky zúžené, s ostrou špičkou, o objemu 10 ml, s označením objemu na 0,2 a 10 ml) odměřila 10 ml důkladně promíchaného vzorku a vložila do laboratorní odstředivky s výkyvným rotorem MLW T 52.1. Odstředovala jsem při otáčkách 2000/min. po dobu 5 min. Po odstředění jsem odlila vodu tak, aby sediment zůstal ve zkumavce. Voda ulpělá na stěnách se pak spojila se zbytkem opakovaným krátkým odstředěním po dobu 1 min. Objem odstředěný zbytku jsem upravila s užitím mikropipety na 0,2 ml. Obsah jsem pak musela důkladně promíchat, nikoli probublávat. Kapku homogenizovaného zkoumaného vzorku jsem mikropipetou přenesla na podložní sklíčko.

Pod binokulárním mikroskopem s běžným (LMU 400) i fluorescenčním (FL 2002) osvětlením jsem podle potřeby určovala třídy, rody a vyšší taxonomické skupiny při zvětšení 250x (objektiv 25x, okulár 10x).

Zpracované vzorky vod jsem likvidovala vyléváním do výlevky.

2.3 Determinace sinic a řas

V odebraných vzorcích vody obsahujících různé planktonní organismy jsem se dále zaměřila na determinaci zástupců sinic a řas (fytoplanktonu). Při určování sinic a řas jsem používala interaktivní CD Atlas Fytobentosu (ŠEJNOHOVÁ et al. 2008) a internetový zdroj WWW.SINICEARASY.CZ (2014).

Dále jsem studovala sinice a řasy z odborné literatury Mikroskopické praktikum z hydrobiologie od ABROŽOVÉ (2002), Malý obrazový atlas našich sinic a řas od POULÍČKOVÉ & JURČÁKA (2001), Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství povrchové vody a čistírny odpadních vod od SEDLÁČKA & SEDLÁČKOVÉ (1996), s jejichž pomocí jsem určovala jednotlivé taxony a také zjišťovala typy vod, ve kterých se určované řasy a sinice vyskytují.

3 POPIS ZÁJMOVÝCH LOKALIT

Studované lokality rybník Oborník, řeka Moravská Sázava a vrt Lesnice, na kterých jsem prováděla výzkum, se nachází v Zábřehu na Moravě (obr. 1). Město Zábřeh leží v okrese Šumperk v Olomouckém kraji, 12 km jihozápadně od Šumperka, na rozhraní severní a střední Moravy v předhůří Jeseníku v nadmořské výšce mezi dvěma sty až dvěma sty šedesáti metry nad mořem. Přesná geografická poloha je u zeměpisné šířky $49^{\circ} 52' 57''$ a zeměpisné délky $16^{\circ} 52' 30''$ (MEIXNEROVÁ 2012).



Obr. 1: Poloha studovaných lokality v Zábřehu na Moravě (Zdroj: www.mapy.cz)

1- rybník Oborník, 2- řeka Moravská Sázava, 3- vrt Lesnice

3.1 Rybník Oborník

První zájmová lokalita, na které jsem prováděla výzkum, byl rybník Oborník (obr. 2) nacházející se přímo ve městě Zábřeh na Moravě, který vznikl jako řada dalších koncem 15. století. Zakladatelem rybníku Oborník byl Jiří Tunkl starší. Na svém zábřežském panství postupně, v letech 1480-1490, založil i další rybníky. Vznikl zde velký a malý rybník Závořický, Městský a Příčinek. O něco později založil Tunkl tři

rybníky v okolí Dubicka (Vitošovský, Dubický a Hrabovský) a dva v okolí Třemešku (Zámecký a Frankštácký). Z těchto rybníků se však dodnes zachoval pouze rybník Zámecký čili Oborník. Stavba rybníků a jejich následné udržování však kladly velké nároky na poddané (ZNATEMAPU.CZ 2008). Nadmíra roboty a bezohlednosti majitele panství vyústila kolem roku 1493 v povstání poddaných, při němž byl Jiří Tunkl smrtelně zraněn. Postava zámeckého pána se natolik vryla do paměti poddaného lidu, že se její obraz uchoval v podobě pověsti. Podle ní je možné v noci spatřit Jiřího Tunkla zapřaženého do pluhu poháněného čertem, jak rozorává hráze Závořického rybníka (REJ 2012).



Obr. 2: Zábřežský rybník Oborník (Foto: Alena Běhalová)

Od roku 2004 je společnost EKO servis Zábřeh s.r.o. majitelem rybníka Oborník.

Rybník je uměle hrazená, mělká, zcela vypustitelná nádrž, určená k chovu ryb, kachen, labutí a ke sportovnímu rybaření. Leží v atraktivní zóně města a je dále pronajímán k hospodářským účelům Českému rybářskému svazu, místní organizaci Zábřeha na Moravě (KRÁSNĚČESKO.CZ 2012). V současné době v soustavě rybníků Zábřeha můžeme nalézt převážně jak kapra obecného (*Cyprinus carpio*), tak i okrasného koi kapra (*Cyprinus carpio haematopterus*), dále amura bílého

(*Ctenopharyngodon idella*), štika obecnou (*Esox lucius*), bolena dravého (*Leuciscus aspius*), sumce velkého (*Silurus glanc*), plotici obecnou (*Rutilus rutilus*), lína obecného (*Tinca tinca*) a další druhy ryb (ZNATEMAPU.CZ 2008).

Na hrázi rybníka Oborník se nachází alej, která byla zřejmě vysazena v posledních letech 19. století. Podle informací z informační tabule na hrázi jsem zjistila, že první dochovaná pohlednice (obr. 3), která ukazuje mladou (asi dvacetiletou) lipovou alej na hrázi rybníka Oborník, je datovaná z roku 1914. V té době mohlo být v aleji až kolem 230 stromů. Alej je dlouhá 550 metrů a druhové zastoupení tvoří především lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a poté lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*). Je zde také jeden dub letní (*Quercus robur*) a jeden javor mléč (*Acer platanoides*). S postupnými revitalizacemi aleje se započalo již roku 1996 a poslední revitalizace proběhla v roce 2012. Z původní výsadby zde zůstalo 96 stromů. Výsadba mladších jedinců byla zvolena postupně s cílem dosáhnout různověkého charakteru aleje, který je nutný pro dlouhodobou existenci podmínek pro život jejích významných obyvatel. Významnými obyvateli aleje jsou především krasec lipový (*Lamprodila rutilans*), roháček kozlík (*Dorcus parallelipedus*), ruměnice pospolná (*Pyrrhocoris apterus*), brhlík lesní (*Sitta europaea*), netopýr vodní (*Myotis daubentonii*) a menší sovy (HÝBLOVÁ 2014).



Obr. 3: Dochovaná pohlednice z roku 1914 zobrazující alej na hrázi rybníka Oborník (Zdroj: Informační centrum Zábřeh)

3.2 Řeka Moravská Sázava

Druhou výzkumnou lokalitou byla řeka Moravská Sázava (obr. 4), která protéká městem Zábřeh na Moravě. Moravská Sázava pramení na jižním úpatí Bukové hory v nadmořské výšce 780 m. Do Moravy ústí u Zvole (264 m). Plocha povodí je 507 km², délka toku 54 km, průměrný průtok u ústí 4,5 m³/s. Sázava je řekou třetího řádu náležející k úmoří Černého moře. V úseku od Tatenice po Zábřeh řeka protéká krásným lesnatým údolím Zábřežské vrchoviny (KREJČÍ 2002).

V celém průběhu dolního toku, od ramene až po ústí do moře, můžeme sledovat postupný vývoj různých vodních společenstev živočichů a rostlin. Ke konci 19. století rozdělil profesor A. Frič řeky na čtyři pásma, která pojmenoval podle charakteristických ryb na pstruhové, lipanové, parmové a cejnové. Podhorský tok Sázavy, na jehož místě jsem vzorek odebírala, je charakteristický přejezdnými úseky střídajícími se s úseky s klidnou hladinou. Jedná se o lipanové pásmo, ve kterém žije z ryb například lipan podhorní (*Thymallus thymallus*), jelec proudník (*Leuciscus leuciscus*), pstruh obecný (*Salmo trutta*) či vranka obecná (*Cottus gobio*) (JOHN & KOVERDYNSKÝ 2007).



Obr. 4: Řeka Moravská Sázava (Foto: Alena Běhalová)

Můj zkoumaný úsek řeky je charakterizován poměrně přírodně zachovalým korytem, místy s břehovými nátržemi či vývraty stromů. Břehy zde pokrývá vcelku kvalitní doprovodný porost, tvořený různověkými stromy. Okolní pozemky tvoří z jedné strany lom, podél kterého vede přírodní turistická cesta a na druhé straně je zástavba v podobě vybudované loděnice Zábřeh.

Řeku obývá řada živočichů žijících především na dně, ve společenstvu označovaném jako bentos. Většina potravy těchto organismů pochází z okolního prostředí. Tvoří ji nejprve spadané listí a jehličí, které při svém postupném rozkladu vytváří tzv. detrit. Ten je dále konzumován drobnými bezobratlými živočichy, jako jsou např. blešivci, z nichž nejrozšířenější v řece Sázavě je blešivec potoční (*Gammarus fossarum*). V pramenech se pak můžeme setkat s drobným měkkýšem praménkou (*Bythinella* sp.). Činnost organismů dna je důležitá pro uplatnění samočistící schopnosti toku (HÝBLOVÁ 2014).

Vedle ryb a na dně žijících organismů je řeka osídlena řadou dalších živočichů. Z ptáků se v tomto prostředí hojně vyskytuje střízlík obecný (*Troglodytes troglodytes*), dále zde můžeme spatřit skorce vodního (*Cinclus cinclus*) či ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*). Z hadů je zde nejčastěji viděna užovka obojková (*Natrix natrix*) (HÝBLOVÁ 2014).

Přirozeným lesním společenstvem na mém konkrétním stanovišti jsou tzv. vrbové olšiny mokřadní na zabahněných plochách. Půda je zde mírně kyselá s vysokou hladinou podzemní vody, půdní typ glej. Přirozená lesní skladba je tvořena olší lepkavou (*Alnus glutinosa*), vrbou křehkou (*Salix fragilis*), břízou bělokorou (*Betula pendula*) a vtroušeným topolem černým (*Populus nigra*) a topolem osikou (*Populus tremula*). Na porosty lužního lesa je vázána řada rostlin bylinného patra, například blatouch bahenní (*Caltha palustris*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), řeřišnice hořká (*Cardamine amara*) či mokřýš střídavolistý (*Chrysosplenium alternifolium*). Naopak na slunných strmých svazích se vyvinuly odlišné typy lesních stanovišť, například kamenitá kyselá dubová bučina se třtinou rákosovitou (*Calamagrostis arundinacea*) na svazích, skeletová dubová bučina na skalnatých svazích, kyselá dubová bučina borůvková na svazích a plošinách či vlhká dubová bučina netýkavková v okolí vodotečí (JOHN & KOVERDYNSKÝ 2007).

3.3 Surová voda (vrt) Lesnice

Zájmová lokalita se nachází mezi Zábřehem na Moravě a obcí Lesnice. Úpravná voda Lesnice (obr. 5) a jímací území byla vybudována v počátku sedmdesátých let minulého století v rámci Skupinového vodovodu Zábřeh, jako jeden ze zdrojů, kdy se začal pociťovat nedostatek pitné vody. Jímací území Lesnice tvoří čtyři vrtů o celkové kapacitě $60 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Vydatnost jednotlivých vrtů je uváděna hodnotou $15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Povrch území je upraven tak, aby srážková voda odtékala od jímacího vrtu (BUDĚJOVSKÁ 2014).



Obr. 5: Úpravná voda Lesnice (Foto: Alena Běhalová)

Po stránce geomorfologické leží území v severní části Hornomoravského úvalu, v Zábřežské sníženině, což je pruh nižšího terénu mezi vrchovinami podhůří Hrubého Jeseníku. Z geologického hlediska je lokalita budována mezi horninami zábřežské série, pravděpodobně proteozoického stáří. V jejich nadloží byly ověřeny stěrkopísčité sedimenty, místy s jílovitou příměsí. Pokryv je tvořen fluviálními uloženinami řeky Moravy a holocenními hlínami. Zájmová oblast patří k povodí Morava až po Moravskou Sázavu (ŠPERLICHOVÁ 2010).

Surová voda je čerpána z vrtů S I (u tohoto vrtu je zdementováno ponorné čerpadlo, u kterého po povodni v roce 1997 došlo ke zvýšení obsahu manganu ve vodě), S II (vrt důležitý pro můj výzkum, vyobrazen na obr. 6), S III, S IV. Tato surová voda jde do úpravný vody Lesnice, kde dochází k její úpravě

provzdušňováním, voda je pak po zdravotním zabezpečení akumulována v akumulární nádrži. Z akumulární nádrže v úpravě vody je veden nátok pro dvě sady čerpadel, které čerpají upravenou vodu dvěma směry: do vodojemu Dvorská a do vodojemu Ráječek. Z uvedených vodojemů je zásobována část odběratelů Zábřehu, Nemile a celá skupina obcí čerpáním vody z vodojemu Ráječek (Jestřebí, Pobučí, Krchleby, Javoří, Maletín) (BUDĚJOVSKÁ 2014).



Obr. 6: Odběrové místo - vrt S II (Foto: Alena Běhalová)

Kolem vodních zdrojů (jednotlivých vrtů) bylo vyhlášeno pásmo hygienické ochrany PHO I. stupně. Na území I. stupně se zakazuje provádět jakékoliv činnosti, kromě činnosti pro jímání podzemní vody. Nesmí se provádět zemní práce narušující půdní povrch. Zakazuje se jakékoliv znečištění zeminy. Dále se nesmí aplikovat jedy proti hlodavcům a škůdcům. Pokud při provádění činnosti pro jímání vody dojde k úniku ropných látek do zeminy, odvezou se tyto zeminy na dekontaminační plochu a nahradí se čistými nepropustnými zeminami. V ochranném pásmu I. stupně se nesmí ukládat v budoucnu žádné potrubí, inženýrské sítě, kromě potrubí pro jímání vod (ŠPERLICOVÁ 2010).

4 TYPY VOD A JEJICH ZNEČIŠTĚNÍ

Všechny vnitrozemské vody jsou podle systematiky vod členěny na základní typy o určitých fyziografických i biologických vlastnostech. Systematika vod je obor nacházející se na rozhraní fyziografie a biologie. Jeho pomocnými vědami jsou vedle hydrografie např. geologie, geografie, klimatologie, hydrofyzika a hydrochemie. Kromě základního rozdělení užíváme i jiné dělení, vhodné pro praxi, které třídí jednotlivé druhy vod. Dnešní třídění bere v úvahu kromě vlastností geografických a geologických, také hlavní činitele fyzikální, chemické a biologické, s to především světelnou energii, pohyb vody, stupeň stálosti životních podmínek, chemismus a teplotu (ŠTĚPÁNEK et al. 1979).

Z těchto hledisek rozdělujeme vnitrozemské vody na tyto základní typy:

1) Povrchové vody

a) Stojaté vody

- Eustatické - jezera - vyznačují se vysokou stálostí životních podmínek
- Astatické - rybníky, drobné vody, bažiny, slatiny, tůňky a rašeliniska - tyto vody se vyznačují proměnlivostí životních podmínek v závislosti na přírodních faktorech a činnosti člověka.

b) Tekoucí vody

- Eustatické - prameny a studánky
 - bystřiny a horní toky řek
 - veletoky, dolní toky řek
- Astatické - potoky a řeky
 - střední toky v nížinách

2) Podzemní vody

- a) Podzemní vody a jeskynní jezírka
- b) Podzemní toky
- c) Skalní a půdní vody

Kromě tohoto rozdělení se mohou vyskytovat přechody mezi jednotlivými typy, nebo mohou měnit svůj typologický charakter zásahem člověka, např.

výstavbou vodních děl (přehrad, kanály). U Některých typů vod se můžeme setkat s tzv. stárnutím vlivem nevhodných zásahů člověka do přírody. To se projevuje zejména u rybníků jejich zanášením (zazemňováním) a zarůstáním, tzv. vyrůstáním z vody (HARTMAN 2005).

Primární produkci podmiňuje osvětlení všech povrchových vod, což je také z biologického hlediska zásadní rozdíl mezi vodou povrchovou a podzemní. K povrchovým vodám se řadí prameny, vody tekoucí a stojaté. Jejich další životní podmínky se už dále od sebe různí a to je také příčina změn v oživení. Osvětleny jsou většinou i vody, které jsou řazeny do skupiny označované jako vody s abnormálními podmínkami. V těchto vodách převládají některé z faktorů (fyzikální, chemický), které ovlivňují jejich oživení v první řadě.

Za podzemní čili podpovrchovou vodu považujeme tu část hydrosféry, která se nachází pod zemským povrchem. Podpovrchové vody vznikají vsakováním vod povrchových (vody ze srážek a vodních ekosystémů), menší část tvoří kondenzační voda zemského nitra. Nepřítomnost světla v podzemí eliminuje existenci fotosynteticky asimilujících organismů. Jejich funkce v látkovém koloběhu je částečně nahrazena činností bakterií. Při průchodu zeminou klesá intenzita světla. V jeskynních prostorách má denní světlo možnost dostat se až do vzdálenosti několik desítek metrů od vstupu do podzemí, s největší pravděpodobností se na tomto místě ještě můžeme setkat se zelenými organismy (KUBÍČEK & ZELINKA 1982).

4.1 Znečištění vody

Dnešní člověk musí bohužel čelit vyššímu znečištění vody, které si sám způsobil. Do povrchových vod se dostávají hlavně průmyslové a zemědělské chemikálie. Do rozvodů pitné vody pak prosakuje také mýdlo, soli a bakterie. V minulosti si člověk obstarával vodu ze sladkovodních povrchových zdrojů, dnes získáváme vodu mimo jiné i vrtáním studní, po použití ji pak vypouštíme zpět do řek a jezer, které mohou případně kontaminovat také vodu v okolních oblastech. I voda z přírodních zdrojů obsahuje nečistoty a je těžké využívat ji k pití, ke zdravotním nebo hygienickým účelům bez předchozího přečištění (AQUARION 2011).

Znečištěny jsou nejvíce vodní plochy a toky a tím se bohužel zhoršuje kvalita jejich vodních ekosystémů, objevit se mohou např. úhyny ryb nebo zamoření sedimentů. Kontaminace vody sloučeninami dusíku a fosforu je nejzávažnější

věc. Ve většině případů se právě na tomto stavu podílí nejvíce zemědělství a to v průměru 40% u dusíku a 32% u fosforu. Vody jsou znečišťovány chemickou ochranou rostlin, haváriemi při výrobě, skladování, přepravě a likvidaci nepoužitých pesticidů (SUPER-NN 2009). Dále kvalitu vody znehodnocuje obzvláště odlesňování, to urychluje odtok srážkové vody a projevuje se častějšími přívaly či záplavami. Dalšími problémy jsou: nevhodná agrotechnika způsobující např. erozi zemědělské půdy, nadměrně vysoké dávky hnojiv a nevhodné metody jejich aplikace, způsobující zvýšené vyplavování živin a vypouštění nedostatečně čištěných komunálních vod, které napomáhají eutrofizaci a zhoršení kyslíkových poměrů. Průmyslové odpadní vody v dlouhých úsecích toků znemožňují život ryb. To vše zhoršuje podmínky pro život, ohrožuje i celou biocenózu a omezuje tak samočisticí schopnosti toků, čímž umocňuje důsledky znečištění vod (HARTMAN 2005).

Všechny nejvýznamnější situace v oblasti znečišťování a ničení životního prostředí se promítají mimo jiné tedy i do kvality vody. Ve všech vyspělých zemích a téměř v každé, hustěji osídlené oblasti, je dnes problém zabezpečit dostatek vyhovující vody. Voda se stává mnohdy nezbytným i limitujícím faktorem dalšího rozvoje hospodářství a pokroku ve všech směrech (HARTMAN 2005).

Nehorší na znečišťování vod je, že způsobené škody se většinou nedají přímo vyčíslit. V mnoha případech jde totiž o ohrožení zdraví lidí a zvířat, znemožnění odběrů pitné vody, zhoršení její kvality nebo zdražení její úpravy, znečištění podzemních vod do takové míry, že nejsou použitelné k pitným účelům, nemožnost použití vody k závlahám, znemožnění přímé (koupání) nebo nepřímé rekreace (sportovní rybolov), snížení rybářských výnosů (KUBÍČEK & ZELINKA 1982).

V důsledku činnosti člověka je většina vod, zejména povrchových, zatížena organickými látkami (saprobity), živinami (eutrofizace), a v posledních desetiletích také toxiny, těžkými kovy a dalšími polutanty (POULÍČKOVÁ 2011). Výskyt těchto látek ve vodě se dá indikovat pomocí mikroorganismů, v mém případě planktonních organismů, kterým se budu věnovat v další kapitole mé práce.

4.1.1 Saprobity

Saprobity, nebo-li organické znečištění, se vyznačuje určitým počtem saprobiontů (organismů žijících ve znečištěné vodě), které ovlivňují množství biologicky

rozložitelných organických látek ve vodním prostředí. Pro indikaci saprobity a s ní spojenou eutrofizací se používají organismy označované jako biologické indikátory. Na základě fyzikálních a chemických abiotických faktorů a znalosti nároků organismu na obsah organických látek ve vodním prostředí lze vyvodit jakost vody. Indikační hodnotu má ale i nepřítomnost určitého druhu v prostředí, kde se za běžných podmínek jinak vyskytuje (SLÁDEČEK & SLÁDEČKOVÁ 1996). V hydrobiologii se používá přesnější stanovení saprobity vody pomocí počítání tzv. saprobního indexu. Mě však zajímalo pouze orientační stanovení saprobity, k němuž jsem využívala přítomnost bioindikátorů ze skupiny sinic a řas.

Povrchové i podzemní vody mohou být různou měrou znečištěné, souhrnně se nazývají limnosaprobity a lze je zjednodušeně rozdělit do několika tříd. Každou ze tříd indikuje určité společenstvo bioindikátorů (PRAKTICKÝ PRŮVODCE MIKROSVĚTEM I. 2010, POULÍČKOVÁ 2011, RÖDLOVÁ 2012):

- a) Xenosaprobity - vody velmi čisté s malým množstvím organických látek a mikroorganismů, prakticky bez ryb a jiných větších živočichů, vhodné pro veškeré použití. Rozkladné procesy neprobíhají nebo jen minimálně. Tyto vody odpovídají pramenům, horním tokům potoků a řek. Charakteristickými bioindikátory jsou některé rozsivky (např. *Diatoma mesodon*, některé druhy rodu *Melosira* s.l.), ruduchy, zlativky rodu *Hydrurus*, zelené řasy rodu *Draparnaldia*.
- b) Oligosaprobity - vody čisté, obsahují málo organických látek, mají vysoký obsah kyslíku, vyznačují se silně aerobními procesy. Zahrnují náročnější mikroorganismy (některé rozsivky, krásivky) a náročnější makroorganismy (mihule, ryby pstruhového pásma). Oligosaprobní vody zahrnují pstruhové a lipanové pásmo. Jako bioindikátory slouží rozsivky *Cymbella ventricosa*, některé druhy rodu *Fragilaria* a *Navicula*, *Meridion circulare*, zlativky rodu *Dinobryon*, zelené řasy rodu *Draparnaldia*.
- c) Beta-mezosaprobity - vody znečištěné, přirozeně zatížené organickými látkami středních částí toků nebo menším sekundárním znečištěním dolní části lipanového a dále parmového pásma toku. Je pro ně charakteristický vyšší obsah živin, dostatek kyslíku a vysoká druhová rozmanitost organismů. Oxidační pochody zde ještě převažují nad redukčními. Z řas přibývají rody *Cladophora*, *Ulothrix*, *Vaucheria*, *Oocystis*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*,

Monoraphidium, *Eudorina*, objevují se i sinice *Anabaena*, *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Phormidium* a rozsivky *Melosira granulata*, *Synedra acus*.

- d) Alfa-mezosaprobity- vody silně znečištěné. Jedná se o cejnové pásmo, dále se vyskytují už jenom kaprovité ryby. Nastupují méně odolné druhy, které vytváří silné populace. Druhová diverzita se snižuje. Redukční a oxidační procesy jsou v rovnováze, přibývá obsah živin, ale snižuje se obsah kyslíku. Z řas jsou zastoupeny rody *Stigeoclonium*, *Ulothrix*, ze sinic *Oscillatoria* a z rozsivek *Nitzschia acicularis*, *Stephanodiscus* spp.
- e) Polysaprobity- vody velmi silně znečištěné s vysokým obsahem živin, téměř chybí kyslík, převládají bakterie a další saprofytické organismy (nálevníci), obratlovci se téměř nebo vůbec nevyskytují. Patří sem vody s vysokým podílem odpadních vod, stabilizační nádrže, akumulární rybníky apod. Vyskytují se zde mohutné nárosty bakterií rodů *Sphaerotilus* a *Zoogloea*, z řas se zde můžeme setkat s rody *Euglena*, *Chlamydomonas* a *Chlorogonium*.

Kromě limnosaprobity a jejího rozdělení se můžeme setkat i s další klasifikací čistoty vody a to konkrétně s katarobitou (nejčistší, prakticky pitné vody), eusaprobitou (odpadní vody s velkým množstvím organických látek) a transaprobity (silně znečištěné odpadní vody jedy, oleji apod.) (KUBÍČEK & ZELINKA 1982).

4.1.2 Trofie

Trofie neboli úživnost (obsah chemických látek, živin) charakterizuje určitý hydrochemický režim a s ním související biologii vodních ekosystémů. U trofie rozdělujeme vody do následujících stupňů (HARTMAN 2005):

- a) Oligotrofní - vody s nejmenší úživností a s nízkou produkcí fytoplanktonu. Pro oligotrofní typy vod je charakteristická průhledná voda a dostatek kyslíku u dna. Tyto vody se vyskytují ve vyšších nadmořských výškách (horská jezera, údolní nádrže na horních úsecích řek). Z hlediska chemických parametrů, pH vody se pohybuje kolem 7, dusík, fosfor a vápník jsou v oligotypu (minimu). Ve vodách najdeme zejména vodní mechy a parožnatky (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007).

- b) Eutrofní - vody stojaté nebo tekoucí s vysokým obsahem živin, které jsou podstatně chudé na kyslík, ve vodě se vyskytuje hojné množství planktonu a sinic (vodní květ). Pro eutrofní typy vod je charakteristická zakalená voda, často žluté barvy a na dně výskyt hnilobného bahna. Hodnoty pH vody se pohybují výrazně nad číslem 7, dusík a fosfor jsou v mezo- i v polytypu (maximu). Hlavním bioindikátorem těchto vod jsou rákosiny a pravidelné vodní květy sinic (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007).
- c) Dystrofní - vody s nízkou produkcí v trofogenní vrstvě (povrchové vrstvě vod), ale s vysokým podílem huminů a organických zbytků rostlinných těl, které pokrývají dno jako nepáchnoucí bahno. Tyto vody se projevují nízkým výskytem fytoplanktonu a hojným zooplanktonem. Hodnoty pH vody se pohybují výrazně pod číslem 7, dusík, fosfor a vápník jsou v oligotypu, huminové látky v polytypu, na dně je často zaznamenán deficit kyslíku (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007).

S trofíí je také spojená eutrofizace vody. Eutrofizace vody znamená obohacování vody minerálními látkami, hlavně dusíkem (N) a fosforem (P). V důsledku toho dochází k přemnožení fytoplanktonu a tvorbě tzv. vodního květu, ten je doprovázen vegetačním zbarvením vody, charakteristickým zápachem vody či vznikem toxických látek. Eutrofizace se pak v konečném stadiu projevuje vysokým množstvím odumřelé biomasy, obohacením vody živinami, úbytkem kyslíku a převahou anaerobních procesů, podobně, jako je tomu ve vodách s vysokou saprobitou (PRAKTICKÝ PRŮVODCE MIKROSVĚTEM I. 2010).

5 SPOLEČENSTVA VOLNÉ VODY

Podle ekologických podmínek na stanovišti, životních nároků a charakteru přítomných organismů můžeme společenstva sinic a řas rozdělit do čtyř skupin: plankton, nekton, pleuston, neuston.

Do nektonu patří živočišné organismy s aktivní lokomocí, překonávající proudění vody. V našich podmínkách jsou to hlavně ryby a obojživelníci.

Pleuston je společenstvo jen několika málo druhů rostlinných a živočišných organismů, které jsou ekologicky vázané na vodní hladinu. Jsou to především různé druhy rostlin (*Lemna* spp.) a drobní bezobratlí, např. chvostoskoci (*Collembola*).

Neuston je označení pro společenstvo velmi drobných (mikroskopických) organismů osídlujících povrchovou blanku vody (zejména řasy, prvoci, železité bakterie a další) (KUBÍČEK & ZELINKA 1982).

Pro můj výzkum byl důležitý poslední ze skupin společenstev, a to plankton.

5.1 Plankton

Plankton je společenstvo organismů vznášejících se ve vodě, které nedokáže aktivním pohybem překonávat rychlejší proud vody (HARTMAN 2005).

Plankton můžeme třídit podle různých hledisek. Na základě rozměrů planktonních organismů rozlišujeme makroplankton (2-20 mm, např. velcí korýši), mezoplankton (0,2-2 mm, např. korýši, vířníci), mikroplankton nebo také síťový plankton (20-200 μm , např. řasy, drobní korýši), nanoplankton (2-20 μm , např. drobní prvoci a řasy), ultraplankton (0.2-2 μm , např. bakterie a drobní prvoci) (KUBÍČEK & ZELINKA 1982, POULÍČKOVÁ 2011).

Podle systematického třídění se plankton rozděluje na bakterioplankton, zooplankton a fytoplankton. Bakterie jsou ve vodním sloupci vázány na různé vznášející se částice, hojnější jsou v litorálu a u dna. V hlubších nádržích mohou být značné rozdíly v množství bakterií v různých hloubkách. Zooplankton je tvořen především vířníky, perloočkami, buchankami a vznášivkami. Dokáže se aktivně pohybovat, a proto jeho rozmístění v nádržích je proměnlivé. Fytoplankton je tvořen velkým množstvím druhů sinic a řas. V nádržích je nejhojnější v horní prosvětlené vrstvě (HARTMAN 2005).

5.1.1 Fytoplankton

Fytoplankton je společenstvo fotosyntetizujících organismů, které obývají volnou vodu nebo se nachází mezi rostlinami v litorálu nádrží a pomalu tekoucích řek. Ve fytoplanktonu dominují převážně řasy a sinice, které se ve vodě pasivně vznášejí. Nalezneme ho ve všech povrchových vodách přirozeného původu (KOMÁRKOVÁ 2006).

Fytoplanktonní společenstva se značně mění během vegetační sezóny. Změny jsou viditelné u druhové skladby, kdy většinou na jaře převládají skrytěnky, rozsivky a zlativky, v letním období pak nastupují zelené řasy a sinice. Obecně se tedy druhové složení fytoplanktonu odvíjí od roční doby, ve které se organismus nachází a v neposlední řadě od úživnosti nádrže (JELÍNEK & ZICHÁČEK 2007).

V povrchových vodách nachází fytoplankton dobré podmínky pro svůj rozvoj. Zvláštní skupinu představují sinice tvořící ve svrchních vrstvách vody vodní květ ve vegetačním období. Kromě vodního květu pak ještě rozlišujeme vegetační zákal tvořený zlativkami a rozsivkami (ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ 2007, POULÍČKOVÁ 2011).

Druhy zastupující fytoplankton charakterizují typy vod a podávají nám informace o fyzikálně-chemických parametrech vody. Kvalitativní rozbor fytoplanktonu dokresluje chemickou analýzu, kvantitativní výzkum je základem produkčně biologického hodnocení vody, proto by byl jakýkoli hydrologický průzkum bez rozboru fytoplanktonu nevyhovující (FOTT 1956).

6 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÝCH SKUPIN SINIC A ŘAS

Sinice (Cyanophyta) a řasy (Algae) jsou převážně fotoautotrofní organismy s jednobuněčnou nebo mnohobuněčnou stélkou. V minulosti se na rozdělení sinic a řas v literatuře nebral příliš velký ohled. Teprve na počátku tohoto století se v průběhu výzkumu ukázalo, že u sinic nelze běžnými metodami obarvit jádro. Dále se také u sinic postrádají chloroplasty. O něco později byla zjištěna příbuznost sinic s bakteriemi, a proto byly tyto skupiny zařazeny mezi prokaryotické organismy. Dokázalo se však, že určité vztahy k řasám existují a projevují se v podobném průběhu fotosyntézy a v podobných ekologických nárocích.

Ani řasy ale nejsou jednotnou skupinou. Nynější systém rozlišuje sedm eukaryotických oddělení řas, jejichž zástupci se liší submikroskopickou stavbou buněk, kombinací fotosyntetických pigmentů a chemickým složením zásobních látek. U řasových oddělení se ale můžeme setkat i s některými společnými znaky. Jako celek představují určitou etapu ve fylogenezi autotrofních organismů, vázaných na vodní prostředí (KALINA 1994).

V tekoucích vodách (potoky, řeky) se vyskytují sinice a řasy, které žijí převážně přisedle a to na některých ponořených předmětech či kamenech. Také mohou přisedat na jiné řasy nebo vyšší vodní rostliny (epifyti). Ve stojatých a pomalu tekoucích vodách (rybníky, přehrady, tůň, dolní úseky velkých řek) se kromě bentických a epifytických vyskytují řasy, které se volně vznášejí ve vodním sloupci (plankton, případně potamoplankton). Kromě vodního prostředí se některé druhy sinic a řas adaptovaly na jiná stanoviště a žijí například na sněhu, ledu, v půdě či kůře stromů. V podzemních vodách se jejich přítomnost také prokázala, a můžeme říci, že jejich existence je důkazem spojení se zemským povrchem, setrvávají zde ale jen krátkou dobu (POULÍČKOVÁ & JURČÁK 2001).

Abychom mohli určit postavení sinic a řas v systému vzhledem k vyšším rostlinám, musíme pochopit jejich postupnou evoluci a poznat jejich vzájemnou příbuznost. Podle podobností a rozdílů můžeme jak vyšší rostliny, tak i sinice a řasy sdružovat do taxonomických jednotek. Tyto jednotky jsou však v současnosti brány i jako fylogenetické skupiny. Nicméně vývoj systematické botaniky směřuje k tomu, aby užívané systematické jednotky byly zdůvodněny vývojově a tak byl vybudován

přirozený fylogenetický systém. Hlavní jednotky, jichž systematická botanika dnes používá, jsou říše, oddělení, třída, řád, čeleď, rod, druh, případně také odrůda a forma (FOTT 1956).

V následujícím přehledu uvádím stručné charakteristiky několika systematických skupin sinic a řas, a to těch, jejichž zástupce jsem přednostně nalézala během svého průzkumu.

6.1 Sinice (Cyanophyta, Cyanobacteria)

Sinice jsou systematicky řazeny do říše Bacteria, oddělení Cyanophyta, třídy Cyanophyceae (KALINA & VÁŇA 2005).

Sinice jsou fotoautotrofní prokaryotické organismy s jednobuněčnou nebo vláknitou stélkou, některé sinice vytvářejí slizový obal. Vnější slizový obal je často široký s velkým obsahem slizu. Jednobuněčné druhy mají kulovité, oválné, vejčité a paličkovité buňky. Koloniální druhy mají ve slizu nepravidelně či pravidelně umístěné buňky. Vlákňité druhy mají buňky nepravidelné, soudečkovité, válcovité nebo velmi krátké. Buňky postrádají pravé jádro, chloroplasty, mitochondrie, bičíky. Stěna buněk je složena z mureinu a kyseliny diaminopimelové. Buněčná stěna je vrstevnatá, bez struktur, hladká, chybí ostny a výrůstky, je tvořena převážně liposacharidy a proto sinice řadíme mezi gramnegativní bakterie, které se následkem Gramova barvení zbarví růžově (AMBROŽOVÁ 2002).

Na celém světě je zaznamenáno okolo 2000 druhů sinic. Vyskytují se v planktonu, kde se v důsledku zatížení povrchových vod nadměrným množstvím živin (eutrofizace) přemnožují a tvoří tzv. vodní květ. Voda s rozvinutým vodním květem není vhodná pro rekreaci, protože sinice uvolňují toxiny a alergeny, které mohou citlivým jedincům způsobit zdravotní potíže. U zvířat zasahuje toxin především neuromuskulární a respirační systém. Zjištěny byly také sinice v horkých pramenech, kde mohou přežít i při teplotě 56°C. Jako nejvíce nebezpečný druh v České a Slovenské republice byla až dosud zjištěna sinice *Aphanizomenon flos-aquae*. Sinice se dále vyskytují v jeskyních, v bentosu stojatých i tekoucích vod, na srsti zvířat, na kamenech a jsou součástí lišejníků (POULÍČKOVÁ & JURČÁK 2001).

Jediná třída sinic, Cyanophyceae, jejíž popis je totožný s popisem oddělení, obsahuje čtyři řády. Jak uvedl KALINA & VÁŇA (2005), podle stavby stélky a přítomnosti specializovaných buněk (heterocytů) rozlišujeme:

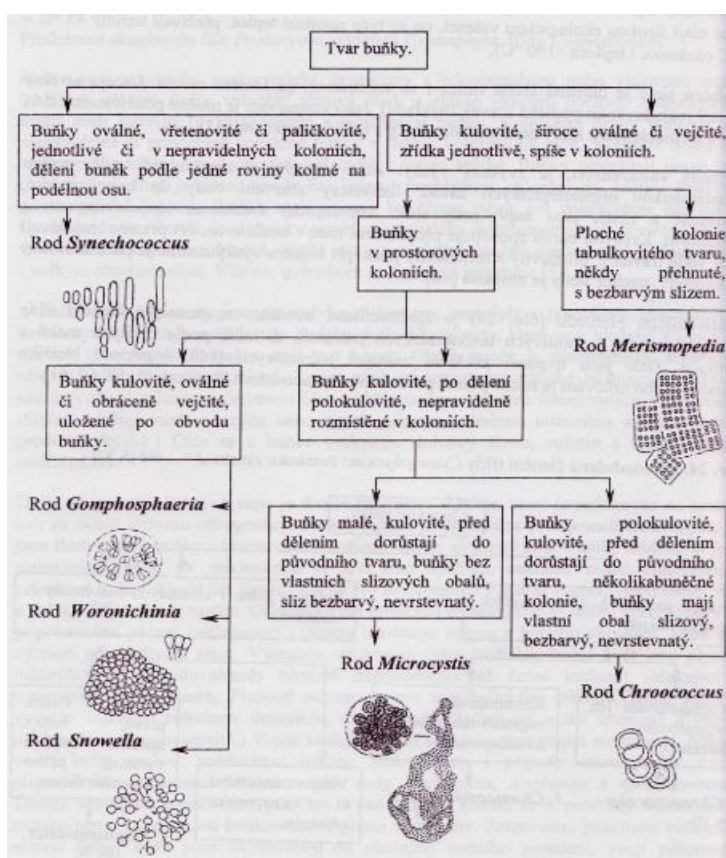
řád: Chroococcales

řád: Oscillatoriales

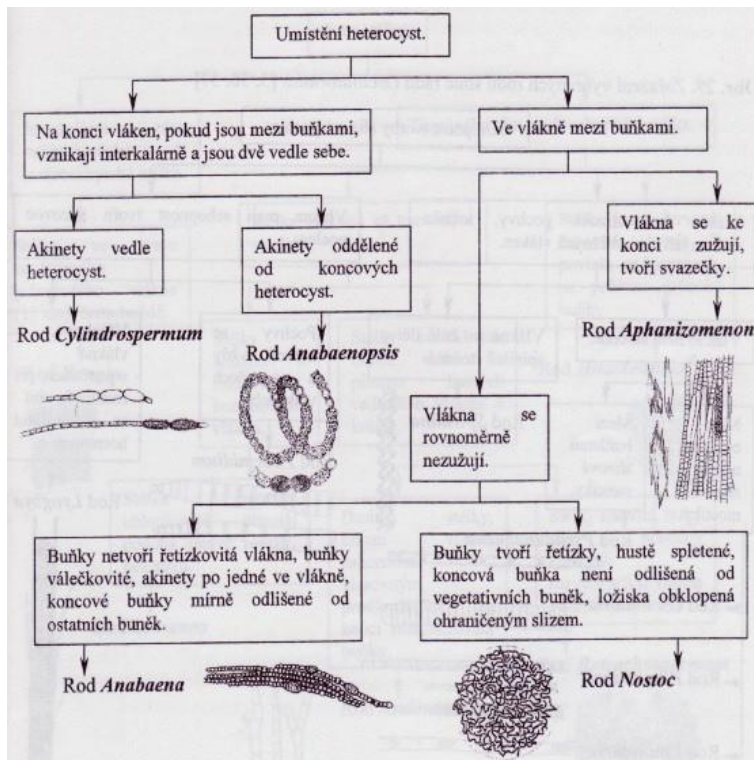
řád: Nostocales

řád: Stigonematales

Z výše zmíněných řádů se v mých zkoumaných vzorcích vyskytly zástupci řádů Chroococcales a Nostocales (obr. 7 a obr. 8)



Obr. 7: Zařazení a determinace vybraných rodů sinic řádu Chroococcales (AMBROŽOVÁ 2002)



Obr. 8: Zařazení a determinace vybraných rodů sinic řádu Nostocales (AMBROŽOVÁ 2002)

6.2 Hnědé řasy (Chromophyta)

Hnědé řasy jsou velká přirozená skupina řas, která je podstatnou součástí eukaryotní říše Chromista (KALINA & VÁŇA 2005). Chlorofyl a, c a fukoxantin tvoří důležitou část fotosyntetických barviv. Zásobní látkou je chrysolaminaran nebo olej. Bičíkatá stadia mají dva nestejně dlouhé bičíky. Do této skupiny patří sem sedm tříd, z nichž nejdůležitější jsou pro sladkovodní biotopy a zároveň pro moji práci zlativky (Chrysophyceae), rozsivky (Bacillariophyceae) a různobrvky (Xanthophyceae) (POULÍČKOVÁ & JURČÁK 2001).

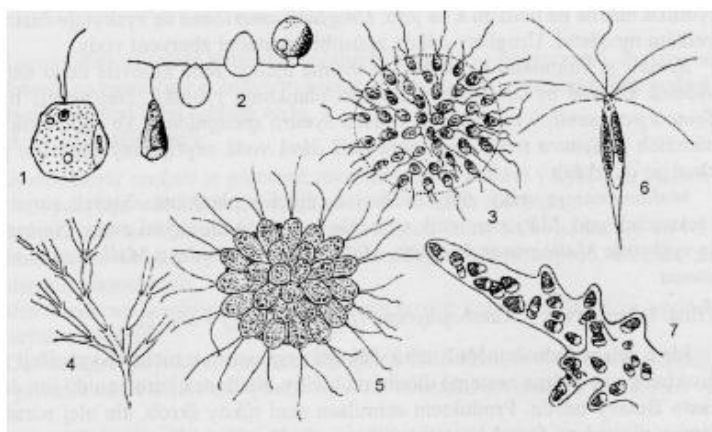
6.2.1 Zlativky (Chrysophyceae)

Zlativky jsou převážně jednobuněčné organismy, které vyžadují ke svému růstu organické zdroje dusíku a uhlíku (AMBROŽOVÁ 2002). Jsou to bičíkovci se zlatožlutými, hnědými až olivově žlutými chromatofory. Skupina se často zaměňuje za zelené řasy, od kterých se dá rozlišit pomocí Lugolova roztoku. Buňky obsahují jako zásobní látky chrysolaminaran, olej a tuk, škrob u nich chybí

(HARTMAN 2005). V buňce je přítomný jeden nebo více chloroplastů hnědé barvy, u bičíkovců nalezneme červené stigma. Buňky bičíkovců jsou převážně kryty periplastem nebo jsou uloženy ve schránce (lorice), tvořené celulózními vlákny. Některé druhy mají buňky pokryté křemitými šupinami. Assimilačními pigmenty jsou chlorofyl a + c₁, c₂ a fukoxantin. Vlákňité druhy mají celulózní buněčnou stěnu. Výživa je především fotoautotrofní, ale je kombinovaná s heterotrofní, (osmotrofní a fagotrofní), což se označuje termínem mixotrofie (AMBROŽOVÁ 2002).

V přírodě žijí zlativky volně či přichycené na organickém a anorganickém substrátu, na vláknitých řasách či detritu. Vyskytují se převážně v chladných biotopech, dobře snášejí nízké pH a nedostatek fosforu, který si dovedou shromažďovat do zásoby. Jsou nejběžnějšími obyvateli okyselených vod (POULÍČKOVÁ & JURČÁK 2001). Ve vodách tvoří vegetační zbarvení vody spolu s kryptomonádami. Častou složkou fytoplanktonu v našich vodách jsou rody *Chrysococcus*, *Uroglena*, *Dinobryon*, *Synura*, *Mallomonas* (obr. 9). Při přemnožení zlativek se zhorší kvalita upravované vody ve vodárenských nádržích. Výskyt zlativek odhadneme podle fialkového, kořenovitého, okurkového až rybího zápachu a podle nahořklé pachuti vody. (AMBROŽOVÁ 2002).

Podle KALINY & VÁNI (2005) třída obsahuje 3 řády – Chromulinales, Hibberdiales, Hydrurales.

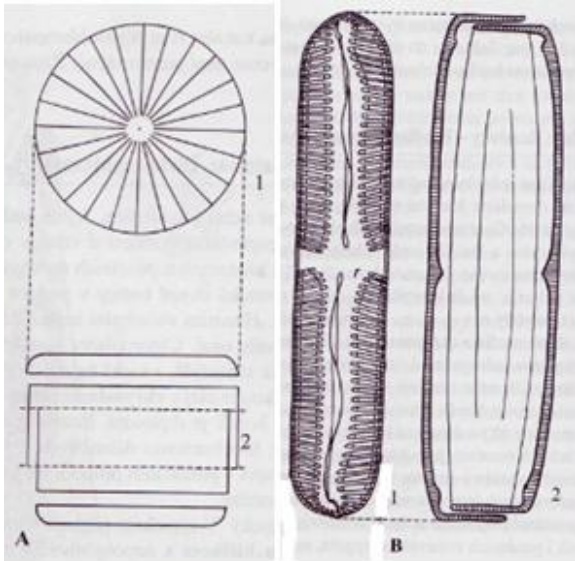


Obr. 9: Příklady zástupců zlativek (HARTMAN 2005)

- 1 - *Monas vulgaris*, 2 - *Chromulina rosanofii*, 3 - *Uroglena americana*,
 4 - *Dinobryon divergens*, 5 - *Synura uvella*, 6 - *Mallomonas akrokomos*,
 7 - *Hydrurus foetidus*

6.2.2 Rozsivky (Bacillariophyceae)

Rozsivky jsou jednobuněčné řasy, které žijí samostatně nebo v koloniích. Buňka je uzavřena v dvoudílné křemičité schránce, která má tvar krabičky, a nazývá se frustula. Na obr. 10 je vidět tvar krabičky, který může být kruhový s radiální souměrností (centrické rozsivky) nebo podlouhlý s bilaterální souměrností (penátní rozsivky) (AMBROŽOVÁ 2002).



Obr. 10: Stavba frustul rozsivek, A- centrická rozsivka: 1 - valvární pohled
2 - pleurální pohled; B - penátní rozsivka *Pinnularia* sp.: 1 - valvární pohled,
2- pleurální pohled (KALINA & VÁŇA 2005)

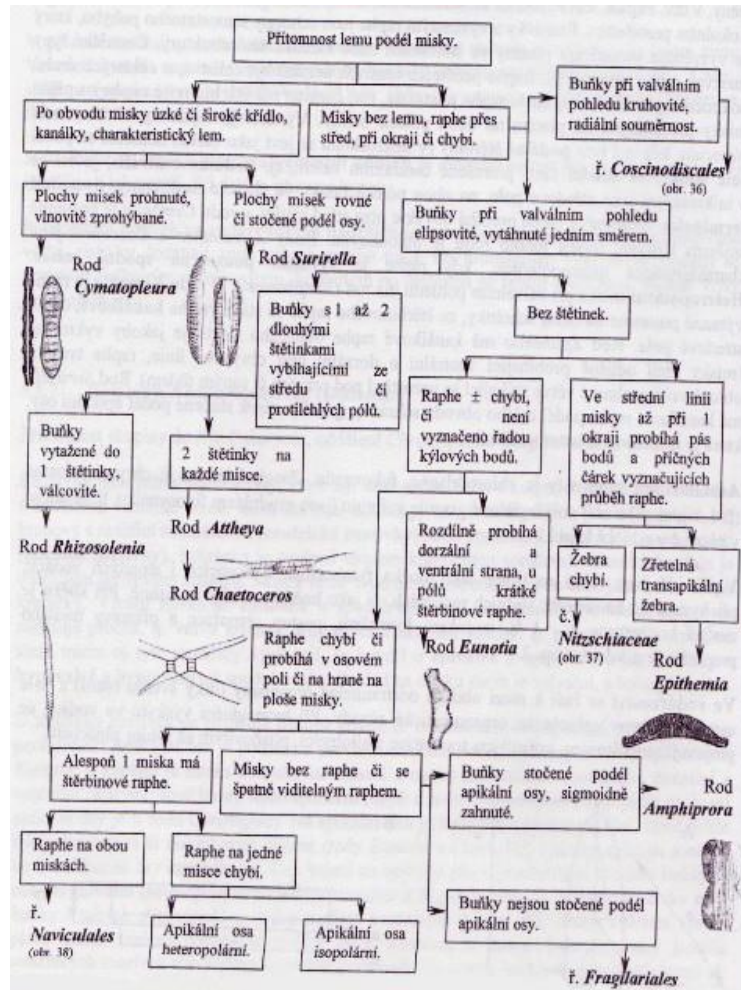
Rozsivky jsou v podstatě všudypřítomné a představují nejrozšířenější skupinu řas. Osídlují sladké, brakické a mořské vody, kde jsou dominující složkou fytoplanktonu, epifytických společenstev i bentosu. Většina rozsivek má kosmopolitní rozšíření, které je omezeno určitými ekologickými podmínkami (například hodnotou pH, konduktivitou, případně salinitou vody). Vazba na určité ekologické podmínky spolu s možností poměrně spolehlivého druhového určení umožňuje využít rozsivky jako bioindikátory. Dlouhodobá pozorování potvrdila, že rozsivková společenstva citlivě reagují na znečištění odpadními vodami. Tak je možné rychle posoudit zhoršení kvality vody (KALINA & VÁŇA 2005).

Podle KALINY & VÁŇI (2005) třída Bacillariophyceae zahrnuje několik podtříd, z nich každá má více řádů (obr. 11):

Podtřída: Coscinodiscophycidae - řády: Coscinodiscales, Biddulphiales, Rhizosoleniales, Chaetocerales

Podtřída: Fragilariophycidae - řád: Fragilariales

Podtřída: Bacillariophycidae - řády: Eunotiales, Naviculales, Achnanthes, Bacillariales, Epithemiales, Surirellales



Obr. 11: Zařazení a determinace vybraných řádů a rodů rozsivek třídy Bacillariophyceae (AMBROŽOVÁ 2002)

6.2.3 Různobrvky (Xanthophyceae)

Různobrvé řasy se zevnějškem a barvou podobají zeleným řasám, ale liší se od nich jiným poměrem asimilačních barviv. Jejich zelené nebo žlutozelené chromatofory obsahují chlorofyl a, chlorofyl c, β -karoten a xantofyly; chlorofyl b chybí. Převaha karotenoidů se někdy projeví nažloutlou barvou chromatoforů. Teplota vody bývá

důležitým činitelem pro výskyt různobrvěk. Na jaře ve studených vodách nastává rozvoj druhů rodu *Tribonema*, viditelný pouhým okem jako zelené chomáčky, rostoucí i pod ledem. V létě se uchýlí do studených vod osvětlených studáněk. Jiné heterokonty jsou vysloveně teplomilné. Mnoho různobrvých řas žije v čistých oligosaprobních vodách, jiné se udrží i ve vodách saprobních (FOTT 1956).

KALINA & VÁŇA (2005) rozlišují sedm řádů s několika rody (obr. 12):

Řád: Chloramoebales

Řád: Rhizochloridales

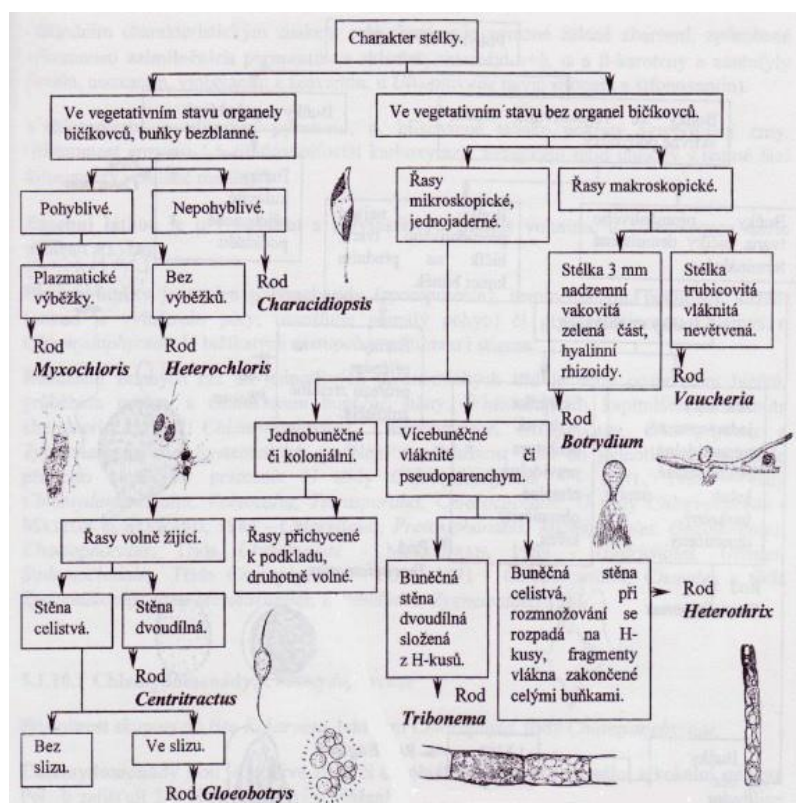
Řád: Heterocapsales

Řád: Mischococcales

Řád: Tribonematales

Řád: Botrydiales

Řád: Vaucheriales



Obr. 12: Zařazení a determinace vybraných rodů různobrvěk třídy Xanthophyceae (AMBROŽOVÁ 2002)

6.3 Zelené řasy (Chlorophyta)

Zelené řasy jsou velice široká skupina, která fylogeneticky a systematicky patří mezi rostliny - tj. do říše Plantae (KALINA & VÁŇA 2005). Zelených řas je obrovské množství a žijí ve všech možných typech biotopů. Její příslušníci mají všechny existující druhy stélek, typů rozmnožování atd. Název zelené řasy je ale poněkud zavádějící (podobně jako např. název ruduchy). Mnohé zelené řasy mají zcela jinou barvu (*Trentepohlia* je většinou zbarvena v oranžových odstínech, *Haematococcus pluvialis* nebo *Chlamydomonas nivalis* jsou intenzivně červené apod.). Fotosyntetickými pigmenty jsou chlorofyl a + b, α a β karoteny a xantofyly (lutein, neoxantin, violaxantin, zeaxantin, u Ulvophyceae navíc sifonein a sifonoxantin) (WWW.SINICEARASY.CZ 2014). Barva chloroplastů je jasně zelená. Chloroplasty pokrývá dvojice membrán. Tylakoidy srůstají v lamely složené ze stejnocenných rovnoběžných tylakoidů, u vývojově pokročilých skupin se vyskytují též grana. Pyrenoidy jsou uloženy v chloroplastu. Další strukturou chloroplastů je červená stigma. Stigma je součástí světločivného aparátu buňky a setkáme se s ní u volně žijících bičíkovců, u některých zoospor nebo bičíkatých gametů. (KALINA & VÁŇA 2005).

Ve sladké vodě žije velká část zelených řas a jen asi deset procent se vyskytuje v moři. Některé řady jsou výhradně sladkovodní (Oedogoniales, Zygnemales), jiné zase mořské (Siphonales, Ulvales). Sladkovodní řasy jsou vesměs vodní organismy a osidlují nejrůznější biotopy, kde tvoří společenstva s jinými řasami nebo monotypické synusie. Mnoho kokálních zelených řas se vznáší v planktonu menších sladkovodních nádrží, chybějí však zcela v planktonu moří. Poměrně málo druhů žije v čistých vodách. Většinou jsou mezosaprobni a některé s oblibou rostou ve vodách s přemírou organických látek. Dovedou je užívat jako zdroje uhlíku a dusíku. Ostatní zelené řasy jsou převážně kosmopolitní a snadno se šíří vzduchem, zvláště nanoplanktonní druhy (FOTT 1956).

Co se týče jednotlivých publikací, dalo by se říci, že co autor, to jiný názor na systematické členění zelených řas. Největší problém však spočívá v tom, které ze znaků brát jako důležité pro základní členění. Každý z užívaných systémů jeden z význačných znaků preferuje a jejich vzájemná syntéza nebyla dosud nikdy provedena. Jeden z možných systémů (zřejmě nejčastěji uváděný) zařazuje

do oddělení Chlorophyta (incl. Charophyta) šest tříd (WWW.SINICEARASY.CZ 2014):

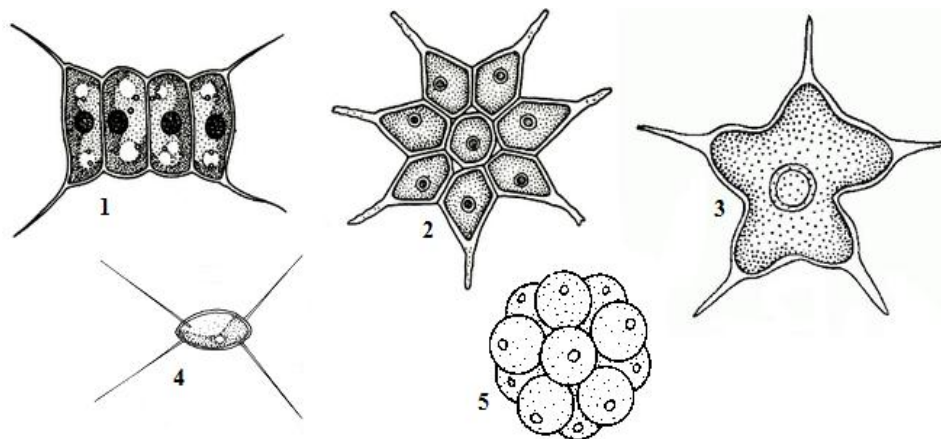
1. Prasinophyceae – bazální skupina, bičíkovci s organickými šupinami na povrchu
2. Chlorophyceae – řasy s mnoha typy stélek, stěna je většinou polysacharidová
3. Trebouxiophyceae – většinou jednobuněční zástupci
4. Ulvophyceae – vláknité až sifonální řasy
5. Zygnematophyceae – jednobuněčné a vláknité řasy, bez bičíkatých stádií
6. Charophyceae – řasy s pletenými, přeslenitě větvenými stélkami, bičíky asymetrické

V mém výzkumu se objevili zejména zástupci tříd: Chlorophyceae, Trebouxiophyceae, Zygnematophyceae a Ulvophyceae.

6.3.1 Zelenivky (Chlorophyceae)

Zelenivky jsou řasy s jednobuněčnou nebo mnohobuněčnou stélkou. Žijí jednotlivě nebo tvoří kolonie či cenobia, které jsou známé hlavně u řádu Volvocales a Chlorococcales (AMBROŽOVÁ 2002). V buněčné stěně mnohé z nich mají sporopolenin - velmi odolnou látku, podobnou látkám ve stěnách pylových zrn. Díky ní jsou řasy chráněny před UV zářením a jsou odolnější také vůči mechanickému i chemickému poškození (POULÍČKOVÁ & JURČÁK 2001).

Jsou všeobecně rozšířené a žijí ve všech typech vod a na různých vlhkých stanovištích. Snadno se rozšíří vzdušnou cestou. Ve vodách rybníků, přehrad a volně tekoucích řek je nacházíme ve velkém množství a účastní se významně na samočištění vody. Vyskytují se hlavně v létě. Některé druhy (např. z rodů *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* na obr. 13) mají mixotrofní výživu. Při hromadném výskytu ve vodách se projevují hnilobným, tchořovitým až rybím zápachem, pachut' vody je nasládlá (HARTMAN 2005).



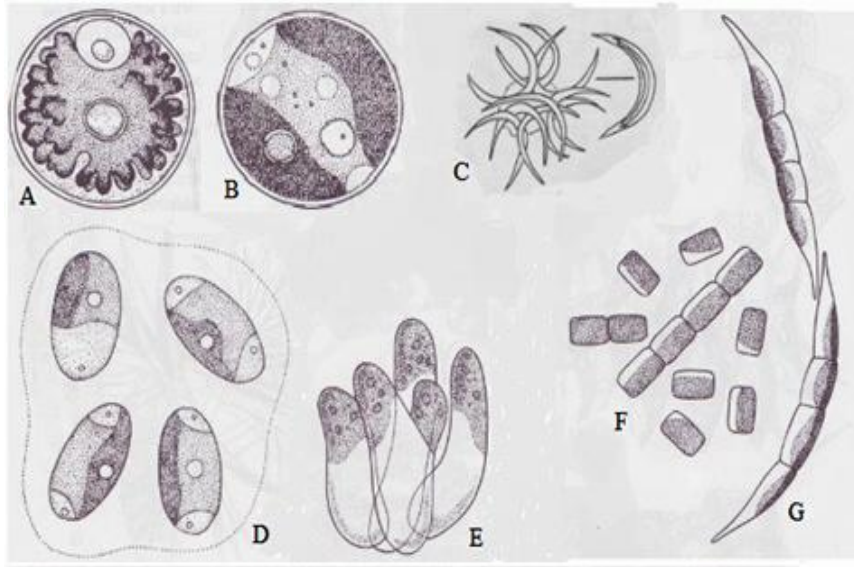
Obr. 13: Příklady zástupců zelenivek (BIOLOGICAL SURVEYS 2014, PLANTLIFE 2014)

1- *Scenedesmus quadricauda*, 2- *Pediastrum simplex*, 3- *Tetraedron caudatum*,
4- *Lagerhemia quadriseta*, 5- *Coelastrum species*

6.3.2 Trebouxiophyceae

Jsou to jednobuněčné a vláknité řasy. U této skupiny chybějí volně žijící bičíkovci. Pohyblivé buňky (zoospory, gamety) jsou nahé, mírně zploštělé, u některých rodů bičíková stadia zcela chybí (*Chlorella*, *Oocystis* - obr. 14). Řasy jsou sladkovodní, mořské, terestrické, ale i žijící v symbióze s lišejníky (KALINA & VÁŇA 2005).

Teprve nedávno začaly být řasy Trebouxiophyceae uznávané jako třída (původně pod názvem Pleurastrophyceae) a neustále se ukazuje, že do ní spadají další rody, původně řazené do jiných tříd. Stavbou stélek, rozmnožováním i ekologií se od sebe jednotliví zástupci značně liší. Když se podíváme, zda existují nějaké morfologické znaky, jedinečné pro tuto třídu, najdeme jen plesiomorfické charakteristiky (tzn. znaky, které tato skupina sdílí i s ostatními třídami zelených řas (např. CCW organizace bičíků je sdílená také s Ulvophyceae) (WWW.SINICEARASY.CZ 2014).



Obr. 14: Příklady zástupců třídy Trebouxiophyceae (SLÁDEČEK & SLÁDEČKOVÁ 1996)

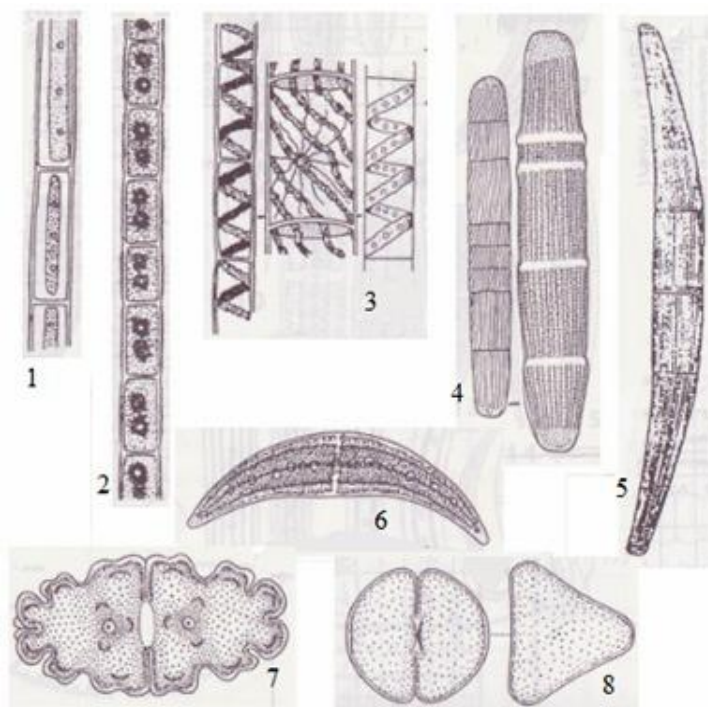
A - *Trebouxia arboricola*, B - *Chlorella vulgaris*, C - *Selenastrum gracile*,
 D - *Oocystis lacustris*, E - *Protosiphon botryoides*, F - *Stichococcus bacillaris*,
 G - *Raphidonema nivale*

6.3.3 Spájkivky (Zygnematophyceae)

Spájkivé řasy jsou jednobuněčné nebo vláknité zelené řasy. Na rozdíl od jiných tříd oddělení Chlorophyta (resp. Charophyta) spájkivky nemají žádná stádia s bičíky. Svůj název získaly na základě způsobu rozmnožování spájením. Podle stavby stélky a morfologie buněčné stěny se rozlišují spájkivky do dvou řádů (obr. 15). Jařmatky (Zygnematales) jsou vláknité, nevětvené, se stejnocennými buňkami. Spájkivky dvojčatkovité, tzv. krásivky (Desmidiiales) jsou jednobuněční, jednotlivě žijící, nebo tvoří kolonie podobné vláknu. Krásivky se navíc rozlišují na dvě čeledi dle charakteru buněčné stěny, tj. u Archidesmidiineae je stěna celistvá a u Desmidiineae je dvoudílná (AMBROŽOVÁ 2002).

Spájkivky jsou čistě sladkovodní skupinou řas. Celá skupina má dosti podobnou ekologii – zástupci se vyskytují ve stojatých a pomalu tekoucích vodách, často preferují mírně kyselé vody, nalezneme je např. v odtocích z rašelinišť, v lesních tůňkách atd. Jedná se především o řasy společenstev bentosu či metafytonu; jen výjimečně se několik málo druhů vyskytuje v planktonu (*Closterium limneticum*, *Staurastrum planctonicum*, komplex druhů *S. manfeldtii*), několik z nich je spíše

půdních. Při hromadném výskytu ve vodách se projevují travnatým zápachem (WWW.SINICEARASY.CZ 2014).



Obr. 15: Příklady zástupců spájivek. Jařmatky: 1 - *Mougeotia* sp., 2 - *Zygnema* sp., 3 - *Spirogyra* div. sp.; Krásivky: 4 - *Penium spirostriolatum*, 5 - *Closterium striolatum*, 6 - *Closterium moniliferum*, 7 - *Euastrum oblongum*, 8 - *Staurostrum orbiculare* (SLÁDEČEK & SLÁDEČKOVÁ 1996)

6.3.4 Ulvophyceae

Ulvophyceae je velmi stará skupina řas. Nejstarší paleobotanické nálezy spadají do prekambria. Z původního počtu druhů se zachovalo pouhých pět procent.

Tato rozsáhlá a mnohotvárná třída obsahuje řasy s vláknitou, parenchymatickou, sifonokladální a sifonální stélkou. Sifonální a sifonokladální řasy mají početné drobné chloroplasty uložené v nástěnné vrstvě plazmy. V buňkách druhů s vláknitou a parenchymatickou stélkou nacházíme jediný chloroplast s pyrenoidem. Chloroplast je miskovitý, páskovitý nebo ve tvaru prstence. Buněčné stěny jsou polysacharidové, obsahují mikrofibrily tvořené xylanem, manganem, celulózou nebo rhamnanem. Volně žijící bičíkovci chybějí (KALINA 1994).

Zástupci jsou rozšířeni převážně v mořích a v brakických vodách, žijí hlavně přisedle v mělkých částech těchto vod. Častěji preferují teplá moře. Méně je sladkovodních druhů, v podstatě jen zástupci rodů *Cladophora* a *Ulothrix* a jejich nejbližší příbuzné typy (WWW.SINICEARASY.CZ 2014).

Podle KALINY & VÁNI (2005) v současné podobě obsahuje třída Ulvophyceae pouze dva řády: Codiolales a Ulvales.

6.4 Krásnoočka (Euglenophyta)

Krásnoočka lze systematicky zařadit do říše prvoků (Protozoa), kde tvoří oddělení Euglenophyta s jedinou třídou Euglenophyceae (KALINA & VÁŇA 2005).

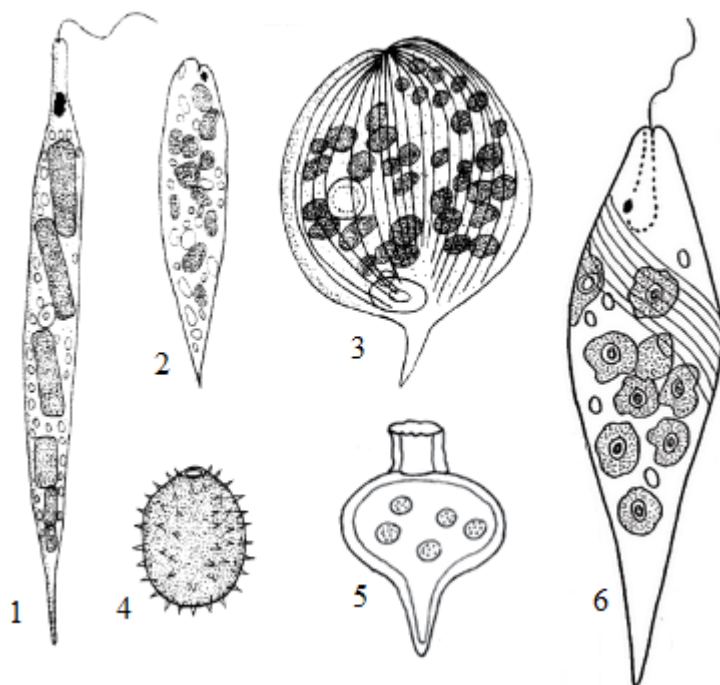
Krásnoočka jsou bičíkovci, kteří mají zcela svéráznou vnější a vnitřní stavbu, takže se snadno odlišují od zástupců ostatních řasových společenstev. I když je tato skupina neúplná, musíme ji považovat za samostatnou. (FOTT 1956).

Buňky krásnooček jsou opatřeny jedním nebo dvěma bičíky, které vyrůstají z lahvicovité prohlubeniny (tzv. ampuly) na předním konci buňky. V bezprostřední blízkosti prohlubeniny je umístěno velké červené stigma. Je samostatnou buněčnou strukturou, nezávislou na chloroplastech. Kombinaci fotosyntetických barviv tvoří chlorofyl a, chlorofyl b, beta-karoten a různé xantofyly. U této skupiny existuje apochloróza, tj. dočasná ztráta asimilačního barviva působením tmy, a dále apoplastidie, tj. trvalá ztráta chromatoforů působením vysokých teplot. Mnoho krásnooček je apoplastických a živí se tudíž zcela heterotrofně. Zásobní látkou je paramylon, jehož zrna jsou uložena v plazmě. Povrch buňky pokrývá pelikula, která je složena z bílkovinných proužků a díky její pružnosti mohou krásnoočka měnit tvar těla. Nepříznivé podmínky přetrvávají krásnoočka v podobě slizových kolonií nebo v cystách (URBAN & KALINA 1977, AMBROŽOVÁ 2002).

Euglenophyta se vyskytují nejvíce ve sladké vodě, daří se jim hojně i v brakické vodě, méně často v moři. Dávají přednost malým nádržím, bohatým na organické látky. Často se rozmnožují v takovém množství, že barví vodu do zelena (*Euglena* spp., *Phacus* spp., *Lepocinclis* spp.), do červena (*Euglena sanguinea*) nebo do hněda (*Trachelomonas* spp.). Projevují se rybím zápachem. Rostou hojně v loužích znečištěných močůvkou, v odvodňovacích příkopech, v návesních rybnících, v planktonu, rašelinných i odpadních vodách. Některé druhy (*Euglena mutabilis*) rostou dokonce při pH 2, ale dobře se jim daří i při hodnotě pH

4-5. K indikátorům znečištění vod patří *Euglena viridis*, *Euglena pisciformis*, druhy rodů *Lepocinclis*, *Phacus*, *Trachelomonas* (obr. 16). Naopak jiné druhy nesnášejí organické látky, a proto žijí ve vodách čistých nebo oligosaprobních (KALINA & VÁŇA 2005, FOTT 1956).

V systému řasových oddělení byla krásnoočka kdysi považována za rostliny nebo také za živočichy. Jejich zařazení v systému nevyhovovalo a bylo občas měněno. Dnes podle systematického zařazení platí buď zoologické jméno Euglenozoa, nebo botanické jméno Euglenophyta. Oddělení je rozděleno do šesti řádů (KALINA & VÁŇA 2005): Eutreptiales, Euglenales, Rhabdomonadales, Sphenomonadales, Heteronematales, Euglenamorphales



Obr. 16: Příklady zástupců krásnooček (SLÁDEČEK & SLÁDEČKOVÁ 1996)
 1- *Euglena acus*, 2- *Euglena proxima*, 3- *Phacus pleuronectes*, 4- *Trachelomonas piscatoris*, 5- *Strombomonas rotunda*, 6- *Euglena coudata*

7 VÝSLEDKY

V následujícím textu uvádím výsledky, které jsem získala během svého výzkumu v různých typech vod u města Zábřeha na Moravě. Nejprve se zaměřuji na základní fyzikálně-chemické vlastnosti vody na zkoumaných stanovištích, dále pak uvádím výsledky rozboru zaznamenaných sinic a řas.

7.1 Fyzikálně-chemické parametry

V tabulkách 1-3 jsou znázorněny parametry týkající se teploty vody, pH vody a kyslíku, naměřených ve dnech 20. 6. 2013 a 21. 7. 2013, na jednotlivých odběrových lokalitách.

Tab. 1: Naměřené hodnoty teploty vody

Lokalita	20. 6. 2013		21. 7. 2013	
	Čas (h)	t (°C)	Čas (h)	t (°C)
Vrt Lesnice	09:45	8	09:35	9
Řeka Moravská Sázava	18:30	15	18:45	21
Rybník Oborník	18:45	18	19:00	24

Teplota vody je jedním z nevýznamnějších fyzikálních činitelů ovlivňujících životní děje ve vodním prostředí. Stejně tak jako jsou velké rozdíly teplot ve vzduchu, tak podobně je na tom i kolísání vody v nádržích. U produktivních vod, jako je v mém případě např. rybník, určený mimo jiné k chovu kapra, je kolísání teploty žádoucí (HARTMAN 2005).

Z tabulky 1 jsou patrné rozdíly teplot mezi měsíci červen a červenec. Nejvyšší teplota vody dosahovala i 24 °C v rybníku Oborník, kdy byla, v ten den, teplota vzduchu 28 °C. U řeky teplota vody obvykle stoupá se vzdáleností od pramene. Rozdíly teplot v různých profilech jsou nepatrné. Co se týče vody ve vrtu, teplota je konstantní, nízká, kolísání vody způsobují průměrné roční teploty oblasti.

Tab. 2: Naměřené hodnoty pH

Lokalita	20. 6. 2013		21. 7. 2013	
	Čas (h)	pH	Čas (h)	pH
Vrt Lesnice	09:45	6,6	09:35	6,7
Řeka Moravská Sázava	18:30	8,06	18:45	8,19
Rybník Oborník	18:45	8,77	19:00	9,48

Z tabulky 2 vyplývá, že na zkoumané lokalitě vrt Lesnice je pH neutrální, pohybuje se kolem 7. Je to tedy chemicky čistá voda a obsah iontů H^+ a OH^- je v rovnováze.

Naopak řeka a rybník už se posouvají do alkalické oblasti, kdy pH je vyšší jak 8. To bývá způsobeno fotosyntetickou asimilací zelených rostlin, jež může vést k úplnému odčerpání volného CO_2 z vody (HARTMAN 2005).

V rybníku, v měsíci červenci, byla neměřená hodnota pH vyšší jak 9, což vypovídá o začínající eutrofizaci vody, to mělo za následek přemnožení sinic, které způsobily vodní květ.

Tab. 3: Naměřené hodnoty rozpuštěného kyslíku

Lokalita	20. 6. 2013		21. 7. 2013	
	Čas (h)	O ₂ (mg/l)	Čas (h)	O ₂ (mg/l)
Vrt Lesnice	09:45	4,27	09:35	3,64
Řeka Moravská Sázava	18:30	9,26	18:45	8,49
Rybník Oborník	18:45	7,63	19:00	7,41

Dne 20. 6. 2013 se teplota vzduchu pohybovala kolem 22 °C, 21. 7. 2013 byla naměřená teplota vzduchu 28 °C. Z tabulky 3 je tedy jasné, že při stoupající teplotě klesá obsah rozpuštěného kyslíku.

U vrtu Lesnice je koncentrace kyslíku malá oproti jiným studovaným lokalitám. Podzemní vody jsou totiž na kyslík velmi chudé v důsledku špatného

průchodu světla a minimálního zastoupení asimilačních zelených rostlin. Množství kyslíku je také závislé na průchodnosti zemin (KUBÍČEK & ZELINKA 1982).

V rybníku a řece byla v měsíci červen naměřena hodnota v průměru kolem 8 mg/l a v měsíci červenci kolem 7 mg/l. Naměřené hodnoty jsou pro ryby těchto typů vod přijatelné. Zjištěný rozpuštěný kyslík může být způsoben fotosyntetickou asimilací zelených organismů v průběhu dne, zároveň v odpoledních či večerních hodinách obsah kyslíku ve vodě vrcholí, zejména za slunných dnů. V noci v důsledku nepřítomnosti světla, může kyslík výrazně klesnout (HARTMAN 2005).

7.2 Nalezené taxony sinic a řas

V tabulce 4 a 5 jsou zaznamenané veškeré taxony sinic a řas nalezené na jednotlivých stanovištích. Uvedené rody jsem dále používala jako bioindikátory, na základě kterých jsem odhadovala kvalitu vody na studovaných lokalitách.

Tab. 4: Seznam nalezených taxonů na jednotlivých lokalitách ze dne 20. 6. 2013

[1- rybník Oborník, 2- řeka Moravská Sázava, 3- vrt Lesnice]

Taxonomická skupina	Taxon	Studovaná lokalita		
		1	2	3
Cyanophyta	<i>Anabaena planctonica</i>	+	-	-
	<i>Microcystis viridis</i>	+	-	-
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	-	+	+
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	+	-
	<i>Cymbella tumida</i>	+	+	-
	<i>Diatoma vulgare</i>	-	+	-
	<i>Fragilaria capucina</i>	-	+	-
	<i>Navicula capitata</i>	+	-	-
	<i>Navicula cryptocephala</i>	+	+	-
	<i>Navicula oblonga</i>	-	+	-
	<i>Nitzschia acicularis</i>	+	-	-
	<i>Nitzschia constricta</i>	-	+	-
	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	-	+	-
	<i>Nitzschia linearis</i>	-	-	+
	<i>Meridion circulare</i>	-	+	-
	<i>Pinnularia viridis</i>	-	+	-
Euglenophyta	<i>Phacus pyrum</i>	+	-	-

Chrysophyceae	<i>Synura uvella</i>	+	-	-
Chlorophyceae	<i>Coelastrum microporum</i>	+	-	-
	<i>Chlorotetraedron incus</i>	+	-	-
	<i>Lagerheimia ciliata</i>	+	-	-
	<i>Pediastrum boryanum</i>	+	+	-
	<i>Pediastrum tetras</i>	+	+	-
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	+	+	-
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-	+	-
	<i>Scenedesmus linearis</i>	+	-	-
	<i>Tetraedron minimum</i>	+	-	-
Trebouxiophyceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>	-	+	-
	<i>Oocystis marssonii</i>	+	+	-
	<i>Selenastrum gracile</i>	-	+	-
Ulvophyceae	<i>Ulothrix sp.</i>	+	-	-
Zygnematophyceae	<i>Closterium limneticum</i>	+	+	-
	<i>Staurastrum planctonicum</i>	+	-	-

Tab. 5: Seznam nalezených taxonů na jednotlivých lokalitách ze dne 21. 7. 2013
[1- rybník Oborník, 2- řeka Moravská Sázava, 3- vrt Lesnice]

Taxonomická skupina	Taxon	Studovaná lokalita		
		1	2	3
Cyanophyta	<i>Anabaena planctonica</i>	+	+	-
	<i>Microcystis viridis</i>	+	-	-
	<i>Chroococcus minutus</i>	+	-	-
	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	+	-	-
Bacillariophyceae	<i>Amphora ovalis</i>	-	+	-
	<i>Amphora veneta</i>	+	-	-
	<i>Asterionella formosa</i>	-	+	-
	<i>Aulacoseira granulata</i>	-	+	-
	<i>Cymbella tumida</i>	-	+	-
	<i>Diatoma vulgare</i>	-	+	-
	<i>Fragilaria capucina</i>	-	+	-
	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	+	-	-
	<i>Navicula capitata</i>	+	-	-
	<i>Navicula cryptocephala</i>	+	+	-

	<i>Navicula oblonga</i>	-	+	-
	<i>Nitzschia acicularis</i>	+	-	-
	<i>Nitzschia constricta</i>	+	+	-
	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	-	+	-
	<i>Meridion circulare</i>	-	+	-
	<i>Pinnularia viridis</i>	-	+	-
Euglenophyta	<i>Euglena viridis</i>	+	-	-
	<i>Phacus pyrum</i>	+	+	-
Chlorophyceae	<i>Coelastrum microporum</i>	+	-	-
	<i>Coelastrum sphaericum</i>	+	+	-
	<i>Dicellula planctonica</i>	+	-	-
	<i>Chlorosarcina superba</i>	+	+	-
	<i>Chlorotetraedron incus</i>	+	-	-
	<i>Lagerheimia ciliata</i>	+	-	-
	<i>Pediastrum boryanum</i>	+	+	-
	<i>Pediastrum duplex</i>	+	-	-
	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	+	+	-
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-	+	-
	<i>Scenedesmus linearis</i>	+	+	-
	<i>Tetraedron minimum</i>	+	-	-
Trebouxiophyceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>	-	+	-
	<i>Selenastrum gracile</i>	+	+	-
Xanthophyceae	<i>Bumilleria spirotaenia</i>	-	+	-
	<i>Tribonema minus</i>	+	-	-
Zygnematophyceae	<i>Closterium limneticum</i>	+	-	-

7.3 Hodnocení kvality vody na základě sinic a řas

S využitím přehledů a charakteristik společenstev xenosaprobiontů, oligosaprobiontů, beta-mozosaprobiontů, alfa-mezosaprobiontů a polysaprobiontů jsem stanovila znečištění vody a míru její eutrofizace.

Výsledky výzkumu z 20. 6. a 20. 7. 2013 se od sebe nijak zvláště nelišily. Ukazují poměrně vyšší biodiverzitu na zkoumaných lokalitách.

V červnu bylo nalezeno celkem 33 taxonů sinic a řas. Z toho 2 druhy sinic, 14 druhů rozsivek, 1 druh zlativky a krásnoočka a 15 druhů zelených řas. V červenci

se zvýšil počet taxonů na 39. Taxon zahrnoval 4 druhy sinic, 16 druhů rozsivek, 2 druhy krásnooček a 17 druhů zelených řas.

7.3.1 Kvalita vody rybníka Oborník

Ve vzorku z rybníku Oborník se pod mikroskopem našli zástupci sinic rodu *Anabaena*, *Microcystis*, v měsíci červenci, s přibývajícím teplotou, pak i rod *Chroococcus* a *Pseudanabaena*. *Microcystis* přecházejí nepříznivé období ve slizem chráněné kolonii na dně nádrže, což jim v letním období umožní velmi rychlý rozvoj. *Microcystis* spolu s ostatními sinicemi jsou při přemnožení nebezpeční jednak produkcí alergenů a cytotoxinu a jednak biologickými a fyziologickými pochody. Při odumírání a bakteriálním rozkladu velkého množství organické hmoty může dojít k vyčerpání kyslíku. V mém případě se tento proces prokázal, jelikož po okrajích rybníku bylo znatelné množství uhynulých ryb. V preparátu se objevila i zlativka *Synura uvella*. Jak sinice, tak i tento druh zlativky produkuje určité toxiny, dále vypouští do vody aldehydy a ketony a voda poté zapáchá rybinou a má odpornou chuť. Zlativky se sinicemi vytváří zároveň i vodní květ, který zapříčiňuje vypouštění živin do vody a následnou eutrofizaci. V eutrofních nádržích se setkáváme také s bioindikátorem těchto vod a to *Euglenou*, která se v mém případě také ve vzorku potvrdila (WWW.SINICEARASY.CZ 2014, FOTT 1956).

Z tabulky je jasné, že rozsivky v rybníku zrovna nedominovaly. Pro můj výzkum ale byly stěžejní právě druhy *Navicula capitata*, *Nitzschia acicularis* a *Gyrosigma acuminatum*, které indikují velmi znečištěnou a nekvalitní vodu. Dalšími indikátory eutrofních a saprobních vod byly zelené řasy *Oocystis*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Lagerheimia*, *Ulothrix* a spájkivky *Closterium* a *Staurastrum*, které upozorňují na kyselé vody.

Podle nalezených bioindikátorů a v neposlední řadě také podle fyzikálně-chemických parametrů jsem vodu vyhodnotila jako eutrofní (silně úživnou) se stupněm saprobity beta až alfa mezosaprobity (středně až silně znečištěná). K eutrofizaci rybníka jsem brala v úvahu také roční období, kdy v létě dochází k maximální produkci vodního květu.

7.3.2 Kvalita vody řeky Moravská Sázava

Voda na druhé studované lokalitě řeka Moravská Sázava byla na pohled velmi čistá, průhledná a bez zápachu. Ve většině množství ve vzorku převažovaly rozsivky, které měly také za následek nápadně vyvinutou biomasu na březích řeky a vytvářely na kamenech jasně viditelné rezavě hnědé povlaky. V měsíci červenci hodnota pH překročila hodnotu 8 a znamenalo to mírně kyselé prostředí, které indikovaly druhy *Navicula oblonga* a *Amphora ovalis*. Pod mikroskopem jsem také určila rozsivky *Pinnularia viridis* a *Meridion circulare*, které jsou skvělým indikátorem čisté vody. Dalšími bioindikátory dobré kvality vody byly například zelené řasy, kterých bylo na stanovišti poměrně málo, nižší produkce fytoplanktonu pak tedy naznačuje méně úživnou vodu.

Na základě těchto bioindikátorů, průhlednosti vody a fyzikálně-chemických parametrů, zejména kyslíku, který byl v obou měsících v normě, jsem vyhodnotila řeku Moravskou Sázavu jako mezotrofní (středně úživná) se saprobitou oligosaprobní až částečně beta-mezosaprobní (čistá až částečně znečištěná).

7.3.3 Kvalita vody vrtu Lesnice

Vzorek podzemní vody z vrtu Lesnice byl prakticky bez oživení. V měsíci červnu se ale potvrdilo, že i tyto typy vod mohou být oživeny zelenými organismy, v mém případě rozsivkami *Aulacoseira granulata* a *Nitzschia linearis*. Rozsivky se řadí celkově mezi obtížně odstranitelné organismy ve vodárenství kvůli svému tvaru. Surová voda z vrtu ale prochází několika fázemi čištění, takže se ke spotřebiteli pitné vody nedostanou. Zmíněné druhy rozsivek se řadí k vodám mezoeutrofním a mezosaprobním. V podzemní vodě jsou ale tyto organismy zastoupeny tak v nepatrném množství, že tomuto rozdělení nemůžeme přikládat velký význam.

Hlavním důvodem špatného oživení těchto vod je špatná propustnost světla a hodnota kyslíku, která v mém případě klesla až na 3,64. Proto vrt Lesnice vyhodnocuji jako nejčistší vodu, která spadá do stupně katarobita s velmi slabě úživnou až neúživnou vodou (ultraoligotrofní).

8 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na průzkum řasových společenstev v různých typech vod u města Zábřeh na Moravě. Ke studiu byly vybrány tři lokality odlišného charakteru: rybník Oborník, řeka Moravská Sázava a vrt Lesnice. Na základě rozborů sinic a řas a fyzikálně-chemických parametrů jsem výsledky využila k hodnocení kvality vody.

V úvodní části jsem se věnovala především charakteristice zkoumaných lokalit a snažila se získat teoretické informace o planktonních organismech a skupin řas jako bioindikátorů znečištění vod. Praktická část práce představovala vlastní algologický průzkum a vyhodnocení jeho výsledků v podobě soupisu všech nalezených taxonů sinic a řas, které byly použity ke zpracování kvality vody na jednotlivých studovaných lokalitách.

První zkoumané stanoviště, městský rybník Oborník, se vyznačuje silnější eutrofií a středně až silně znečištěnou vodou. Důkazem bylo hnědé zabarvení vody, intenzivní zápach po rybině a přemnožení sinic, které na hladině tvořily vodní květ. Nejpravděpodobnějším důsledkem eutrofizace je lidská činnost v podobě zemědělství a starého průmyslového závodu poblíž rybníka.

Řeka Moravská Sázava patří k čistším vodám až částečně znečištěným se střední eutrofií. Dobrou kvalitu vody indikovaly druhy *Pinnularia viridis* a *Meridion circulare*. Mezotrofie řeky může být způsobená mimo jiné i obyvateli města, kteří vodu využívají k rekreačním účelům.

Nejčistší voda se potvrdila pod povrchem a to ve vrtu Lesnice, kde se v měsíci červnu našly pouze dvě rozsivky a v následujícím měsíci byla voda prakticky bez oživení.

Společenstvo sinic a řas se v průběhu roku mění. Je tedy pravděpodobné, že pokud budeme pravidelně odebírat vzorek ze stejných lokalit, dojdeme k jiným výsledkům. Pro moji práci bylo ale roční období, ve kterém jsem vzorky odebírala stěžejní a brala jsem ho v úvahu při závěrečném hodnocení kvality vod.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AMBROŽOVÁ J. (2002): Mikroskopické praktikum z hydrobiologie. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 183 s.

AQUARION (2011): Znečištění naší vody. Dostupné na:
<http://www.aquarion.empatia.cz/voda/znecesteni.html>. Naposledy navštíveno 16. 2. 2014

BIOLOGICAL SURVEYS (2014): Green algae. Dostupné na: <http://www.lagrande.k12.or.us/peers/streamwatch/swm13c.html>. Naposledy navštíveno 20. 6. 2014

FOTT B. (1956): Sinice a řasy. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 362 s.

HARTMAN P., PŘIKRYL I., ŠTĚDRONSKÝ E. (2005): Hydrobiologie. Informatorium, Praha, 359 s.

JELÍNEK J. & ZICHÁČEK V. (2007): Biologie pro gymnázia. Nakladatelství Olomouc, Olomouc, 575 s.

KALINA T. (1994): Systém a vývoj sinic a řas. Karolinum, Praha, 159 s.

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

KOMÁRKOVÁ J. (2006): Metodika odběru a zpracování vzorků fytoplanktonu stojatých vod. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 11 s.

KRÁSNEČESKO.CZ (2012): Oborník- Zábřeh (rybník). Dostupné na:
<http://www.krasnecesko.cz/lokality/596-obornik-zabreh-rybnyk.html>. Naposledy navštíveno 23. 2. 2014

- KREJČÍ M. (2002): Moravská Sázava. Dostupné na:
<http://www.lanskrounsko.cz/cz/cs/vylety/170-moravska-sazava.html>. Naposledy navštíveno 6. 4. 2014
- KUBÍČEK F. & ZELINKA M. (1982): Základy hydrobiology. SPN, Praha, 140 s.
- MEIXNEROVÁ E. (2012): Kronika města Zábřeh. Dostupné na:
<http://www.muzabreh.cz/mesto-a-jeho-rozvoj/kronika-mesta>. Naposledy navštíveno 20. 4. 2014
- PLANTLIFE (2014): Chlorococcales. Dostupné na: [http://](http://plantlife.ru/books/item/f00/s00/z0000025/st117.shtml)
<http://plantlife.ru/books/item/f00/s00/z0000025/st117.shtml>. Naposledy navštíveno 20. 6. 2014
- POULÍČKOVÁ A. (2011): Základy ekologie sinic a řas. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 91 s.
- POULÍČKOVÁ A. & JURČÁK J. (2001): Malý obrazový atlas našich sinic a řas. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 81 s.
- PRAKTICKÝ PRŮVODCE MIKROSVĚTEM I. (2010): Mikroorganismy jako bioindikátory I.- tekoucí vody. Dostupné na: [http://mikrosvet.mimoni.cz/ulohy/43-](http://mikrosvet.mimoni.cz/ulohy/43-mikroorganismy-jako-bioindikatory-1-tekouci-vody)
[mikroorganismy-jako-bioindikatory-1-tekouci-vody](http://mikrosvet.mimoni.cz/ulohy/43-mikroorganismy-jako-bioindikatory-1-tekouci-vody). Naposledy navštíveno 28. 4. 2014
- REJ (2012): Rybník Oborník přežívá z dávných časů. Dostupné na:
<http://sumpersky.rej.cz/clanky/rybnik-obornik-preziva-z-davnych-casu/>. Naposledy navštíveno 23. 2. 2014
- RÖDLOVÁ S. (2012): Kvalita povrchových vod. Dostupné na:
[http://web.natur.cuni.cz/langhamr/lectures/wq/prezentace/wq_06_biologicke_ukazate](http://web.natur.cuni.cz/langhamr/lectures/wq/prezentace/wq_06_biologicke_ukazatele_znecistení.pdf)
[le_znecistení.pdf](http://web.natur.cuni.cz/langhamr/lectures/wq/prezentace/wq_06_biologicke_ukazatele_znecistení.pdf). Naposledy navštíveno 3. 6. 2014

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J. (2007): Trofie nádrže. Dostupné na:
<http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid-es-006/ebook.html?p=T010>. Naposledy navštíveno 14. 4. 2014

SLÁDEČEK V. & SLÁDEČKOVÁ A. (1996): Atlas vodních organism se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 161 s.

SUPER-NN (2009): Znečištění vody. Dostupné na:
<http://silamore.webnode.cz/news/zencisteni-vody/>. Naposledy navštíveno 14. 4. 2014

ŠEJNOHOVÁ L., VESELÁ J., MARVAN P., KOZÁKOVÁ M., HETEŠA J., GERIŠ R., MARŠÁLEK B. (2008): Atlas fytoENTOSU. [CD]. Naposledy navštíveno 8. 6. 2014

ŠPERLICOVÁ M. (2010): Provozní řád- Úpravna vody Lesnice. Šumperská provozní vodohospodářská společnost, a.s., Šumperk

ŠTĚPÁNEK M., BERNÁTOVÁ M., ČERVENKA R., HAVLÍK B., JIŘÍK V., MAŠÍNOVÁ L., POKORNÝ J., SYMON K., ZDRAŽÍLEK J. (1979): Hygienický význam životních dějů ve vodách. Zdravotní nakladatelství, Praha, 588 s.

URBAN Z. & KALINA T. (1977): Sinice, řasy, houby. Univerzita Karlova, Praha, 253 s.

VESELÁ Š. (2006): Živé organismy jako detektory toxického znečištění vody v reálném čase.- časopis Kontakt. Elsevier, 8: 370-375.

WWW.SINICEARASY.CZ (2014): Oddělení Chlorophyta- zelené řasy. Dostupné na: <http://www.sinicearasy.cz/pokr/chlorophyta>. Naposledy navštíveno 13. 2. 2014

ZNATEMAPU.CZ (2008): Rybník Oborník Zábřeh. Dostupné na:
<http://www.znatemapu.cz/rybnik-obornik-zabreh>. Naposledy navštíveno 23. 2. 2014

9.1 Ústní a písemná sdělení

BUDĚJOVSKÁ K. (2014) - technolog ŠPVS

HÝBLOVÁ K. (2014) - oddělení životního prostředí Zábřeh

JOHN F. & KOVERDYNSKÝ B. (2007) - Městský úřad Zábřeh

10 PŘÍLOHY

Příloha 1: *Staurastrum planctonicum*

Příloha 2: *Closterium limneticum*

Příloha 3: *Scenedesmus dimorphus*

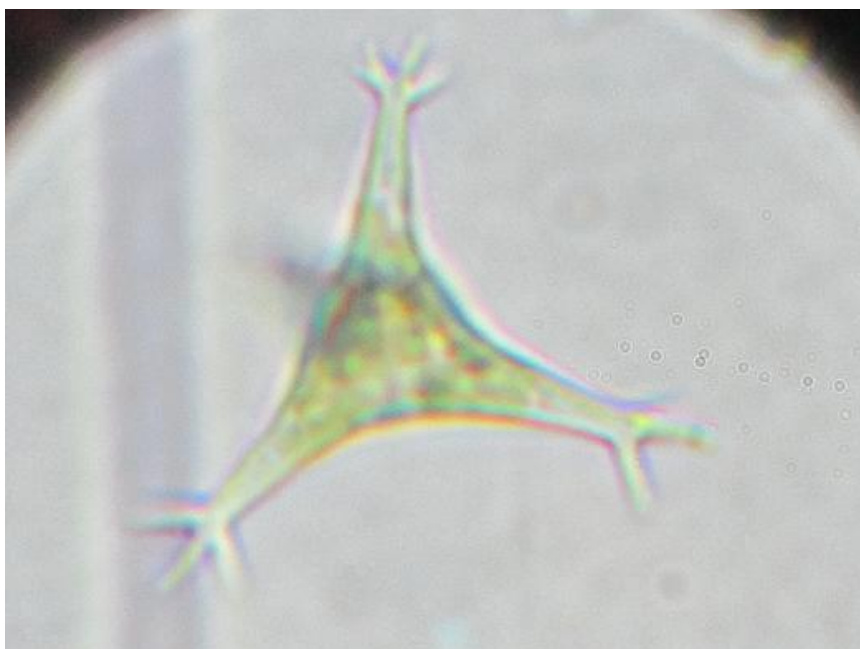
Příloha 4: *Scenedesmus quadricauda*

Příloha 5: *Pediastrum boryanum*

Příloha 6: *Pediastrum tetras*

Příloha 7: *Amphora ovalis*

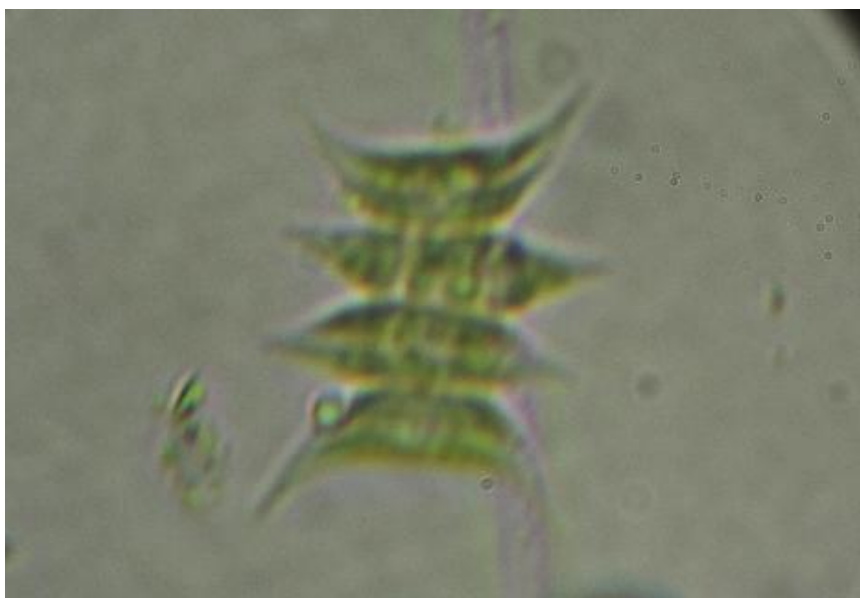
Příloha 8: *Navicula oblonga*



Příloha 1: *Staurastrum planctonicum* (Foto: Alena Běhalová)



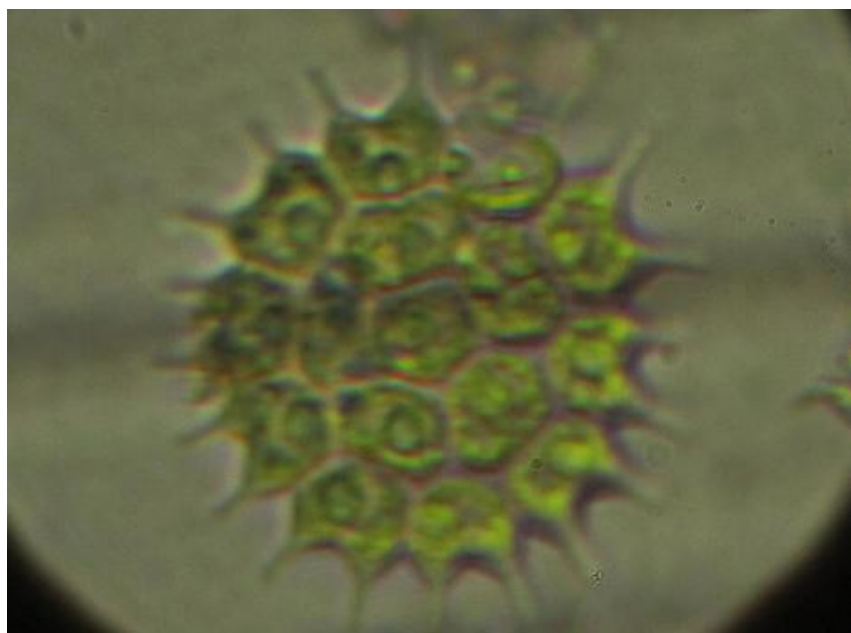
Příloha 2: *Closterium limneticum* (WWW.SINICEARASY.CZ 2014)



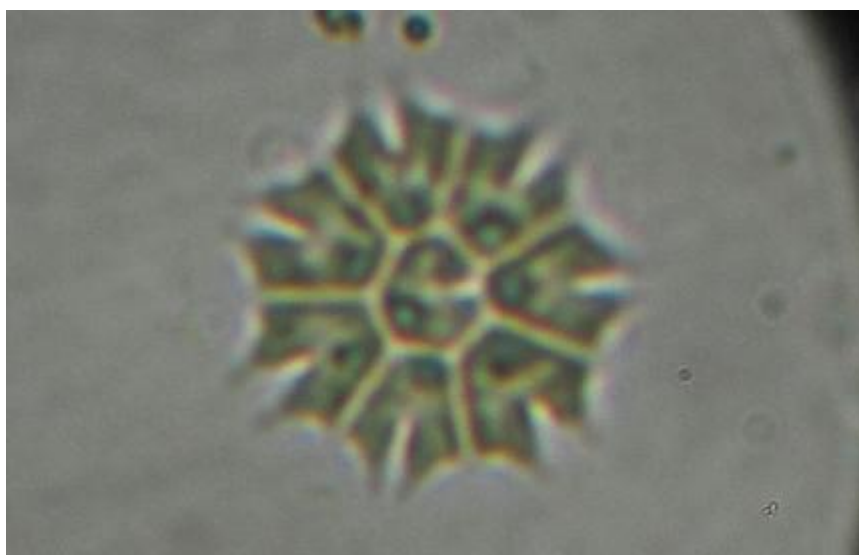
Příloha 3: *Scenedesmus dimorphus* (Foto: Alena Běhalová)



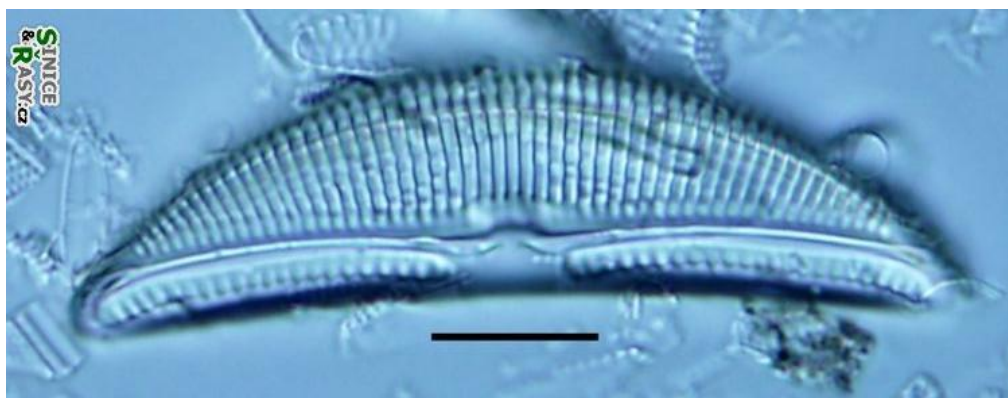
Příloha 4: *Scenedesmus quadricauda* (Foto: Alena Běhalová)



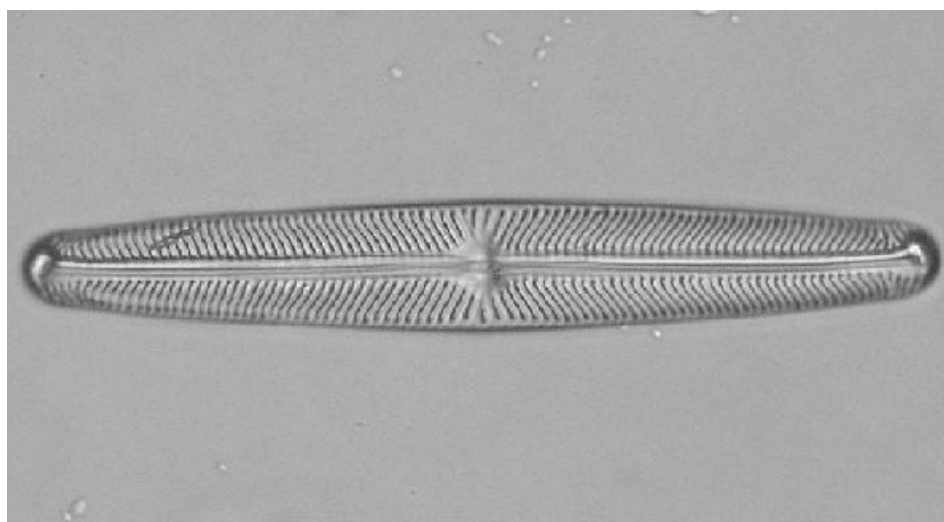
Příloha 5: *Pediastrum boryanum* (Foto: Alena Běhalová)



Příloha 6: *Pediastrum tetras* (Foto: Alena Běhalová)



Příloha 7: *Amphora ovalis* (WWW.SINICEARASY.CZ 2014)



Příloha 8: *Navicula oblonga* (ŠEJNOHOVÁ 2008)

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Alena Běhalová
Katedra:	Biologie
Vedoucí práce:	Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.
Rok obhajoby:	2014

Název práce:	Studium společenstev řas v různých typech vod u města Zábřeha ve vztahu k hodnocení kvality vody
Název v angličtině:	Study of algal communities in different types of water bodies in the region of Zábřeh in relation to water quality assessment
Anotace práce:	<p>Bakalářská práce je zaměřena na průzkum sinic a řas v různých typech vod u města Zábřeh na Moravě. Ke studiu jsou vybrány tři lokality odlišného charakteru: rybník Oborník, řeka Moravská Sázava a Úpravna vody Lesnice.</p> <p>První část práce podává informace o obecné charakteristice příslušného regionu, studovaných lokalit a řasových společenstev. Praktická část práce zahrnuje vlastní algologický průzkum a vyhodnocení jeho výsledků v podobě soupisu nalezených taxonů sinic a řas. Tyto výsledky jsou použity k odhadu kvality vody.</p>
Klíčová slova:	Rybník, řeka, úpravna vody, lokalita, společenstva, řasy, sinice, algologie, taxon, kvalita vody
Anotace v angličtině:	<p>The bachelor thesis is focused on the exploration of cyanobacteria and algae in different types of waters near the town Zábřeh na Moravě. For reasearch were selected three localities of different character: Oborník pond, river Moravian Sázava and water treatment Lesnice.</p> <p>The first part provides information on the general characteristics of each region, the studied localities and algal communities. The practical part includes its own phycological survey and evaluation of its results in the form of a list of found species of cyanobacteria and</p>

	algae. These results are used to estimate the quality of water
Klíčová slova v angličtině:	Pond, river, water treatment, locality, communities, algae, cyanobacterium, algology, taxon, quality of water
Přílohy vázané v práci:	<i>Navicula oblonga</i> <i>Closterium limneticum</i> <i>Scenedesmus dimorphus</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Pediastrum boryanum</i> <i>Pediastrum tetras</i> <i>Amphora ovalis</i> <i>Staurastrum planctonicum</i>
Rozsah práce:	56 stran
Jazyk práce:	Čeština