

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA BIOLOGIE



**Sezónní dynamika řasových společenstev
v rybnících Konventní a Mokřad-Žabinec u
Velehradu**

Bakalářská práce

Autor: Lukáš Chlachula

Studijní obor: Náboženství se zaměřením na vzdělávání a přírodopis se zaměřením na
vzdělávání

Prezenční studium

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

Olomouc 2013

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Jany Štěpánkové, Ph.D. dle pramenů uvedených na konci práce.

V Olomouci dne 20. června 2013

.....

Lukáš Chlachula

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Mgr. Janě Štěpánkové, Ph.D. za odborné vedení práce, konzultace a důležité a cenné rady, vstřícný přístup a pomoc při určování řas, bez čehož by tato práce nevznikla. Na dalším místě bych rád poděkoval mým rodičům za veškerou podporu při studiu.

OBSAH

OBSAH	4
ÚVOD	5
1 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉ OBLASTI	7
1.1 Geologie a geomorfologie zkoumané oblasti.....	7
1.2 Fytogeografické a fytoecnologické poměry.....	8
1.2.1 Mokřadní vegetace a květena zkoumaných lokalit.....	10
1.3 Klimatické poměry.....	11
1.4 Charakteristika zájmového území a zkoumaných rybníků.....	12
1.4.1 Mokřad-Žabinec.....	12
1.4.2 Konventní rybník.....	13
2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SINIC A ŘAS	14
2.1 Řasy jako biologická skupina.....	14
2.2 Druhy stélek.....	14
2.3 Fotosyntetická barviva.....	16
2.4 Rozmnožování.....	16
2.5 Charakteristika hlavních skupin nalezených při výzkumu.....	17
2.5.1 Sinice (Cyanophyta).....	17
2.5.2 Hnědé řasy (Heterocontophyta).....	19
2.5.3 Zelené řasy (Chlorophyta).....	20
2.5.4 Krásnoočka (Euglenophyta).....	21
3 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI VODY	23
3.1 Teplota.....	23
3.2 Reakce vody (pH).....	23
3.3 Konduktivita.....	25
4 CHARAKTERISTIKA RYBNÍKŮ	26
4.1 Obecná charakteristika rybníků.....	26
5 METODIKA ALGOLOGICKÉHO PRŮZKUMU VELEHRADSKÝCH RYBNÍKŮ	28
6 VÝSLEDKY A DISKUSE	29
6.1 Fyzikální a chemické parametry vody.....	29
6.1.1 Výsledky jarních měření.....	29
6.1.2 Výsledky letních měření.....	30
6.1.3 Výsledky podzimních měření.....	31
6.2 Nalezené sinice a řasy.....	33
6.2.1 Seznamy nalezených taxonů sinic a řas.....	35
6.2.2 Komentáře k vybraným taxonům řas.....	41
6.3 Diskuse.....	43
ZÁVĚR	46
POUŽITÁ LITERATURA	47
INTERNETOVÉ ZDROJE	49
PŘÍLOHY	50
ANOTACE	54

ÚVOD

Sinice a řasy nelze z vývojového hlediska považovat za „přirozenou skupinu“. Zahrnuje oxyfototrofní mikroorganismy, které spojuje jejich postavení v ekosystémech, tedy role primárních producentů (Pouličková 2011). Jsou to organismy většinou mikroskopické velikosti se specifickými fotosyntetickými barvivy. Mají prvotní úlohu při sukcesi vodního biotopu. Jsou řazeny k tzv. nižším rostlinám pro svou jednoduchou tělesnou stavbu. Mnoho druhů řas je vodních, a to ať už jsou mořské nebo sladkovodní. Nacházíme však i druhy, které jsou suchozemské - např. *Trentepohlia spp.* Trentepohlie jsou aerofytické řasy, které rostou na různých substrátech. Druhy *T. aurea* (porost je oranžově červený, za sucha šedo zelený) a *T. umbrina* (červenohnědé povlaky) jsou rozšířeny ve střední Evropě na skalách, zdivu a borce stromů (Kalina et Váňa 2005). Díky rozdílnému pH je pozorovatelná i různá míra druhové diverzity řas v různých typech vod. Podle Hindáka (1978) pH vody patří k nejdůležitějším faktorům určujícím výskyt jednotlivých druhů řas v přírodě. Hodnota pH určuje do značné míry i druhové zastoupení řas v rybnících. Jak uvádí Pouličková (2001), sinice *Leptolyngbya nostocorum* žije v pH 13, které se považuje za absolutní hranici života.

Rozvoj řas dále značně závisí na světelných podmínkách. Tento faktor je velmi důležitý, protože řasy jsou z velké většiny autotrofní organismy. Jinak je tomu ale u sinic, kde množství světla nehraje vždy zásadní roli. Sinice jsou schopny růst i při nízkém světelném záření. Sinice jsou většinou fototrofní, rostou jen na světle a spíše v neutrálním nebo slabě zásaditém prostředí (Urban et Kalina 1980).

Rybníky byly vždy významnou součástí naší krajiny. Jsou to mělké, hrazené, vypustitelné umělé nádrže s velkým podílem litorálu. Postupem času se staly organickou součástí krajiny a nahrazují tak v našich podmínkách jezera, která se u nás prakticky nevyskytují (Adámek 2010).

Jsou využívány především k chovu ryb. Jak uvádí Adámek (2010), současná situace v celé řadě rybníčních ekosystémů je charakteristická vysokou biomasou fytoplanktonu. Ta je ovšem závislá na početnosti fytofágních druhů. Ovlivňujícími faktory jsou např.: zvyšující se hodnota pH, úroveň světelných podmínek v jarním období, fotosyntetická činnost fytoplanktonu, vzrůst teploty v letním období, zvýšené množství fosfátů z aplikovaných hnojiv. Většina českých rybníků byla původně oligotrofních nebo mezotrofních (Brabec et al. 2011). V dnešní době je však časté ovlivňování přísunu živin ze strany člověka. To nastává zejména po 2. světové válce. Jde o vápnění rybníků,

příkrmování a hnojení. Podle Adámka (2010), je tak rybníkářství v současnosti v pozici, kdy musí managementem reagovat na eutrofní (často až hypertrofní) podmínky v rybníčním ekosystému.

Rybníky, které se staly předmětem mého výzkumu, se nacházejí v blízkosti Velehradu. Jedná se o poměrně nové vodní lokality; vystavěny byly teprve v letech 2000 až 2002. Cílem této práce je zpracování zkoumané lokality z hlediska algologie. Jde o první algologický výzkum na lokalitě Konventní louky od výstavby rybníků.

Studované rybníky se staly předmětem výzkumu také pro svou rozdílnost, která plyne z různého napájení obou rybníků. Jedná se buď o napájení spodní vodou nebo přítokem z Modřanského potoka. V rybnících jsou chovány ryby, nikoli však pro užitek. Z vodní fauny se zde dále nachází populace kachny divoké (*Anas platyrhynchos*). Průhlednost vody není po celý rok příliš velká. Tyto rybníky mají sloužit jako místo odpočinku a nejsou určeny ke koupání. Vzhledem k poměrně krátké době existence rybníků a k vlivům, které na ně působí, mne zajímalo jaký je charakter zdejších řasových společenstev a jak se mění v průběhu roku.

O Velehradu byla publikována řada studií v oboru historie. Mohli bychom jmenovat např. Velehrad v památkách osmi století (Pojsl et Hyhlík 1997). Dále Velehrad: Stavební památky bývalého cisterciáckého kláštera (Pojsl 1990). V oboru biologie k dané lokalitě není publikováno mnoho. Je velmi pravděpodobné, že není publikováno vůbec nic. Tento výzkum byl tedy prováděn za účelem prozkoumání lokality z přírodovědného hlediska s cílem publikovat danou práci a výsledky výzkumu knižně.

Cíle bakalářské práce

Záměrem práce je srovnat sezonní dynamiku řas v obou rybnících v období od jara do zimy 2011. Rybníky nejsou napájeny stejným způsobem (spodní voda, přítok z potoka). Jde tedy o zmapování zdejší diverzity řas a zjištění, zda-li je patrný rozdíl v řasové diverzitě při odlišném napájení obou rybníků. Jde o floristický výzkum a jedná se pravděpodobně o první algologický výzkum na této lokalitě.

Cílem práce je:

Srovnat sezonní dynamiku řas v obou rybnících.

Zjistit, jak velký je rozdíl ve složení řasových společenstev při odlišném napájení rybníků.

Srovnat hodnoty pH a teploty v průběhu roku při odlišném napájení rybníků.

1 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉ OBLASTI

1.1 Geologie a geomorfologie zkoumané oblasti

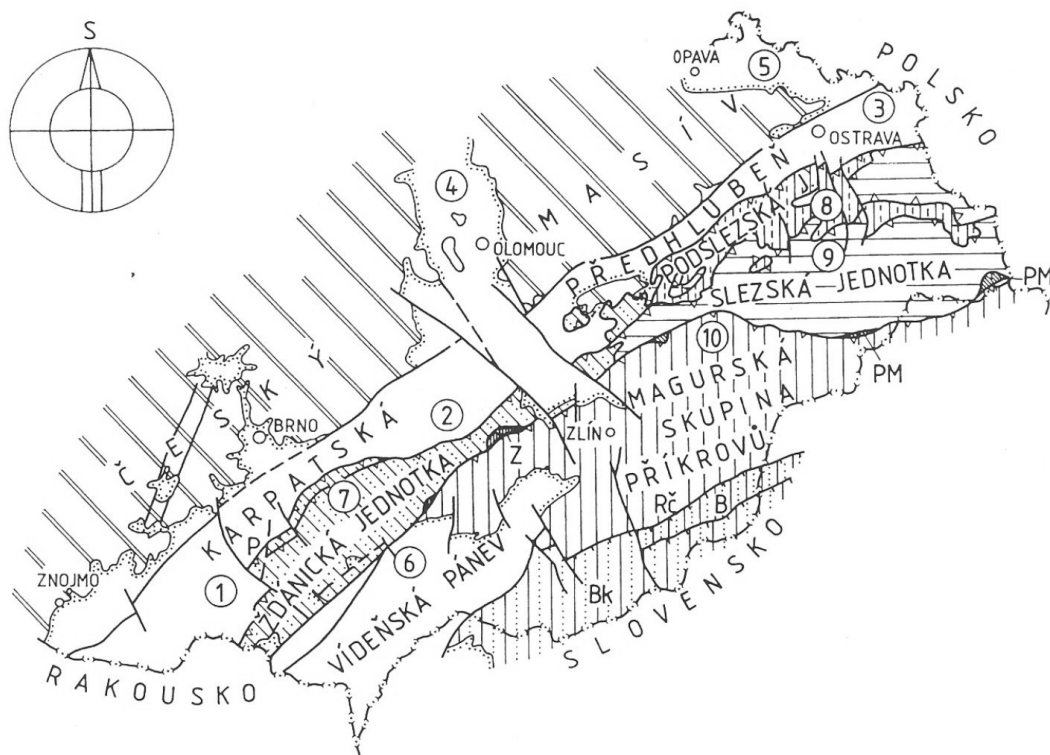
Zájmové území se rozprostírá na území Zlínského kraje, přesněji na území Uherskohradištského okresu. Nachází se na jižním okraji obce Modrá u Velehradu, v lokalitě zvané Konventní louky (viz obr. 1).

Geologicky spadá do flyšového pásma. Po stránce geomorfologické leží zájmové území na rozhraní Chřibů a Stupavské pahorkatiny, blíže Javornické a Kunovické pahorkatiny (Vacek 2006).



Obr. 1 Mapa Velehradu a přilehlého okolí s vyznačením zkoumané oblasti. Převzato z <http://www.mapy.cz/>.

Geologické podloží je tvořeno tzv. Magurským flyšem (obr 2), který tvoří jednotky Račanská, Bystřická a Bělokarpatská. Tyto jednotky jsou nasunuty ve směru JV-SZ. Jak uvádí Mackovčín (2002), geologické podloží tvoří usazené horniny Západních karpát, a to magurského flyše a vídeňské pánve. Chřiby, kam náleží i Velehrad, jsou tvořeny Račanskou jednotkou příkrovů. Sedimenty v račanské jednotce vznikly v časovém rozpětí od svrchní křídy po spodní oligocén (Mackovčín 2002).



Obr. 2 Schéma regionálního geologického členění západních Karpat v České republice. Převzato z (Havlíček 1982).

V podloží zkoumané oblasti převažují jílovité hlíny. Písčité hlíny oproti tomu zcela ustupují do pozadí. Orograficky je lokalita součástí Jankovické vrchoviny v geomorfologickém celku Stupavské vrchoviny, celku Chřibů a podsoustavě Středomoravských Karpat (Matějka 2010).

1.2 Fytogeografické a fytoocenologické poměry

Okolí Velehradu spadá do pohoří Chřiby. Toto pohoří leží v suprakolinním až submontanním vegetačním stupni, které charakterizuje typické západokarpatské mezofytikum (Novák et Hudec 1997 in Kouřilová 2011).

Suprakolinní stupeň, ve kterém se nachází zkoumané území, je charakterizován okresy mezofytika. Podle Hejného et Slavíka (1988), je to oblast vegetace a květeny odpovídající temperátnímu pásmu (tj. zonální vegetaci) v středoevropských podmínkách oceanity (především oc_2), což je oblast opadavého listnatého lesa. Odlesněná území a louky jsou využívána k zemědělství, především k pěstování brambor. Zkoumané rybníky leží v území, které lze definovat jako mokřadní louky díky vysoké hladině spodní vody.

Rozdělením potenciální přirozené vegetace náleží oblast do Dolnomoravského úvalu. Zkoumané území je nazýváno rozdělením potenciální přirozené vegetace jako prvosenková dubohabřina (obr 3). Okrajová pohoří Západních Karpat tvoří výraznou, vegetačně svébytnou část našeho území (Chytrý et al. 2011). Niže uvedená mapa (obr 3) nastiňuje oblast, do které spadá Velehrad z hlediska potenciální přirozené vegetace.



Obr. 3 Mapa potenciální přirozené vegetace s vyznačením zkoumané oblasti. Převzato z <http://www.geoportal.gov.cz/>.

V oblasti převažuje mezofytikum nad termofytikem, je zde patrný přechod mezi stupněm suprakolinním a submontánním. Jak uvádí Kouřilová (2011), květena je zastoupena typickými středoevropskými karpatskými druhy, obohacenými o teplomilné druhy panonské oblasti, chladnější jihosibiřské oblasti a druhy náležícími do severské subboreální oblasti. Oblast je brána jako relativně kontinentální a srážkově nedostatečná. Z pohledu zalesnění se jedná o částečně lesnatý terén. Diagnostickými druhy těchto oblastí jsou *Cornus mas*-dřín obecný, *Ulmus minor*-jilm habrolistý, *Ulmus laevis*-jilm vaz, *Aconitum anthora*-oměj jedhoj, *Vicia cassubica*-vikev kašubská, *Carex humilis*-ostřice nízká, *Eryngium campestre*-máčka ladní.

1.2.1 Mokřadní vegetace a květena zkoumaných lokalit

Rostlinná společenstva mokřadů jsou druhově relativně chudá. Jejich diverzita závisí na nepřímém vlivu člověka, a to na trofii a výšce vodního sloupce. Společenstva vod a mokřadů mají velmi rozmanitou synmorfologickou stavbu, která se uplatňuje i při jejich klasifikaci (Hejný et Slavík 1988).

Zkoumané území je fytoecologicky zahrnuto do vegetace rákosin a vysokých ostřic. Podle Chytrého et al. (2011), jde konkrétně o svaz MCA04 *Phragmitetum australis* - rákosiny s rákosem obecným. Diagnostickým a dominantním druhem je rákos obecný (*Phragmites australis*). Jak uvádí Chytrý et al. (2011), *Phragmitetum australis* je přirozenou vegetací na pobřeží sladkých nebo mírně slaných vod. Mezi dominantami rákosin a vysokých ostřic je konkurenčně nejsilnějším druhem rákos obecný (*Phragmites australis*), který v pobřežní zóně vodních nádrží obsazuje veškerá pro něj vhodná stanoviště. Jak dále uvádí Chytrý et al. (2011), pokryvnost porostů se nejčastěji pohybuje v rozmezí 80-100%. Díky mokrému a obnaženému substrátu je možné relativně jednoduché množení rákosu. Vyšší bylinné patro je tedy dáno jedním dominantním druhem, zatímco nižší bylinné patro může být potlačeno vlivem nedostatku světla. Růst rákosu nastává až po značné pokročilosti fenologického klidu. Dále se mohou v tomto typu vegetace uplatnit porosty orobince širokolistého (*Typha latifolia*) a orobince úzkolistého (*Typha angustifolia*). Nacházejí se na stanovištích bohatých na živiny. Jde o rostliny s téměř kosmopolitním rozšířením. V České republice byla tato vegetace zaznamenána od níže do pahorkatin po celém území (Chytrý et al. 2011).

Z vodních makrofyt se spolu s rákosinami na lokalitách objevuje často i okřehek menší (*Lemna minor*). Tato situace byla patrná i na rybníku Mokřad-Žabinec. Dalším typickým druhem je přeslička poříční (*Equisetum fluviatile*).

Biomasa rákosin v pobřežní zóně stojatých vod každoročně odumírá, zčásti se rozkládá a zčásti se hromadí na dně, kde se mísí s minerálními částicemi. Dno se tak postupně zvyšuje a při letních a podzimních nízkých stavech vody bývá častěji obnažené (Chytrý et al. 2011). Velké porosty rákosu s nadměrnou vrstvou opadanky nejsou příznivé pro chov ryb. Změnu v dominanci druhů zapříčiňuje vysoká hladina biomasy na rybníčním dně. Tyto podmínky přestávají být příznivé pro druhy rákosin, a naopak lépe vyhovují vysokým ostřicím. Z nich je u nás nejběžnější ostřice štíhlá-*carex*

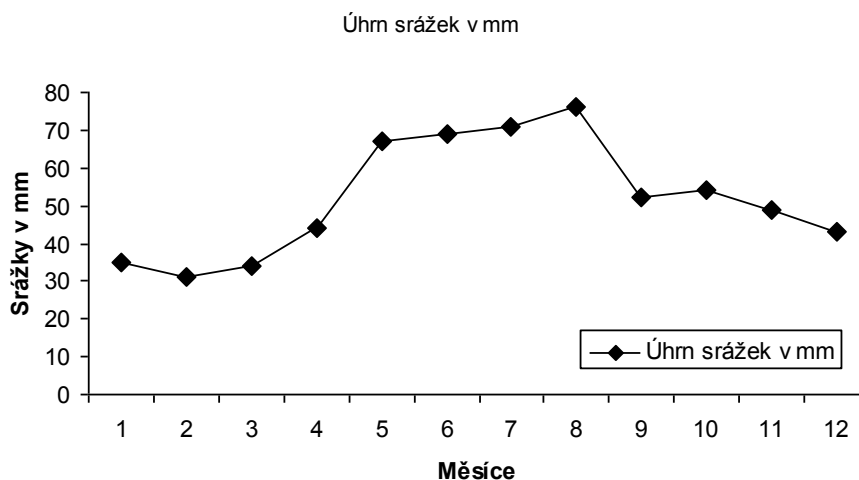
acuta, která roste na kyselých i vápnatých substrátech od nížin po podhorské stupně (Chytrý et al. 2011).

1.3 Klimatické poměry

Klimatické poměry vztahující se ke zkoumanému území (okolí Velehradu) byly vyhodnoceny klimatickou stanicí Napajedla.

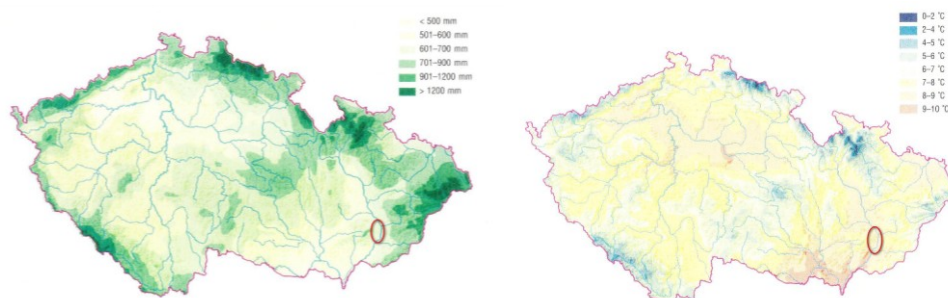
Průměrný úhrn srážek za rok je 625 mm, průměrné srážky za vegetační období jsou 379 mm (Horký 1999), viz též obr 4. Průměrná roční teplota na zkoumaném území je 8,7 °C. Průměrná teplota za vegetační období je 15,1°C. Nejteplejší měsíce jsou červenec a srpen, nejchladnější je leden (Horký 1999).

Území se nachází v mírně teplé klimatické oblasti (obr 5). Z klimatického hlediska je zájmové území součástí mírně teplé klimatické oblasti MT11, pro níž je charakteristické dlouhé, teplé, suché léto, přechodné období krátké s mírně teplým jarem a podzimem, krátká, mírně teplá, velmi suchá zima s krátkým trváním sněhové pokrývky (Vacek 2006).



Obr. 4 Vývoj množství srážek za rok. Vytvořeno na základě dat získaných z hydrogeologických posudků ke zkoumané oblasti. Data uvedená v grafu se vztahují k roku 1998.

Klimatické oblasti v České republice. Včetně oblastí s určitou průměrnou roční teplotou, nastiňují následující mapy (obr. 5).



Obr. 5 Průměrný roční úhrn srážek a teplot a v různých oblastech ČR. Převzato z Chytrý et al. (2011). Červené elipsy znázorňují zkoumanou oblast.

1.4 Charakteristika zájmového území a zkoumaných rybníků

Vybrané studijní lokality se nachází na území Zlínského kraje v okrese Uherské Hradiště. Předmětem výzkumu jsou rybníky Konventní a Mokřad-Žabinec u Velehradu. Oba rybníky leží na místě bývalých Cisterciáckých rybníků. Společně s vodním tokem Salaška, který je významným tokem Chřibské oblasti budou tyto prvky tvořit v těsné blízkosti intravilánu významný biotop, který umožní existenci a rozvoj mokřadních společenstev (Horký 1999). Velehrad byl vystavěn z velké části na mokřadním podloží. Orná půda v této lokalitě není zemědělsky nijak využitelná z důvodu vysoké hladiny spodní vody. Nadmořská výška se pohybuje okolo 200-250 m. n. m. Rybníky z jižní strany obklopuje les. Severní stranu lemuje obec Modrá. Západní strana je obklopena obcí Velehrad. Z východu je zájmové území obklopeno loukami. Na východ je pak 5 km vzdálené Staré Město u Uherského Hradiště. Povolení pro výstavbu rybníků vydal okresní úřad Uh. Hradiště – referát životního prostředí.

1.4.1 Mokřad-Žabinec

Projekt na výstavbu rybníka byl zadán 10. 4. 1999. Parcelní číslo je 1957/3 k. ú. Velehrad. Do trvalého provozu byl uveden 26. 3. 2001. Vlastníkem je obec Modrá, podle (Horký 1999).

Rybník je napájen spodní vodou. Jde tedy o tzv. pramenitý rybník. Zátopová plocha činí 0,81 ha. Maximální hloubka vody je 2m. Objem při maximálním nadržení je 5265

m³. Kóta při maximálním nadržení je 202,00 m n. m. K regulaci hladiny v mokřadu bude sloužit betonový požerák otevřený s dvojitou dřevěnou dlužovou stěnou (Horký 1999).

Převládající vegetaci na břehu rybníka tvoří silné porosty rákosu obecného. Dále je zde zastoupena čeled' Přesličkovité, a to přesličkou největší-*Equisetum telmateia* a Přesličkou rolní-*Equisetum arvense*. Na východní straně rybníka roste vrba bílá-*Salix alba*.

Rybník slouží k rekreaci. Nikoli však ke koupání. Voda zde není nijak zvlášť průhledná. Vodní fauna je tvořena rybami a ptactvem. Z ptactva je to zpravidla husa velká-*Anser anser* a dále kachna divoká-*Anas platyrhynchos*.

1.4.2 Konventní rybník

Rozkládá se na parcelách 686/3, 686/5, 686/7. Rybník je napájen z Modřanského potoka. Jedná se o tzv. průtočný rybník. Jak uvádí Letáková (2011), rybníky průtočné zásobuje protékající voda. Zátopová plocha činí 1,3805 ha. Maximální hloubka vody je 2m. Objem při maximálním nadržení je 17.557 m³. Výška hráze činí 1,2 m. Kóta normálního nadržení rybníka je 202,80 m relativní výšky. Délka hráze je 225 m (čelní a boční). Šířka hráze v koruně je 4,0 m, sklon svahu 1:2. Je zde vybudován bezpečnostní přepad, a to na východní straně rybníka. Průtok vody činí 5,86 m³/s (Hrabec 2001).

Jižní strana rybníka je osázena jilmy vazy-*Ulmus laevis*, severní strana duby letními - *Quercus robur*, západní a východní strana vrbami býlími-*Salix alba*. Na východní straně jsou též patrné porosty rákosin. Hráz rybníka je travnatá s častým výskytem jitrocele kopinatého-*Plantago lanceolata*, jitrocele prostředního-*Plantago media* a jitrocele většího *Plantago major*.

2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SINIC A ŘAS

2.1 Řasy jako biologická skupina

Sinice a řasy jsou drobnohledné rostlinné (fotoautotrofní, fotolitotrofní) organismy, jejichž tělo není rozlišeno na kořen, stonek a list, ale je tvořeno stélkou. Proto jim také říkáme rostliny stélkaté a řadíme je do umělé skupiny tzv. nižších rostlin (Pouličková 2011) v protikladu k tzv. vyšším rostlinám. Mohou dosahovat velikosti od mikroskopických rozměrů přes milimetrové kolonie váleče až po několikametrové porosty hnědých řas – chaluhy (Kalina et Váňa 2005).

Podle současného systematického dělení jsou řasy strukturovány do čtyř říší: bakterie, prvoci, chromista, rostliny. Základním způsobem rozlišujeme sinice a řasy podle složitosti buněčné stavby. Sinice řadíme do prokaryot a řasy do eukaryot. V české odborné literatuře se používá spojení „sinice a řasy“, což ukazuje na rozdíl mezi prokaryotními sinicemi a eukaryotními řasami (Kalina et Váňa 2005).

Primárním životním prostředím řas je voda. V různých typech vod se vyskytuje většina druhů řas. Mohou ale růst například i na kůře stromů, nebo na stavebních kvádrech viaduktů (*Trentepohlia*). Některé vodní řasy se mohou při vysoké průhlednosti vody, vyskytovat až v hloubce 200m. Vrstva ve vodním sloupci, kde je možný průnik světla pro život fototrofních organismů, se označuje jako fotická vrstva. Podle Pouličkové (2011), prosvětlené zóně říkáme eufotická a může dosahovat od několika cm do cca 120 m.

Převážná většina řas jsou fotoautotrofní organismy - k životu tedy potřebují sluneční záření. Růst řas je dán vlnovou délkou a intenzitou světla. Díky tomu může probíhat fotosyntéza. Jak uvádí Pouličková (2011), zdrojem energie pro fotosyntézu je světlo v rozmezí 380-720 nm a nazýváme ho fotosynteticky aktivní radiací (PhAR).

2.2 Druhy stélek

Bez ohledu na systematické zařazení vykazují řasy podobný vývoj buněk a stélek (Kalina et Váňa 2005). U řas rozlišujeme deset druhů stélek (Urban et Kalina 1980).

Monadoidní stélka - nachází se u bičíkovců. Je jednojaderná a jednobuněčná. Tvar je často kapkovitý. Buňka je opatřena bičíky, které mohou být přítomny v různém

počtu. Je pokryta periplastem nebo pelikulou. Sladkovodní bičíkovci mívají v buňkách pulzující vakuolu (Rosypal et al. 2003).

Rhizopodová (měňavkovitá) stélka_ - je taktéž jednobuněčná a jednojaderná, popř. mnohojaderná. Pohyb je dán pomocí panožek. V plastidech bývá obsažena stigma. Vyskytuje se např. u tříd Chrysophyceae a Xanthophyceae (Kalina et Váňa 2005).

Kapsální stélka - je jednojaderná a jednobuněčná. Její povrch obklopuje buněčná stěna, která je dále obalena výraznou vrstvou slizu. V plastidech je patrná stigma (Pouličková et Jurčák 2001; Kalina et Váňa 2005).

Kokální (buněčná) stélka - je stejně jednobuněčná a jednojaderná jako např. stélka kapsální. Je kryta buněčnou stěnou a není schopna aktivního pohybu. V buňkách nejsou vakuoly ani stigma (Rosypal et al. 2003).

Trichální stélka - mnohobuněčná stélka tvořená z jednojaderných buněk uspořádaných do podoby vlákna. Ta mohou být jednoduchá nebo rozvětvená. Rozeznáváme pravá a nepravá vlákna. U pravých vláken je patrné spojení buněk plazmodezmami. U nepravých vláken toto spojení chybí (Kalina et Váňa 2005).

Heterotrichální stélka - odvozena od trichální, je složitěji větvená. Jsou na ní patrné morfologicky i funkčně rozlišené větve. Nacházíme ji např. u řasy *Trentepohlia* (Kalina et Váňa 2005).

Parenchymatická (pletivná) stélka - je odvozena od jednoduchého nebo heterotrichálního vlákna (Kalina et Váňa 2005). Trojrozměrná struktura stélky se formuje při opakovaném mitotickém dělení. U pletivných stélek se poprvé setkáváme s funkční diferenciací pletiva, které poněkud připomíná tělo vyšších rostlin (Kalina et Váňa 2005).

Sifonokladální stélka - je vláknitá, vakovitá, rozvětvená, mnohobuněčná. Při větvení vlákna se uplatňuje pučení základní buňky boční větévky (Kalina et Váňa 2005).

Sifonální (trubicová) stélka - je vakovitá, popř. vláknitá. Nemá příčné přehrádkování. Plazivé sifony udržují rostliny na povrchu bahna v mělké vodě, vzpřímené sifony mají především funkci fotosyntetickou (Kalina et Váňa 2005).

Stélka parožnatek - je mnohobuněčná vzpřímená stélka s přeslenitým uspořádáním bočních větví. Parožnatky obsahují nodální a internodální buňky (Kalina et Váňa 2005).

2.3 Fotosyntetická barviva

O zbarvení řas a jejich stélek rozhodují fotosyntetická barviva. Ta jsou typická pro různé skupiny řas. Podle základních typů zbarvení rozlišujeme sinice, ruduchy, hnědé a zelené řasy. Modrozelenou barvu sinic a červenou barvu ruduch způsobují barviva bílkovinné povahy fykobiliny - modrý fykocyanin a červený fykoerytrin (Pouličková et Jurčák 2001). Dalším barvivem je fukoxantin, který obsahují hnědé řasy. Sinice jsou schopny měnit barvu podle dopadajícího světla. To je nazýváno chromatická adaptace (Kalina et Váňa 2005).

Dále u řas rozlišujeme různé druhy chlorofylů. Chlorofyly jsou zelená barviva, která se vyskytují ve čtyřech formách označených jako chlorofyl *a*, chlorofyl *b*, chlorofyl *c* a chlorofyl *d*. Chlorofyl *a* je hlavním fotosyntetickým pigmentem všech řasových skupin. U většiny sinic je jediným chlorofylem obsaženým v tylakoidech (Kalina et Váňa 2005). Chlorofyly *a+b* nacházíme u euglen, kořenonožce *Chlorarachnion* a zelených rostlin podříše Viridiplantae. Chlorofyl *a* vždy výrazně převažuje nad chlorofylem *b*. Varianta chlorofylu *a+c* je známa u obrněnek, skrytěnek a hnědých řas. Chlorofyl *c* má tři formy - *c*₁, *c*₂, *c*₃. *C* chlorofyl má na rozdíl od chlorofylů *a+b* odlišnou biosyntézu. Chlorofyly *a+d* známe u některých sinic a u několika ruduch (Kalina et Váňa 2005).

Karotenoidy jsou fotosyntetické pigmenty červenooranžové nebo žluté barvy. V chloroplastech zastávají různou funkci. Dělí se na karoteny a xantofyly. Podle Kaliny a Váni (2005), jsou součástí světlosběrné antény absorbující světelné záření v širší oblasti než chlorofyly a tím zvyšují přísun fotonů pro fotosyntézu. Karoteny mají také za úkol chránit buňky před UV zářením. Další funkcí je zachytávání volných radikálů.

Xantofyly tvoří rozsáhlou skupinu asi 30 látek, které byly identifikovány v plastidech řas (Kalina et Váňa 2005). Zahrnujeme sem např. fukoxantin a peridinin. Ty jsou příčinou specifického zbarvení některých skupin řas.

2.4 Rozmnožování

U řas pozorujeme rozmnožování pohlavní i nepohlavní. Pouze nepohlavně se rozmnožují sinice a krásnooka. Čistě pohlavní rozmnožování nacházíme u některých chaluh. Všechny ostatní skupiny řas se rozmnožují jak pohlavně, tak nepohlavně (Pouličková et Jurčák 2001).

Nepohlavním rozmnožováním rozumíme v první řadě prosté dělení buňky mateřské na dvě buňky dceřiné. Dále lze rozlišit dělení vícenásobné, které je založeno na několika děleních uvnitř buňky za sebou. Těmito procesy vznikají tzv. spory. Ty se mohou pohybovat. Pokud jsou pohyblivé, nazýváme je zoospory. Nepohyblivé, zmenšené kopie mateřské buňky označujeme jako autospory (Pouličková et Jurčák 2001).

Pohlavní rozmnožování je založeno na splynutí dvou buněk a vytvoření zygoty. U vegetativních buněk to označujeme jako hologamii. To můžeme pozorovat např. u spájivek. Dále je u řas patrná izogamie. Ta je charakterizována splynutím dvou morfologicky identických gamet. Anizogamie je charakteristická splýváním různě velkých gamet, které jsou tak zároveň morfologicky rozlišitelné. Pokročilejší způsob pohlavní reprodukce představuje oogamie, při níž splývá větší nepohyblivá vaječná buňka s menší buňkou spermatickou, která je většinou schopna pohybu (Pouličková et Jurčák 2001; Kalina et Váňa 2005).

U řas rozlišujeme tři typy životních cyklů. Zygotický, gametický a sporický. Nejběžnější je zygotický, při němž převládá haploidní fáze, diploidní jsou pouze zygoty. Dále je to gametický cyklus, při němž jsou řasy zpravidla po většinu života diploidní. U posledního, sporického cyklu dochází ke střídání pohlavní a nepohlavní generace. Tím máme na mysli rodozměnu (Pouličková et Jurčák 2001).

2.5 Charakteristika hlavních skupin nalezených při výzkumu

V následující kapitole bude pojednáno pouze o řasách (skupinách) vyskytujících se na zkoumaném území nejhojněji. O ostatních vybraných skupinách řas, zaznamenaných během výzkumu, bude pojednáno ve výsledkové a diskuzní části práce.

2.5.1 Sinice (Cyanophyta)

Podobají se svou stavbou bakteriím, mají prokaryontní typ buňky. Jsou řazeny do říše Prokaryota. V dnešní době je známo více než 2000 druhů. Stélka sinic je kokální nebo vláknitá. Fotosyntetická barviva (chlorofyl *a*, beta karoten, zeaxantin, echinenon, myxoxantofyl, fykocyanin a fykoerytrin) jsou obsažena v tylakoidech uložených volně v chromatoplasmě (Kalina et Váňa 2005). Sinice jsou jedinými organismy, jejichž buňky obsahují ve speciálních strukturách uzavřený plyn. Ten je důležitý pro vznášení

se a ponořování ve vodním sloupci. Jsou to speciální plynové vakuoly. Jak uvádí Hindák (1978), mají specifickou ultrastrukturu v podobě fragmentu včelího plástu.

Sinice se rozmnožují nepohlavně dělením buněk, většinou na dvě části. Pohlavní rozmnožování není známo. Proces dělení probíhá oddělením buněčného obalu od obvodu ke středu. Tím máme na mysli vytvoření příčné přehrádky. Sliz, který vlákno pokrývá, se na dělení nijak nepodílí. U vláknitých sinic je patrné také rozmnožování hormogoniemi. Dále se množí sinice akinetami, což jsou buňky, díky nimž sinice přežívají nepříznivá období (Kalina et Váňa 2005).

Pohyb sinic se děje pasivně vznášením se ve vodním sloupci, aktivně rotací vláken, popř. přímočarým pohybem. Sinice projevují fototaktické pohyby, jejichž rychlost a směr závisí na intenzitě světla (Kalina et Váňa 2005). Jak uvádí Urban et Kalina (1980), pohybující se vlákna klouzají zpravidla po povrchu podkladu a zanechávají za sebou slizovou stopu. Tento klouzavý pohyb má mít vliv na produkci slizu u sinic.

Životní prostředí sinic je velmi různorodé. Díky své odolnosti se mohou vyskytovat i v prostředí, které je jinak pro život náročné. Jsou schopny přežívat ve značně nízkých až extrémních teplotách. Byla zaznamenána teplota okolo 50-70°C. Podle Urbana a Kaliny (1980) sinice snášejí zmrazení na – 180°C.

Sinice často vytvářejí kolonie, které na hladině tvoří souvislý pokryv nazývaný se vodní květ. Tvoří jej zpravidla druhy rodů *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Planktothrix*. Ty jsou nadlehčovány plynovými vakuolami, které se nazývají aerotopy. Vodní květ se vytváří koncem jara, kdy kolonie sinic vystoupají ze dna nádrže na hladinu. Přítomnost sinic značí vysoký obsah dusíku a fosforu ve vodním prostředí. Jak uvádí Kalina et Váňa (2005), vodní květ je výsledkem přemnožení určité skupiny sinic ve vodách s nadbytkem dusíkatých a fosforečnanových živin. Podle Hindáka (2001) přiměřená tvorba sinicových květů jako zdroje primárně vyprodukované biomasy je jednoznačně vítána v rybníčním hospodářství. Při nadprodukcii sinic však dochází k úhynu ryb. To se zpravidla děje v horkých letních dnech. Vodní květy ale nejsou vítány ve vodním hospodářství (čističky odpadních vod, nádrže s pitnou vodou). Odstranění vodního květu je obtížné, zejména vzhledem ke schopnosti sinic adaptovat se na změněné podmínky (Kalina et Váňa 2005).

2.5.2 Hnědé řasy (Heterocontophyta)

Hnědé řasy jsou velká skupina řas, které jsou převážně fotoautotrofní. Do této skupiny řadíme např. rozsivky, zlativky chaluhy a různobrvky.

Podle Kaliny a Váni (2005) jsou to buď mikroskopické řasy, k nimž patří zejména bičíkovci, kokální a vláknité stélky, nebo složité diferencované pseudoparenchymatické a pletivné stélky hnědých řas (Fucophyceae).

Při výzkumu na velehradských rybnících byly nalezeny převážně rozsivky. Z toho důvodu následuje pojednání o této skupině řas.

Rozsivky (Bacillariophyceae)

Rozsivky pocházejí z období jury. Mají kokální stélku, která je uzavřena v pevné křemité schránce. Jak uvádí Urban et Kalina (1980), rozsivky jsou jednobuněčné řasy žijící jednotlivě nebo v koloniích. Obsahují chlorofyl *a*, chlorofyl *c*₁, *c*₂, *c*₃, fukoxantin, β-karoten, diadinoxantin a diatoxantin.

Nejvýraznějším znakem rozsivek je jejich schránka, zvaná frustula (www.sinicearasy.cz). Schránky stavbou připomínají krabičku ze dvou dílů, většího a menšího, které do sebe navzájem zapadají. Tyto dvě části se nazývají epitéka a hypotéka. Během života jejich plochy nerostou. Roste pouze pásek (pleura) obepínající obě misky. Díky růstu pásku dochází k oddalování větší epitéky a menší hypotéky. Podle Kaliny a Váni (2005) původní rozměry se obnoví v pohlavním procesu, ke kterému jsou buňky připraveny až po dosažení kriticky malých rozměrů. Každá z obou dceřiných buněk dostává jednu misku od mateřské buňky a druhou si potom tvoří, a to vždy jako hypovalvu - tedy i hypotéka mateřské buňky se stává epitékou dceřiné buňky (Hindák 1978). Buňky rozsivek jsou jednojaderné.

Rozsivky dělíme podle souměrnosti schránek na tzv. centrické a penátní. Centrické mají paprscitou symetrii schránek, které jsou většinou kruhové na průřezu. U penátních rozsivek je podélný rozměr delší než příčný, symetrie schránek je bilaterální (Kalina et Vána 2005).

Pohlavní rozmnožování centrických rozsivek je izogamické, anizogamické a oogamické, kdežto u penátních rozsivek se setkáváme pouze s izogamií nebo anizogamií (Kalina et Vána 2005).

Rozsivky obývají stanoviště se širokým spektrem ekologických podmínek. Dobře snášejí zastínění i nízké teploty, takže se vyskytují od časného jara do pozdního podzimu (Hnaníčková 2009).

Navzdory své adaptabilitě na různé druhy prostředí rozsivky špatně reagují na odpadní vody. Dlouhodobá pozorování potvrdila, že rozsivková společenstva citlivě reagují na znečištění odpadními vodami. Tak je možné rychle posoudit zhoršení kvality vody (Kalina et Váňa 2005)

Rozsivky jsou potravou měkkýše slávky jedlé (*Mytilus edulis*). Vegetativní buňky rozsivek obsahují neurotoxin kyselinu domoikovou. Jak popisují Kalina a Váňa (2005), při požití slávek obsahujících domoikovou kyselinu dochází k depolarizaci neuronů v lidském mozku, jejich degeneraci a smrti jedince. Kalina a Váňa (2005), dále popisují, že v mírnějších případech je intoxikace spojena se ztrátou paměti.

Endemické rozsivky jsou poměrně vzácné. Patří k nim například centrická rozsivka *Cyclotella fotii*, která žije pouze v planktonu Ochridského jezera v Makedonii (Kalina et Váňa 2005).

2.5.3 Zelené řasy (Chlorophyta)

Zelené řasy jsou druhově nejbohatší a v přírodě hojně rozšířené. Z fylogenetického hlediska tvoří počátek mohutné, složitě diferencované vývojové linie zelených rostlin (Urban et Kalina 1980).

(a) Zelenivky (Chlorophyceae)

Je to třída druhově velmi bohatá. Obsahuje volně žijící bičíkovce i kokální řasy, často jsou zastoupeny také vláknité stélky. Rozmnožování probíhá nepohlavně i pohlavně. Jak uvádí Urban a Kalina (1980), zelenivky se rozmnožují dělením buněk nebo tvorbou různých typů nepohlavních výtrusů, tj. 2–4 bičíkatých zoospor nebo nepohyblivých aplanospor, autospor či autocenobií. Pohlavní rozmnožování se uskutečňuje ve formě izogamie, anizogamie a gamentangiogamie (Hnaníčková 2009).

U bičíkovců nacházíme dva stejné, tzv. izokontní bičíky. Bičíky jsou zakotveny v buňce, v níž – opět na předním konci – jsou uloženy jejich kinetozomy (bazální tělíska) (Kalina et Váňa 2005). Zelenivky žijí převážně ve vodách bohatých na organické látky. Ty využívají jako zdroje uhlíku a dusíku.

Buňku zelenivek z velké části vyplňuje chloroplast. Barva chloroplastu je jasně zelená. Při nedostatku živin a dusíkatých látek zelenivky zastavují dělení a žloutnou. Dále se ve struktuře chloroplastu někdy nachází červená světločivná skvrna - stigma. Obsahuje β -karoten a větší množství proteinů, které tvoří základní hmotou stigmaty (Kalina et Váňa 2005).

Buněčná stěna zelenivek se u jednotlivých druhů liší (Kalina et Váňa 2005). U rodů jako je např. *Scenedesmus*, *Pediastrum*, popř. *Tetraedron* a *Desmodesmus* je stěna chráněna chemickou vrstvou nazývanou sporopolenin. Tato látka, podobně jako algenan, odolává horké acetolýze. Buněčná stěna má různou strukturu tvořenou do jisté míry sacharidovou vrstvou a dále se jedná o struktury sporopoleninové (Kalina et Váňa 2005).

Jádro zelenivek je kulovité, s jadérkem, obklopené diktyozomy a mitochondriemi (Kalina et Váňa 2005). Vícejaderné jsou pouze buňky řádu *Sphaeropleales*.

(b) Ulvophyceae

Třída Ulvophyceae obsahuje jak sladkovodní druhy, tak druhy žijící ve slaných i brakických vodách. Podle Kalina a Váni (2005), v současné podobě obsahuje třída Ulvophyceae pouze dva řády: Codiolales a Ulvales.

Ulvophyceae jsou jednobuněčné, vláknité, heterotrichální, sifonální a sifonokladální řasy. U této třídy nenacházíme volně žijící bičíkovce. Chloroplast je miskovitý až ve tvaru prstence.

Rozmnožování je pohlavní, a to anizogamní nebo izogamní, i nepohlavní pomocí zoospor. U druhů s pohlavním rozmnožováním probíhá haplontní nebo haplo-diplontní životní cyklus (Kalina et Váňa 2005).

2.5.4 Krásnoočka (Euglenophyta)

Krásnoočka představují skupinu volně se pohybujících bičíkovců, kteří nepříznivá období přečkávají ve stádiu cyst.

Buňky euglen jsou oválné, popřípadě vřetenovité nebo kulovité. Povrch buňky tvoří tzv. pelikula, která je tvořena systémem bílkovinných proužků. Na stupni jejího vývinu závisí schopnost či neschopnost měnit tvar těla (Pouličková et Jurčák 2001).

Mezi eugleny patří i bičíkovci žijící v lorikách (Kalina et Váňa 2005). Lorika je otevřená pevná schránka tvořená slizovými vlákny a inkrustovaná solemi železa a

manganu. Lorika se vyskytuje zpravidla u krásnooček rodu *Trachelomonas*. Na předním konci buňky je vytvořena vychlípenina ve tvaru baňky s úzkým hrdlem, označovaná jako ampula (Kalina et Váňa 2005). Je to útvar, který je u většiny krásnooček stejný. U krásnooček byly zjištěny chlorofyly $a+b$. Obsahují též β -karoten.

Rozmnožování probíhá pomocí dělení. Eugleny se rozmnožují podélným dělením v pohyblivém nebo nepohyblivém stavu (Kalina et Váňa 2005). Pakliže druhy mají schránku, dělení probíhá ve schránce. U jedinců se schránkou dělení mimo schránku probíhá velmi ojediněle. Podle Peciara et al. (1984) nebylo u krásnooček pohlavní rozmnožování pozorováno. Krásnoočka se pohybují pomocí bičíků. Ty jsou stejně nebo nestejně dlouhé. Nepříznivá období přečkávají krásnoočka ve slizových koloniích. V tomto období ztrácejí bičíky. Fototrofní eugleny tvoří pouze třetinu známých druhů (Kalina et Váňa 2005).

Krásnoočka se vyskytují v sladkých a brakických vodách. Jsou často pozorována v malých stojatých nádržích. Díky přísunu močoviny získávají dobré podmínky pro život. Při přemnožení tvoří zelené až červené zbarvení vodní hladiny. Jsou schopna osídlovat velké množství různých typů vod. Hrají velkou úlohu při samočisticích procesech rybníků a nádrží. Často je najdeme na fázovém rozhraní voda-půda, v mělkých, jen přechodně zavodněných loužích. Najdeme je i v rašelinných tůních, eutrofních rybnících a v návesních rybnících s přítokem silážových vod a močůvky (Kalina et Váňa 2005).

3 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI VODY

Voda tvoří na zeměkouli asi 71% pokryvu plochy. Je nezbytnou kapalinou pro život všech organismů. Z chemického hlediska je molekula vody (H_2O) sloučenina ze dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku (Hartman et al. 2005).

Z fyzikálního hlediska je voda velmi komplikovanou sloučeninou s řadou jedinečných vlastností, přičemž vykazuje anomálie ve všech svých vlastnostech (Lellák et Kubíček 1991).

U vody rozlišujeme několik základních fyzikálně-chemických vlastností. Jsou to hustota, povrchové napětí, viskozita, průnik světla, teplota vody, redox potenciál, konduktivita a pH (Lellák et Kubíček 1991). V této kapitole bude pojednáno pouze o veličinách měřených během odběrů, a to o teplotě, pH a konduktivitě.

3.1 Teplota

Podle Lelláka et Kubíčka (1991) voda v kapalném stavu má velkou měrnou tepelnou kapacitu. Voda je kapalina, která má v přírodě nejdelší dobu ohřevu a tím spotřebovává i nejvíce energie, a to $4 \text{ J}/\text{cm}^3$. Je to kapalina, která také nejpomaleji vychládá, což je dáno její největší měrnou tepelnou kapacitou.

Teplota vody závisí na mnoha faktorech ovlivňujících stav vodního prostředí. Jsou to počasí, sluneční záření, charakter vodní nádrže, konvektivita vodních proudů v nádrži (Lellák et Kubíček 1991).

Podle Hartmana et al. (2005), zdrojem tepla ve vodě je sluneční energie – absorpce paprsků, dále předávání tepla z ovzduší a malou měrou ze dna nádrže či vodoteče.

Kolísání teploty vody je dáno nejen slunečním zářením, ale do značné míry také hloubkou vodní nádrže. Podle kolísání teplot rozdělujeme vodní nádrže do třech druhů. Nádrže s malými teplotními změnami ($5\text{-}10^\circ\text{C}$) se středními změnami ($11\text{-}20^\circ\text{C}$) a nádrže s velkými teplotními změnami (nad 20°C) (Hartman et al. 2005).

3.2 Reakce vody (pH)

Molekuly vody se skládají ze 2 atomů vodíku a 1 atomu kyslíku. Ve skutečnosti je nepatrná část molekul rozložena (disociována) na H^+ a OH^- . V chemicky čisté vodě je obsah těchto iontů v rovnováze, a proto má tato voda neutrální reakci $\text{pH}=7$ (Hartman et

al. 2005). Nadbytek vodíkových H^+ iontů způsobuje kyselost vodných roztoků, nadbytek hydroxylových OH^- iontů způsobuje zásaditost. Ve všech těchto případech se rozdíly v pH vody projevují nejen změnou intenzitou životních projevů, ale i rozdílným druhovým složením řasových společenstev, podporou rozvoje druhů, kterým dané pH vyhovuje a vyloučením anebo oslabením výskytu druhů, pro které je pH příliš vysoké anebo příliš nízké. Reakce (pH) vody tedy patří k nejdůležitějším faktorům určujícím rozšíření jednotlivých druhů řas v přírodě (Hindák 1978).

Je definováno jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Je to vyjádření kyselé či alkalické reakce. Hodnoty pH se pohybují v rozsahu 1-14, pH nižší než 7 značí reakci kyselou, pH vyšší než 7 odpovídá zásadité reakci. Podle Lelláka et Kubíčka (1991) reakce vody může výrazně ovlivnit oživení vodní nádrže nebo toku.

V rybníčních vodách jsou hodnoty pH určovány poměrem mezi oxidem uhličitým a hydrogenuhličitanovými ionty (Hartman et al. 2005). Jestliže hodnota pH vzroste na 8 a výše, je to způsobeno odčerpáváním volného CO_2 z vodního prostředí díky fotosyntetické asimilaci rostlin. Tato situace bývá častá při vrcholu vegetační sezóny. Zde hraje pro oživení fotosyntetické asimilace významnou úlohu fytoplankton. CO_2 se ve vodním prostředí tvoří několika způsoby, a to přirozenými procesy dýchání a rozkladem organické hmoty (Lellák et Kubíček 1991).

Díky vysoké biomase fytoplanktonu a jeho fotosyntetické činnosti dochází zpravidla v předjarním období k tomu, že pH se zvyšuje až na hodnotu 10 a výše. Jak uvádí Adámek et al. (2010), v procesu fotosyntézy dochází k alkalizaci, neboť je spotřebováván oxid uhličitý, a pH se tudíž zvyšuje díky úbytku kyseliny uhličitě. To zapříčiňuje ve vodách kolísání hodnot pH v průměru o jeden stupeň v průběhu dne.

K udržení rovnovážné situace ve vodním sloupci je důležité zachování rovnováhy mezi volným CO_2 a hydrogenuhličitanem a dále poměr uhlíku a ostatních biogenních prvků. Nerovnováha mezi těmito chemickými sloučeninami vede zpravidla k onemocnění rybí osádky, a to zpravidla onemocnění žaberního komplexu (Adámek et al. 2010).

S narůstajícím množstvím biomasy fytoplanktonu a rozkolísáním hodnot biogenních prvků se dostávají některé hodnoty na kritickou mez přežití zooplanktonu. To může mít fatální důsledky pro rybníční ekosystém.

3.3 Konduktivita

Vodivost vody (konduktivita) má význam pro posouzení její kvality co do obsahu rozpuštěných látek (Hartman et al 2005). Jak uvádí Lellák et Kubíček (1991), voda se stává vodivou pro elektrický proud vlivem rozpuštěných minerálních látek. Vodivost nebo také cizím slovem konduktivita, se udává v $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. To z toho důvodu, že jednotka S-Siemens je pro povrchové napětí příliš vysoká. Z toho důvodu se uvádí μS , tedy mikrosiemens. K měření se používá konduktometru. Je buď kombinovaný, nebo obsahuje zvlášť připojitelnou elektrodu pro měření vodivosti.

Vodivost je značně závislá na teplotě, proto se hodnoty naměřené v terénu přepočítávají na standardní teplotu, zpravidla 25°C . Vodivost povrchových vod zvyšuje přítok komunálních vod i některých průmyslových odpadních vod, v rybníkářství například kejdivání (Hartman et al 2005).

Ke stanovení vodivosti je zapotřebí vztahu narůstající vodivosti vody a v ní rozpuštěných solí.

4 CHARAKTERISTIKA RYBNÍKŮ

4.1 Obecná charakteristika rybníků

Rybníky jsou umělé mělké vodní nádrže, jejichž primárním účelem byl chov ryb. V průběhu staletí byly osídleny více či méně specifickými společenstvy vodních organismů, původem převážně z biotopů tůní a aluvií, které tvoří ekosystém rybníka (Adámek et al. 2010).

Podle Pouličkové (2011), jsou to mělké, hrazené, vypustitelné umělé nádrže s velkým podílem litorálu. Byly vybudovány primárně k chovu ryb, kachen apod. Původní rybníky byly z hlediska množství živin oligotrofní. Jejich tendence k mezotrofii a hypertrofii nastává až s příchodem používání umělých hnojiv. Díky vápnění a hnojení, které je spojeno s érou intenzifikace zemědělství (zejména ve 20. století), se většina dříve oligotrofních rybníků změnila na mezotrofní, eutrofní, či dokonce hypertrofní (Adámek et al. 2010; Pouličková 2011).

Podle Letákové (2011) první zmínky o přehrazování vodních toků pocházejí ze 13. století. Jak také uvádí Letáková (2011), v současné době je na našem území okolo 25 000 rybníků o celkové rozloze 53 000 hektarů. Pokud slouží rybníky k produkci ryb apod., jsou většinou eutrofní až hypertrofní.

Primární produkci v rybnících zajišťuje fyto-bentosu a fytoplankton. Sekundární produkce je tvořena zoobentosem a zooplanktonem. Rybniční prostředí je dáno produkcí fytoplanktonu, který má díky svému narůstajícímu množství a fotosyntéze za následek kolísání hodnot pH. Převaha fotosyntetických procesů na jaře je tak důvodem rapidního růstu pH v tomto období (Adámek et al. 2010).

V letním období u nás v rybnících často dochází k masivnímu rozvoji sinic řas na základě zvýšení teploty ovzduší. Vysoké teploty způsobují uvolňování fosfátů, amoniaku a dalších hnojiv ze sedimentů na dně rybníků. Vzhledem k nadbytku biomasy ve vodním sloupci dochází ke zhoršení průniku světla vodním prostředím (Adámek et al. 2010).

Kritickým obdobím pak bývá konec srpna a začátek září. V důsledku intenzivní respirace sedimentů při přetrvávajících vyšších teplotách a snížení intenzity fotosyntézy kvůli markantnímu zkrácení světelné periody může v noci dojít k poklesu koncentrace kyslíku až na hodnoty kritické pro přežití rybí osádky (Adámek et al. 2010). Rozdílné okysličení vodního sloupce je zřejmé z biochemických pochodů v nádrži. Díky rozkladu

organické hmoty je spotřebováván kyslík, a to má za následek odkysličování dna rybníka. To odborně označujeme termínem „respirace sedimentů“. V závislosti na tomto procesu může pak docházet k akutnímu nedostatku kyslíku pro zooplankton a rybí osádku a tím k jeho následnému vymírání. Vlivem extrémního zvýšení hladiny fytoplanktonu v nádržích a v rybnících dochází k destabilizaci rybníčního ekosystému (Adámek et al. 2010).

5 METODIKA ALGOLOGICKÉHO PRŮZKUMU VELEHRADSKÝCH RYBNÍKŮ

Třikrát během roku 2011 (jaro, léto, podzim) bylo odebráno z každého rybníku (Konventní rybník, Mokřad-Žabinec) vždy pět vzorků. Každý z těchto vzorků se vztahoval vždy k jednomu stálému odběrovému místu. Místa odběru byla na začátku průzkumu zvolena tak, aby bylo možné zmapovat výskyt druhů řas na slunných i stinných místech. Všechny odběry byly vždy prováděny okolo 14.00 hodin. Vzorky byly odebírány ze břehu, a to seškrabem z ponořených kořenů stromů, z kamenů, popřípadě z rákosu rostoucího z vody, dále také odsáváním jemného sedimentu ze dna v mělké pobřežní zóně rybníků. K odběrům byly použity plastové lahvičky o objemu 1 dcl, lžička (k seškrabu řasových nárostů z pevného podkladu) a laboratorní plastové pipety (k odsávání řas v místech, kde seškrab nebyl možný).

Při každém odběru byla měřena teplota vody, jedenkrát byla měřena konduktivita a dále při každém odběru bylo měřeno pH. Toto měření bylo prováděno za pomoci pH-metru. V jarním období byl použit pH-metr značky HANNA HI 98129 + HI 98130 zapůjčený z Katedry botaniky PřF UP v Olomouci a dále v letním a podzimním období pH-metr značky WTW zapůjčený z Katedry biologie PdF UP v Olomouci.

Odebrané vzorky byly uloženy do plastových lahviček a zality vodou z místa odběru. Přes noc byly lahvičky ponechány otevřené v otevřeném okně do druhého dne. Následující den byly pozorovány pod mikroskopem a konzultovány s vedoucí bakalářské práce v laboratoři Katedry biologie Pedagogické fakulty UP. Taxony řas a sinic byly determinovány podle určovacího klíče Hindáka (1978), podle interaktivního CD Atlas fyto Bentosu (Šejnohová et al. 2008) a také za pomoci fotografií z webu www.sinicearasy.cz. Krásivky byly určovány podle publikací Coesela (1983, 1991, 1997). Vzorky byly pozorovány mikroskopem BMS 76 firmy INTRACO MICRO při zvětšení 400x. Vybrané objekty (řasy) byly fotografovány na mikroskopu Olympus BX 51 fotoaparátem Olympus. Fotodokumentace je uložena na přiloženém CD, které je součástí bakalářské práce.

Vzorky byly mikroskopovány za živa, popř. také ve fixovaném stavu. Fixace byla provedena pomocí Pfeifferovy fixační směsi (formaldehyd + kyselina octová + metanol, poměr 1:1:1) jak popsali Němec et al. (1962).

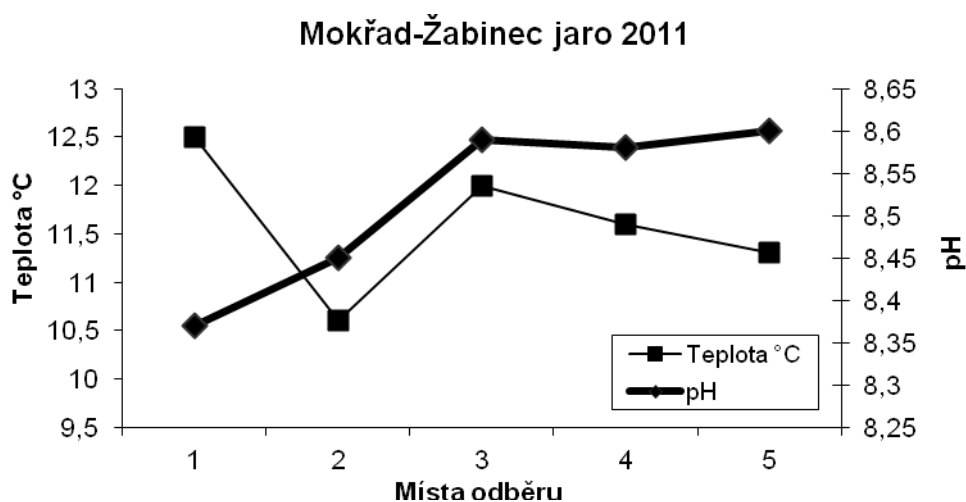
6 VÝSLEDKY A DISKUSE

6.1 Fyzikální a chemické parametry vody

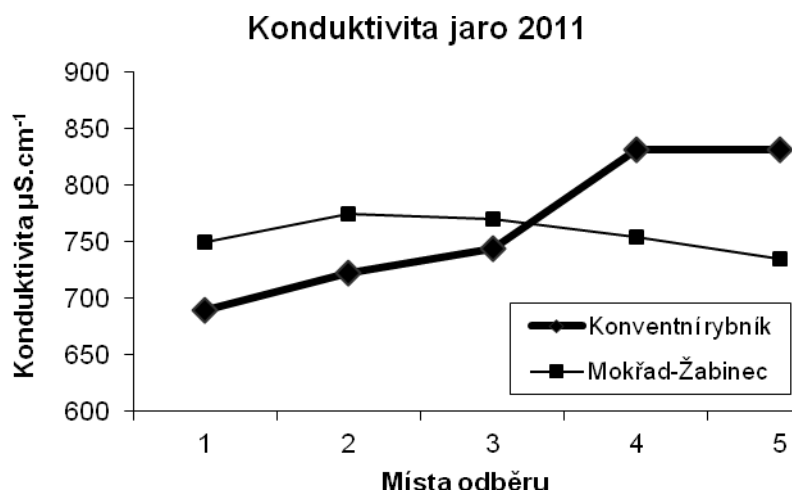
V roce 2011 byl proveden algologický výzkum na rybnících Konventní a Mokřad-Žabinec v blízkosti Velehradu. Během tohoto roku bylo třikrát měřeno pH a teplota vody. Konduktivita byla měřena pouze v jarním období.

6.1.1 Výsledky jarních měření

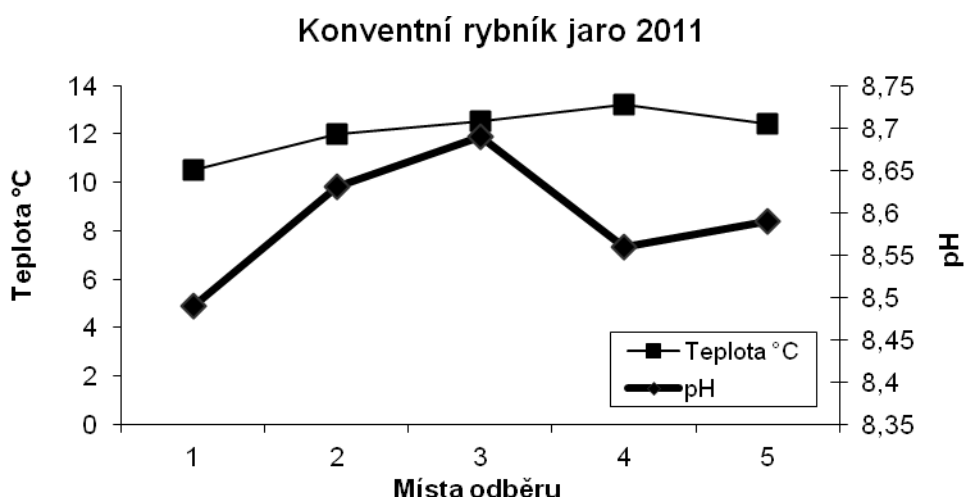
V jarním období byl odběr vzorků řas společně s měřením fyzikálně-chemických parametrů vody proveden 27. 3. 2011. Hodnoty pH se v jarním období pohybovaly v rybníku Mokřad-Žabinec v rozmezí od 8,37 do 8,6. Hodnoty ukazuje obr. 6.. V Konventním rybníku byly naměřeny hodnoty v rozmezí od 8,49 do 8,69 (obr. 8). Teplota vody v rybníku Mokřad-Žabinec se pohybovala v rozmezí od 10,6 do 12,5 °C (obr. 6). Konduktivita se v rybníku Mokřad-Žabinec v tomto období pohybovala od 735 do 775 μS (obr. 7). V Konventním rybníku byla naměřena konduktivita v rozmezí od 698 μS do 831 μS (obr. 7). Teplota se v Konventním rybníku pohybovala v rozmezí od 10,5°C do 13,2°C.



Obr. 6 Hodnoty pH a teploty vody v rybníku Mokřad-Žabinec při jarním měření



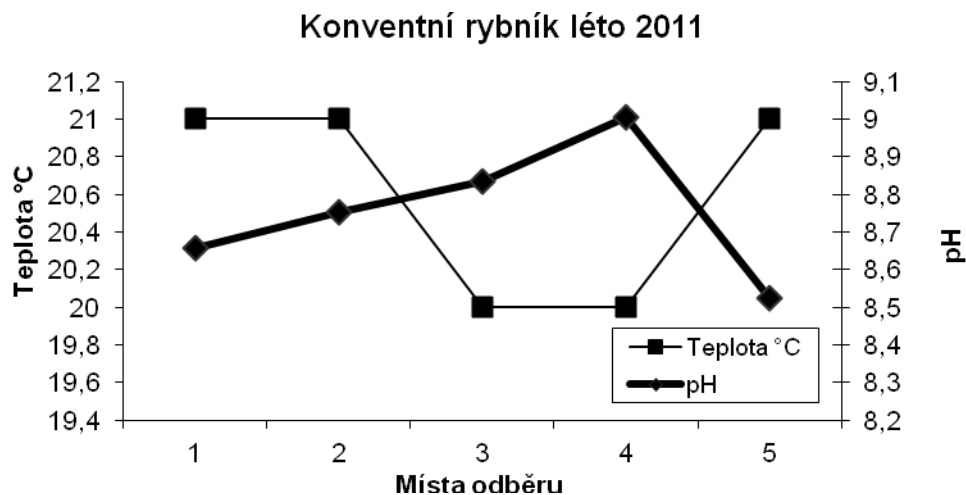
Obr. 7 Hodnoty konduktivity v Konventním rybníku a v rybníku Mokřad-Žabinec při jarním měření



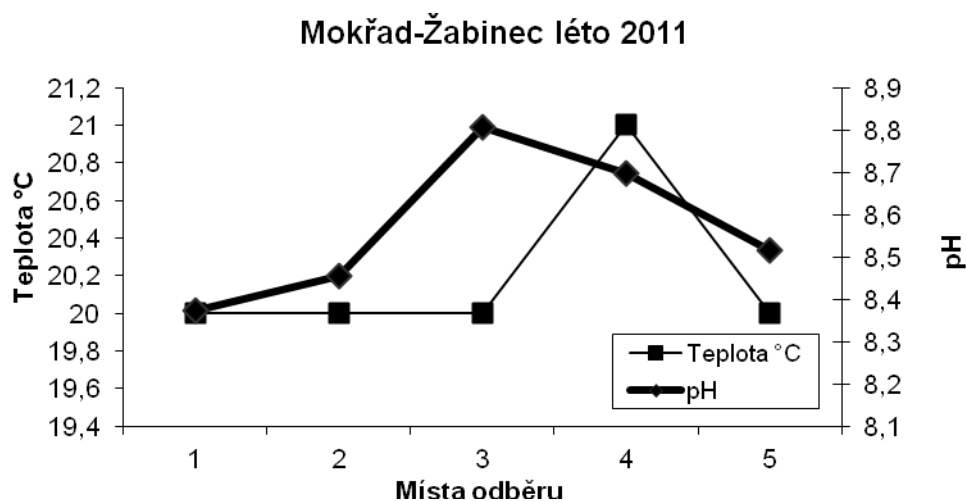
Obr. 8 Hodnoty pH a teploty vody v Konventním rybníku při jarním měření

6.1.2 Výsledky letních měření

V letním období byl odběr vzorků spolu s fyzikálně-chemickými měřeními proveden 12. 6. 2011. Hodnoty pH se v tomto období pohybovaly v Konventním rybníku od 8,658 do 9,006. Hodnoty ukazuje ob. 9. V rybníku Mokřad-Žabinec bylo naměřeno pH v rozmezí od 8,373 do 8,805. Hodnoty ukazuje obr. 10. Rozmezí teplot se v Mokřadu-Žabinci pohybovalo od 20 do 21 $^{\circ}\text{C}$ (obr. 10). V Konventním rybníku se teplota pohybovala taktéž od 20 do 21 $^{\circ}\text{C}$ (obr. 9).



Obr. 9 Hodnoty pH a teploty vody v Konventním rybníku při letním měření

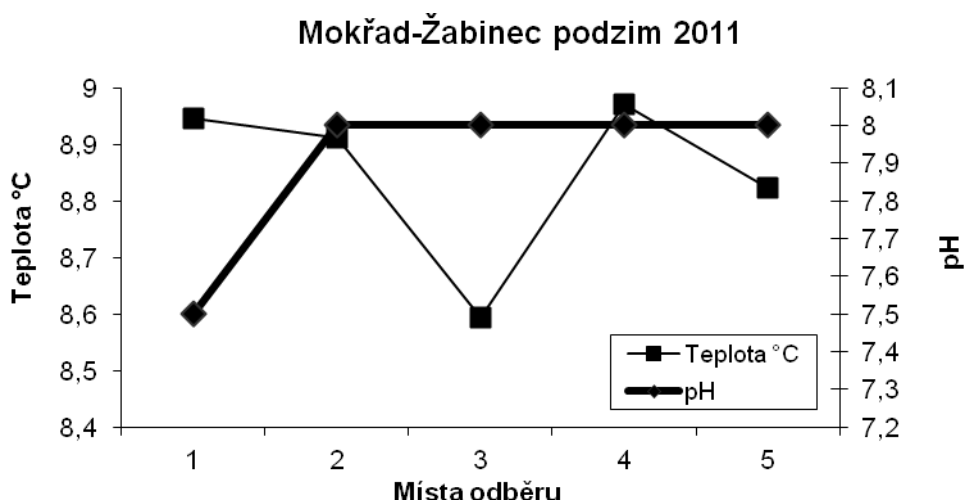


Obr. 10 Hodnoty pH a teploty vody v rybníku Mokřad-Žabinec při letním měření

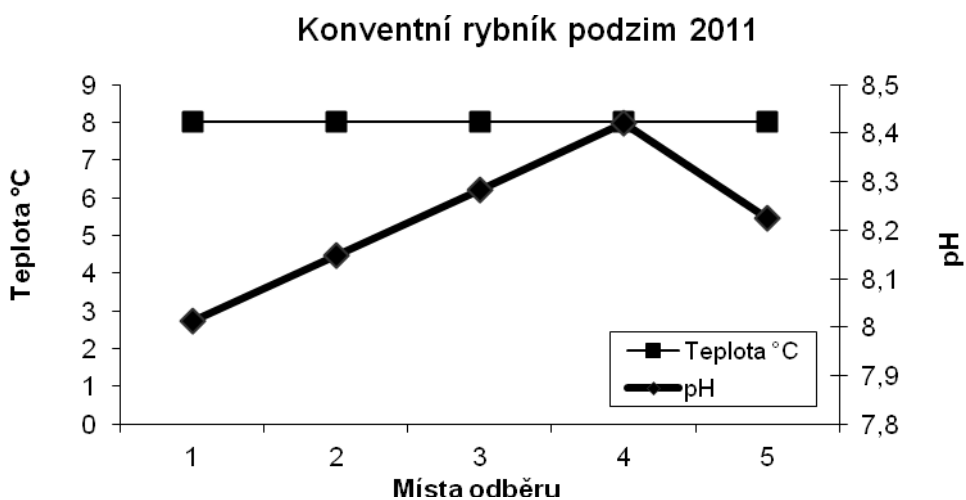
6.1.3 Výsledky podzimních měření

V podzimním období byly odběry vzorků a měření fyzikálně-chemických parametrů provedeny 23. 10. 2011. Hodnoty pH se v podzimním období pohybovaly v rybníku Mokřad-Žabinec v rozmezí od 8,594 do 8,970 (obr. 11). V Konventním rybníku byly naměřeny hodnoty pH v rozmezí od 8,013 do 8,420 (obr. 12). Rozmezí

teplot se v rybníku Mokřad-Žabinec pohybovalo od 7,5 do 8°C (obr. 11). V Konventním rybníku byla naměřena teplota v rozmezí od 8 do 8,5°C (obr 12).



Obr. 11 Hodnoty pH a teploty vody v rybníku Mokřad-Žabinec při podzimním měření



Obr. 12 Hodnoty pH a teploty vody v Konventním rybníku při podzimním měření

6.2 Nalezené sinice a řasy

Ze vzorků odebraných na studovaných rybnících byly vytvořeny nativní preparáty, které byly následně podrobeny mikroskopickému pozorování. Jak již bylo uvedeno dříve, některé taxony sinic a řas byly fotografovány. Na základě rozboru všech získaných vzorků bylo možné získat představu o:

- Diverzité sinic a řas, struktura jejich společenstev
- Sezónní dynamice studovaných společenstev řas
- Vztahu mezi výskytem řas a hodnotami pH
- Vztahu mezi výskytem řas a konduktivitou
- Vztahu mezi výskytem řas a teplotou vody

(a) Studované mikrobiotopy sinic a řas (odběrová místa)

Struktura společenstev sinic a řas a jejich sezónní dynamika byly zkoumány na několika stálých odběrových místech, reprezentujících různé mikrobiotopy v rámci obou studovaných rybníků. Jejich stručné charakteristiky, zjištěné při terénních pracích, uvádí následující text.

(b) Odběrová místa na Konventním rybníku

1. Přepadové zařízení pro odtok vody.

Jde o z kamenů vybudovaný přepad pro odtok vody. Jde o stanoviště s tekoucí vodou. Po většinu roku bylo zařízení zabahněné a porostlé místní vegetací. V letním období z tohoto místa nebyl odebrán vzorek z důvodu nízké hladiny vody v rybníce. Bylo proto vybráno místo, které se nachází nejbližší standardnímu odběru, a to boční stěna přepadu, která byla částečně ponořena ve vodě. Toto místo se nachází na východní straně rybníka směrem ke Starému městu u Uherského Hradiště (obr. 13).

2. Ponořené piloty konstrukce altánku

Toto odběrové místo je slunné. Je situováno na východní straně rybníka (obr. 13). Piloty altánku jsou po celý rok ponořeny ve vodě. Z hlediska vazby studovaného společenstva na určitý podklad šlo v tomto případě o nárosty řas na dřevě.

3. Nárosty na kořenech stromů

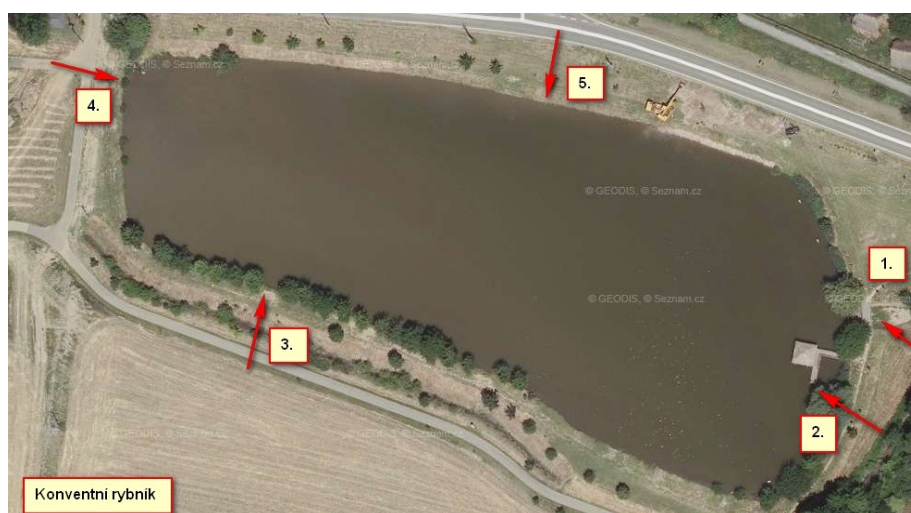
Místo odběru je stinné. Jedná se o nárosty řas na ponořených kořenech jilmů. Konkrétně jde o jilm vaz (*Ulmus laevis*). Místo se nachází na jižní straně Konventního rybníka (obr. 13).

4. Nárosty na kořenech vrb u přítoku Modřanského potoka

Jde o místo, kde celoročně protéká voda. Modřanský potok je zdrojem pro napájení rybníka. Nachází se na jeho západní straně (obr. 13).

5. Nárosty na kamenech u břehu

Jedná se o velmi slunné místo bez zastínění. Dno rybníka je zde písčité. Je situováno na severní straně směrem k obci Modrá (obr. 13).



Obr. 13 Místa odběru vzorků na Konventním rybníku. Převzato a upraveno z <http://www.mapy.cz..>

(c) Odběrová místa na rybníku Mokřad-Žabinec

1. Betonová skruž požeráku - zařízení pro odtok vody při vysoké hladině

Jedná se o betonovou konstrukci částečně ponořenou ve vodě. Při vysoké hladině zde odtéká voda. Pokud nebyla možnost sesbírání vzorků kvůli nízké hladině vody, byla pro odběr vybrána studna stojící asi 2m od požeráku. Studna je taktéž částečně ponořena ve vodě. Místo odběru je situováno na východní straně rybníka (obr. 14).

2. Nárosty na kamenech u břehu

Místo je situováno na jižní straně rybníka směrem k Velehradskému háji (obr. 14). Je slunné a dobře přístupné. Kameny jsou z většiny ponořeny pod vodou.

3. Nárosty na rákosu obecném (*Phragmites australis*).

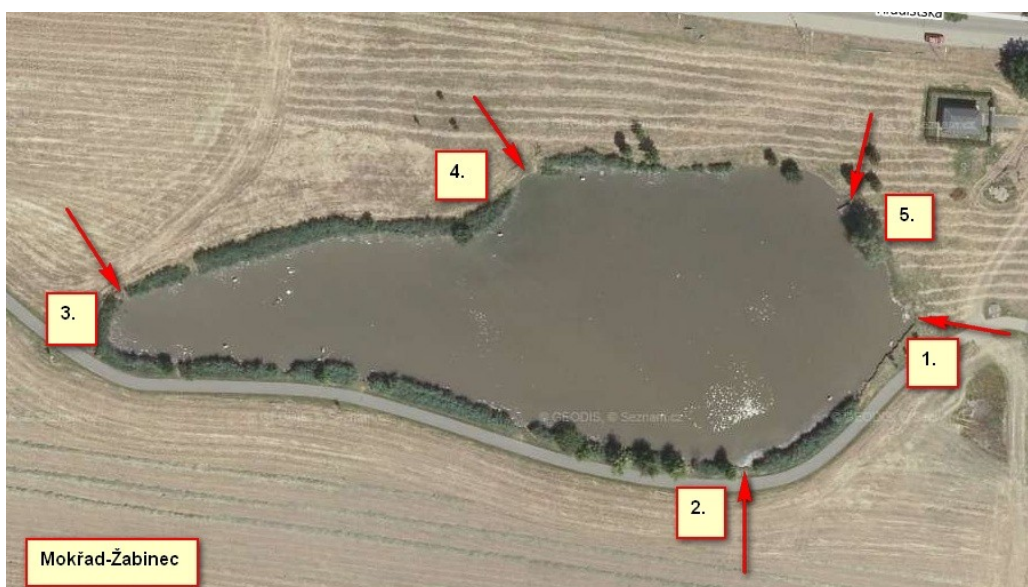
Místo je situováno na západní straně rybníka (obr. 14) Nárosty řas byly sesbírány z rákosu, který rostl z vody. Místo je obtížněji přístupné z důvodu relativně vyšších břehů v této části.

4. Písčité břehy

Toto místo je velmi slunné a lehce přístupné. Jedná se o písčité břeh v severní části rybníka (obr. 14). Sesbírání vzorků zde bylo prováděno odsáním vody s řasami pomocí pipety z důvodu nepřítomnosti kamenů.

5. Nárosty na kořenech stromu

Vzorky byly odebírány seškrabáním z ponořených kořenů stromu vrby bílé (*Salix alba*). Jedná se o stinné místo, obtížněji přístupné z důvodu vysokého břehu. Toto místo je situováno ve východní části rybníka (obr. 14).



Obr. 14 Místa odběru vzorků na rybníku Mokřad-Žabinec. Převzato a upraveno z <http://mapy.cz>.

6.2.1 Seznamy nalezených taxonů sinic a řas

V jarním období byly na velehradských rybnících zaznamenány taxony sinic a řas, které jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 1,2). V jarním období dominovaly ve vzorcích z rybníku Mokřad-Žabinec většinou zelené řasy (Chlorophyta), zatímco ve vzorcích z Konventního rybníku spíše rozsivky (Bacillariophyceae).

Tab. 1 Taxony sinic a řas nalezené při jarním odběru v rybníku Mokřad-Žabinec

	Taxony sinic a řas	1	2	3	4	5
	Cyanophyceae					
1	<i>Calothrix</i> sp.	+	-	-	-	-
2	<i>Phormidium</i> sp.	+	-	+	-	+
3	<i>Pseudanabaena</i> sp.	-	+	-	-	-
	Bacillariophyceae					
1	<i>Amphora</i> sp.	-	-	+	-	-
2	<i>Cocconeis</i> sp.	-	-	+	-	-
3	<i>Cyclotella</i> sp.	-	+	-	+	-
4	<i>Cymatopleura</i> sp.	-	-	-	-	+
5	<i>Cymbella</i> sp.	-	-	+	-	-
6	<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	+	+
7	<i>Gomphonema</i> sp.	+	-	-	+	+
8	<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	+
9	<i>Navicula</i> sp.	-	+	+	+	+
10	<i>Nitzschia acicularis</i>	-	+	-	+	-
11	<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	+	+	+
	Chlorophyceae					
1	<i>Actinastrum</i> sp.	-	-	+	-	-
2	<i>Cladophora</i> sp.	-	-	+	-	-
3	<i>Coelastrum</i> sp.	-	+	+	+	+
4	<i>Crucigenia</i> sp.	-	-	+	-	+
5	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	+	-	-	+	-
6	<i>Chlamydomonas</i> sp.	-	+	-	-	-
7	<i>Klebsormidium</i> sp.	-	-	-	+	+
8	<i>Micractinium</i> sp.	-	+	-	-	-
9	<i>Monoraphidium contortum</i>	-	+	+	+	+
10	<i>Monoraphidium</i> sp.	+	+	+	+	-
11	<i>Oedogonium</i> sp.	+	-	+	-	-
12	<i>Oocystis</i> sp.	+	-	-	-	-
13	<i>Pediastrum boryanum</i>	-	-	-	+	-
14	<i>Pediastrum duplex</i>	+	+	+	+	+
15	<i>Pediastrum tetras</i>	-	-	+	-	+
16	<i>Scenedesmus</i> sp.	+	+	+	+	+
17	<i>Tetraedron caudatum</i>	-	+	+	+	+
18	<i>Tetraedron incus</i>	-	+	-	+	-
19	<i>Tetraedron minimum</i>	-	+	+	+	-
20	<i>Ulothrix</i> sp.	+	-	-	-	-
	Conjugatophyceae					

1	<i>Closterium limneticum</i>	-	+	-	-	-
2	<i>Cosmarium laeve</i>	-	+	+	-	+
3	<i>Staurastrum tetracerum</i>	-	+	-	+	+
	Euglenophyceae					
1	<i>Euglena</i> sp.	+	-	-	+	-
2	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	-	+	-

Tab. 2 Taxony sinic a řas nalezené při jarním odběru v Konventním rybníku

	Taxony sinic a řas	1	2	3	4	5
	Bacillariophyceae					
1	<i>Amphora</i> sp.	+	-	-	+	+
2	<i>Cyclotella</i> sp.	+	+	-	-	-
3	<i>Cymatopleura</i> sp.	+	+	-	+	-
4	<i>Cymbella</i> sp.	+	+	-	+	+
5	<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	+	+
6	<i>Gomphonema</i> sp.	+	+	+	+	+
7	<i>Gyrosigma</i> sp.	+	-	-	+	-
8	<i>Melosira</i> sp.	+	-	-	+	-
9	<i>Navicula capitata</i>	+	-	+	+	-
10	<i>Navicula</i> sp.	-	+	-	+	+
11	<i>Nitzschia acicularis</i>	+	+	+	+	-
12	<i>Nitzschia</i> sp.	+	+	-	+	+
	Chlorophyceae					
1	<i>Coelastrum</i> sp.	+	-	+	-	-
2	<i>Crucigenia</i> sp.	+	-	+	-	-
3	<i>Microspora</i> sp.	-	+	-	-	-
4	<i>Monoraphidium</i> sp.	+	-	+	+	+
5	<i>Monoraphidium contortum</i>	+	+	-	-	-
6	<i>Oedogonium</i> sp.	-	+	-	-	-
7	<i>Pediastrum boryanum</i>	+	-	+	-	-
8	<i>Pediastrum duplex</i>	-	-	+	-	-
9	<i>Scenedesmus</i> sp.	+	+	+	+	+
10	<i>Tetraedron caudatum</i>	-	-	+	+	-
	Conjugatophyceae					
1	<i>Cosmarium laeve</i>	+	+	+	+	+

V letním období byly na studovaných rybnících a jejich odběrových místech nalezeny taxony sinic a řas, které jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 3, 4). Ve

vzorcích pocházejících z rybníka Mokřad-Žabinec většinou dominovaly zelené řasy (Chlorophyta), místy také sinice (Cyanophyta). Ve vzorcích odebraných z Konventního rybníka zpravidla převládaly rozsivky (Bacillariophyceae).

Tab. 3 Taxony sinic a řas nalezené při letním odběru v rybníku Mokřad-Žabinec

	Taxony sinic a řas	1	2	3	4	5
	Cyanophyceae					
1	<i>Leptolyngbya</i> sp.	-	+	-	+	-
2	<i>Limnothrix</i> sp.	+	+	+	+	+
3	<i>Nostoc</i> sp.	-	+	-	-	-
4	<i>Phormidium</i> sp.	+	-	-	+	+
5	<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	+	-	-
	Bacillariophyceae					
1	<i>Amphora</i> sp.	-	-	+	+	-
2	<i>Aulacoseira</i> sp.	-	-	-	+	+
3	<i>Cocconeis</i> sp.	-	-	+	-	-
4	<i>Cyclotella</i> sp.	+	+	+	+	+
5	<i>Navicula</i> sp.	+	+	+	+	+
6	<i>Nitzschia acicularis</i>	+	-	-	-	+
7	<i>Nitzschia</i> sp.	+	+	+	+	+
	Chlorophyceae					
1	<i>Actinastrum</i> sp.	+	+	+	+	+
2	<i>Cladophora</i> sp.	+	+	+	-	+
3	<i>Coelastrum</i> sp.	+	+	-	+	+
4	<i>Crucigenia</i> sp.	+	+	+	+	+
5	<i>Golenkinia</i> sp.	-	+	+	+	+
6	<i>Kirchneriella</i> sp.	+	+	+	+	+
7	<i>Lagerhaimia</i> sp.	-	-	-	-	+
8	<i>Micractinium</i> sp.	-	-	-	-	+
9	<i>Monoraphidium contortum</i>	+	-	+	+	-
10	<i>Oedogonium</i> sp.	+	+	+	+	+
11	<i>Pediastrum boryanum</i>	+	+	+	+	+
12	<i>Pediastrum duplex</i>	+	+	+	+	+
13	<i>Pediastrum tetras</i>	+	+	+	+	+
14	<i>Pediastrum simplex</i>	+	+	+	+	+
15	<i>Scenedesmus</i> sp.	+	+	+	+	+
16	<i>Tetraëdron caudatum</i>	+	-	+	+	+
17	<i>Tetraëdron minimum</i>	+	-	+	+	+
	Conjugatophyceae					
1	<i>Closterium limneticum</i>	+	+	+	+	+

2	<i>Cosmarium laeve</i>	-	-	-	+	-
3	<i>Cosmarium laeve</i> var. <i>suboctangulare</i>	-	-	-	-	+
4	<i>Staurastrum tetracerum</i>	+	+	-	+	+
	Euglenophyceae					
1	<i>Euglena acus</i>	-	+	-	-	-
2	<i>Euglena</i> sp.	-	+	+	-	-
3	<i>Phacus helicoides</i>	-	+	-	-	-
4	<i>Phacus</i> sp.	+	+	+	+	-
5	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	+	+	-
	Dinophyceae					
1	<i>Peridinium</i> sp.	-	-	-	+	-

Tab. 4 Taxony sinic a řas nalezené při letním odběru v Konventním rybníku

	Taxony sinic a řas	1	2	3	4	5
	Cyanophyceae					
1	<i>Calothrix</i> sp.	+	+	-	-	-
2	<i>Leptolyngbya</i> sp.	-	-	-	+	+
3	<i>Phormidium</i> sp.	+	+	+	+	+
4	<i>Pseudanabaena</i> sp.	+	+	-	+	-
	Bacillariophyceae					
1	<i>Amphora</i> sp.	+	+	+	-	+
2	<i>Aulacoseira</i> sp.	+	+	+	+	+
3	<i>Cocconeis</i> sp.	+	+	+	+	-
4	<i>Cyclotella</i> sp.	+	+	+	-	+
5	<i>Cymbella</i> sp.	-	-	-	+	+
6	<i>Gomphonema</i> sp.	+	+	-	+	+
7	<i>Navicula</i> sp.	+	+	+	+	+
8	<i>Nitzschia acicularis</i>	+	+	-	+	+
	Chlorophyceae					
1	<i>Cladophora</i> sp.	-	+	-	+	+
2	<i>Coelastrum</i> sp.	+	+	+	+	+
3	<i>Crucigenia</i> sp.	+	+	+	+	+
4	<i>Oedogonium</i> sp.	+	+	+	+	-
5	<i>Pediastrum boryanum</i>	-	+	+	+	+
6	<i>Pediastrum tetras</i>	+	+	+	+	+
7	<i>Scenedesmus</i> sp.	+	+	+	+	+
8	<i>Tetraëdron caudatum</i>	+	+	+	+	+
9	<i>Tetraëdron incus</i>	-	-	+	-	-
10	<i>Tetraëdron minimum</i>	+	+	+	+	+

	Conjugatophyceae					
1	<i>Cosmarium laeve</i>	+	-	+	+	+
2	<i>Staurastrum tetracerum</i>	-	+	+	-	+
	Euglenophyceae					
1	<i>Lepocinclis</i> sp.	-	-	+	-	-
2	<i>Phacus</i> sp.	-	+	-	+	-
3	<i>Phacus tortus</i>	-	+	+	-	+
4	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	+	-	-	-

V podzimním období byl na studovaných rybnících a jejich odběrových místech zaznamenán celkově nižší počet taxonů sinic a řas než při předchozích odběrech. Jejich přehled je opět uveden v následujících tabulkách (Tab. 5, 6). Ve vzorcích většinou převládaly rozsivky (Bacilariophyceae).

Tab. 5 Taxony sinic a řas nalezené při podzimním odběru v rybníku Mokřad-
Žabinec

	Taxony sinic a řas	1	2	3	4	5
	Cyanophyceae					
1	<i>Anabaena</i> sp.	-	+	-	-	-
	Chlorophyceae					
1	<i>Cladophora</i> sp.	-	-	-	-	+
2	<i>Coelastrum</i> sp.	-	-	+	-	-
3	<i>Kirchneriella</i> sp.	+	-	-	-	-
4	<i>Micractinium</i> sp.	-	-	-	+	-
5	<i>Pediastrum</i> sp.1	-	-	-	+	-
6	<i>Pediastrum</i> sp.2	-	+	-	-	-
	Conjugatophyceae					
1	<i>Staurastrum</i> sp.	-	+	-	-	-
	Euglenophyceae					
1	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	-	+	-

Tab. 6 Taxony sinic a řas nalezené při podzimním odběru v Konventním rybníku

	Taxony sinic a řas	1	2	3	4	5
	Bacillariophyceae					
1	<i>Amphora</i> sp.	-	-	-	-	+
2	<i>Melosira</i> sp.	-	-	-	-	+
	Chlorophyceae					
1	<i>Coelastrum</i> sp.	-	+	-	-	-
2	<i>Pediastrum boryanum</i>	-	+	-	-	-
3	<i>Pediastrum</i> sp.	-	+	-	-	-
	Conjugatophyceae					
1	<i>Cosmarium laeve</i>	-	+	-	-	-

6.2.2 Komentáře k vybraným taxonům řas

K vybraným taxonům řas byly připojeny komentáře, které se týkají zejména jejich ekologie, morfologie a taxonomie. Všechny taxony byly charakterizovány podle publikace Kaliny a Váni (2005) a Hindáka (1978). Druhy řas popisované v této kapitole byly vybrány z důvodu častého výskytu v rybnících.

(a) Oddělení CHLOROPHYTA

Pediastrum duplex (fotografie 1, v příloze)

Stručná charakteristika: Buňky jsou srostlé v plochých hvězdicovitých cenobiích, která mají v hrubém obrysu přibližně kruhový tvar. Cenobita jsou u druhu *Pediastrum duplex* 4-64 buněčná. Patří k nejhojnějším rybničním druhům, typicky se vyskytují v planktonu. Rozmnožování je nepohlavní pomocí zoospor, ojediněle pohlavní (izogamní).

Kirchneriella sp. (fotografie 2, v příloze)

Stručná charakteristika: Jde o kokální zelenivky. Patří mezi druhy vyskytující se ve vzorcích zejména letních a podzimních. Kolonie jsou mikroskopické o sudém počtu buněk (2-4-8). Jedná se o planktonní a litorální druhy.

Scenedesmus quadricauda (fotografie 3, v příloze)

Stručná charakteristika: Tyto řasy mají válcovité, na koncích zaoblené tělo. Oválné nebo vřetenovité buňky jsou uspořádány do cenobií. V těch jsou uspořádány lineárně. Počet buněk je vždy sudý, zřídka tvoří počet 32. Buněčná stěna je hladká, u některých druhů však mohou být patrná i podélná žebra. Taxonomie je založena na submikroskopické stavbě buněčné stěny.

Cladophora sp. (fotografie 4, v příloze)

Stručná charakteristika: Patří mezi nejrozšířenější zelené řasy. Zástupci rodu se nacházejí ve sladké i brakické, případně mořské vodě. Mají sifonokladální stélky, větvené nebo nevětvené. Pohlavní rozmnožování probíhá procesem kopulace izogamet. Vyskytují se v litorálu, ale i na hladině stojatých a pomalu tekoucích vod.

(b) Oddělení CHAROPHYTA

Staurastrum chaetoceros (fotografie 5, v příloze).

Stručná charakteristika: Co do druhové bohatosti se mezi spájivými řasami (Conjugatophyceae) rod *Staurastrum* do jisté míry vyrovná rodu *Cosmarium*. Tyto řasy se rozmnožují v řekách i v oligotrofních rašeliništních jezerech. Buňky jsou třikrát delší než široké. Při pohledu shora se buňky jeví jako trojúhelníkovité.

(c) Oddělení CYANOPHYTA

Anabaena flos-aquae (fotografie 6, v příloze)

Stručná charakteristika: Tvoří vodní květ ve stojatých eutrofních vodách velmi hojně (Hindák 1978). Rozmnožování je pouze nepohlavní. Podle Kaštovského et al. (2003) u sinic nebyla nikdy pozorována konjugace. Tento druh patří mezi sinice s vláknitou (trichální stavbou) těla a schopností tvořit specializované buňky (akinety a heterocyty).

6.3 Diskuse

Výskyt individuálních planktonních druhů je determinován jejich ekologickými požadavky na světlo, teplotu a živiny (Collier et al. 1978: Pouličková et Kršková 2000 in Hašler et Pouličková 2003). Díky různým typům vod a různě vysokému pH je možné pozorovat i různou druhovou diverzitu řas. Je nabíledni, že bude možné pozorovat jinou řasovou diverzitu u oligotrofních, mezotrofních či hypertrofních stojatých vod.

Hašler et al. (2008) uvádí, že distribuce epipelických druhů (sinic a krásivek) je zřejmě ovlivněna primárně kvalitou sedimentu.

Vzhledem k různým klimatickým podmínkám, rozdílným vlnovým délkám slunečního záření v různých ročních obdobích a intenzitě zastínění můžeme pozorovat různé druhové zastoupení.

V případě této algologické studie se jednalo o dva rybníky, Konventní rybník a rybník Mokřad-Žabinec u Velehradu. Na zmíněných lokalitách byly pozorováni zástupci tříd Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Charophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, a to s různou dominancí ve společenstvech průběhu tří ročních období (jara, léta a podzimu). V jarním období dominovaly sinice a vláknité zelené řasy v rybníce Mokřad-Žabinec na odběrovém místě číslo 1. Místo odběru nebylo zastíněno. Bylo slunné, což může být důvod zvýšeného nárůstu zejména v případě zelených řas, které jsou značně náročné na světlo. Zelené řasy se dále nacházely ve vzorku 2. Toto místo taktéž nebylo zastíněno. Jak uvádí Hindák (1978), běžně se vyskytují v planktonu a v litorálu stojatých i tekoucích vod rozličného stupně saprobity, od oligotrofie až k polytrofii.

Zde je patrný rozdíl oproti podobně zaměřené studii provedené na rybníku v arboretu Bílá lhota (Letáková 2011). V jarním období zde dominovaly rozsivky. Podle Letákové (2011), rozsivky byly zastoupeny druhy jako například *Nitzschia acicularis*, *Navicula* spp., *Cymatopleura* spp. a *Achnanthes minutissima*. Tento výzkum byl proveden po revitalizaci rybníka a nasazení přípravku PAX-18 za účelem odstranění vodního květu sinic. Jak dále uvádí Letáková (2011), poměrně početné byly i zelené řasy. Zastoupení zelených řas se při vzájemném porovnání těchto studií shoduje u rodů *Coelastrum* a *Scenedesmus*.

Se zastíněním se mění dominance druhů, což může být patrné ze vzorku číslo 3, kde dominance zelených vláknitých řas již nebyla tolik výrazná. Toto místo bylo z velké části obrostlé rákosem obecným (*Phragmites australis*). Ve vzorku číslo 4,

dominovaly rozsivky. Stejně tomu bylo ve vzorku číslo 5, kde se však objevily i zelené řasy. Tato kombinace řas mohla být způsobena blízkostí míst odběru. Místa se v této části rybníka nacházela asi pět až deset metrů od sebe. Z toho lze vyvodit, že zmíněné druhy se mohou navzájem mísit, bez ohledu na zastínění vodního sloupce. Rozsivky jsou schopné dobře snášet nízké světelné podmínky i zhoršenou kvalitu vodního prostředí. Tvoří důležitou složku fyto-bentosu tekoucích a stojatých vod, kde žijí buď přisedle na rozličném podkladě, ve volných nepřichycených pásovitých koloniích, anebo i jednotlivě a volně (pak jsou většinou schopné plazivého pohybu) (Hindák 1978).

V Konventním rybníku z velké většiny dominovaly v jarním období rozsivky, což bylo zjištěno ve vzorcích 1, 3, 4 a 5. Místa odběru byla z velké většiny zastíněna kromě místa číslo 5. Tyto podmínky rozsivkám nebrání v množení. Jsou schopny snášet nízké vlnové délky, díky čemuž jsou ve vodních nádržích pozorovatelné po všechna roční období. Osídlují sladké, brakické a mořské vody, kde jsou dominující složkou fytoplanktonu, epifytických společenstev i bentosu (Kalina et Váňa 2005). Ve vzorku číslo 2 dominovaly zelené vláknité řasy *Oedogonium* sp. a *Microspora* sp.

Díky slunečním podmínkám a klimatu je možné pozorovat relativně velké změny pH. Ty jsou způsobeny díky měnící se intenzitě slunečního záření a velkému podílu složek makrofyt a fytoplanktonu.

Změny můžeme pozorovat během celé vegetační sezóny, nejvíce však v letním období. Jak uvádí Adámek et al. (2010), v procesu fotosyntézy dochází k alkalizaci, neboť je spotřebováván oxid uhličitý, a pH se tudíž zvyšuje díky úbytku kyseliny uhličitě. Díky tomu roste pH. Tento děj je nejintenzivnější v letním období, protože dochází ke zvýšení koncentrace fytoplanktonu i biomasy. Sluneční záření má největší intenzitu a délku. V jarním a podzimním období slunce nedosahuje takové intenzity záření, délka dne je kratší. Biomasa nedosahuje maxima. Proto nejsou výkyvy pH tak patrné jako v létě.

Hodnoty pH se na zkoumané lokalitě po celý rok pohybovaly kolem 8,5. Měření pH bylo prováděno za jasného počasí, nikdy za deště. Zde je patrný rozdíl oproti rybníku v arboretu Bílá Lhota kde se pH pohybovalo od cca 7 do 9 (Letáková 20011). Podle Letákové (2011), pH v průběhu roku kolísalo od 6,97 (18. října při dešti) až k 9,00 naměřeném 12. června, kdy byl rybník naplněn vláknitou řasou rodu *Cladophora*. V porovnání s předchozími lety se průměrné hodnoty této veličiny snížily.

Letní období bylo ve velehradských rybnících charakterizováno dominancí vláknitých sinic, což bývá zapříčiněno vysokými teplotami a zvýšenou intenzitou slunečního záření. Pro rozšíření sinic ve sladkých vodách jsou světelné podmínky řídicím faktorem (Hlaváčová 2006). Hodnoty pH se v tomto období výrazně neměnily. Pozorované druhy řas se v rybnících vyskytovaly při teplotách 20°C a pH okolo 8,5. Oproti Mokřadu-Žabinci se v Konventním rybníku vyskytovaly na všech místech odběru v hojné míře rozsivky. Průhlednost vody nebyla měřena. Je ale možné, že výskyt rozsivek byl zapříčiněn velkým množstvím živin ve vodním sloupci. Vodní květ je výsledkem přemnožení určité skupiny sinic ve vodách s nadbytkem dusíkatých a fosforečnanových živin (Kalina et Váňa 2005). Vodní květ, který sinice způsobují, však nebyl pozorován.

Podzimní odběry se vyznačovaly malým počtem řas. Oproti tomu velmi dominovaly člunovky. V Konventním rybníku na místech 1, 3 a 4 nebyly nalezeny řasy vůbec. Teplota vody se pohybovala okolo 8°C. Hodnoty pH v Konventním rybníku se výrazně neměnily. V Mokřadu-Žabinci se blížily hodnotám okolo 9.

Námětem pro další výzkum na této lokalitě by mohlo být zpracování vlivu znovuvybudování rybníků na kolísání hladiny spodní vody, příp. zjištění jaké faktory měly vliv na tvorbu řas.

ZÁVĚR

Jde o první algologický průzkum této lokality (rybníky u Velehradu), co se týče diverzity řas. Během výzkumu na rybnících Konventní a Mokřad-Žabinec byla zjištěna rodilná diverzita řasových společenstev v ročních obdobích od jara do podzimu roku 2011. Z výše uvedených dat jsou patrné změny v rybnících během roku. Bylo odebráno celkem třicet vzorků, které byly podrobeny mikroskopickému pozorování. Z toho bylo zjištěno, jak se mění složení řasových společenstev. Vzorky byly zafixovány a uschovány pro možnost případného pozdějšího opětovného prozkoumání. Zpracovaná studie přináší výsledky, které vypovídají o stavu rybníků, které byly vytvořeny na místě bývalých Cisterciáckých rybníků.

Současně s odběry vzorků řas byly měřeny základní fyzikálně-chemické parametry vody (pH, konduktivita a teplota). Hodnoty pH byly v průběhu studia víceméně konstantní. Pohybovaly se v hodnotách okolo 8.5. Během všech odběrů nebyly pozorovány výraznější výkyvy. Konduktivita byla měřena pouze v jarním období, a to z důvodu, že pH-metr který byl v letním a podzimním období k dispozici, nebyl vybaven elektrodou k měření vodivosti ani čidlem pro měření teploty. Z tohoto důvodu nebyla měřena konduktivita ani redox potenciál. Konduktivita byla tedy uvedena pouze pro jarní období. Teplota byla v letním a podzimním období měřena pokojovým teploměrem.

Početnost druhů řas v průběhu roku narůstala s přibývajícím slunečním zářením. To je zřejmé ze seznamu nalezených druhů uvedených v práci výše.

Byly pozorovány běžné řasy rybníčních vod. Výrazným unikátem byla *Planctonema latherbornii*. V podzimním období byl (mimo jiné) poprvé za celou dobu výzkumu zaznamenán nezmar obecný.

V podzimním období byla patrná dominance člunovek a euglen. V Konventním rybníku nebyly ve vzorcích 1, 3 a 4 řasy zjištěny vůbec. Významné druhy nalezené během výzkumu jsou zaznamenány na přiloženém CD.

POUŽITÁ LITERATURA

- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M. (2010): *Aplikovaná hydrobiologie* 350 s., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod ISBN 978-80-87437-09-4
- Brabec, T. Straková, L. Kopp, R. Vitek, T. Šťastný, J. Spurný, P. Mareš, J. (2011): The influence intensity of eutrofication of fishpond yield. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel brunen.*, LIX, No. 6, pp 53-62
- Coesel P.F.M. (1983): *De desmidiaceën Van Nederland – Sieralgen, Deel 2, Fam. Closteriaceae.* 50 s., Wetenschappelijke Mededelingen KNNV, Hoogwoud.
- Coesel P.F.M. (1991): *De Desmidiaceën van Nederland, Deel 4, Fam. Desmidiaceae (2).* – 89 s., Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Coesel P.F.M. (1997): *De Desmidiaceën Van Nederland, Deel 6 Fam. Desmidiaceae (4).* 93 s., Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Coesel P.F.M. (1998): *Sieralgen en Natuurwaarden.* Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 56 pp.
- Hartman, P., Přikryl, I., Štědrónský, E., (2005): *Hydrobiologie.* Informatorium spol. s.r.o., 3. vydání ISBN 80-7333-046-6
- Hašler P., Štěpánková, J., Neustupa. J., Kitner, M., Hekera. P., Veselá, J., Burian, J. & Pouličková, A. (2008): Epipellic cyanobacteria and algae: a case study from Czech ponds. – *Fottea* 8 (2): 133-146.
- Hindák F. /ed./ (1978): *Sladkovodné riasy.* SPN, Bratislava, 728 pp.
- Hindák, F. (2011): *Fotografický atlas mikroskopických sinic.* Vydala veda, vydavateľstvo slovenskej akadémie ved, Bratislava, 128 s. ISBN 80-224-0658-9
- Hlaváčová, L., *Faktory spojené s rozvojem sinice rodu Microcystis na Brněnské přehradě.* Brno Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, 44 s. vedoucí bakalářské práce Doc. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc.

- Hnaníčková, P. (2010): *Průzkum řasových společenstev vodního toku Járek v CHKO Bílé Karpaty*. 82 s. Diplomová práce. Uloženo na katedře biologie PdF UP.
- Horký, T. (1999): Souhrnná zpráva Mokřad - Žabinec. Nepublikováno, uloženo v archivu odboru životního prostředí Uh. Hradiště.
- Hrabec, J. (2001): Zpráva o uvedení do provozu rybníka Mokřad - Žabinec. Nepublikováno, uloženo v archivu odboru životního prostředí Uh. Hradiště.
- Chytrý, M., et al. (2011): *Vegetace české republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace*. 828 s. Academia. ISBN 978-80-200-1918-9
- Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M. (2001): *Katalog biotopů České Republiky*. 307 s. Vyd 1 Agentura ochrany přírody Praha. ISBN 80-86064-55-7
- Kalina T., Váňa J. (2005): *Sinice řasy houby mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. 606 s., Nakladatelství Karolinum ISBN 80-246-1036-1
- Kaštovský, J. Hauer, T. Lukavský, J. (2003): *Sinice a řasy doplňkové učební texty pro studenty algologie*. 83 s. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Kouřilová, M. (2011): *Využití geologické stavby území Chřibů ve výuce přírodopisu na základní škole*. 68 s. Bakalářská práce. Uloženo na katedře biologie PdF UP.
- Lellák J., Kubíček F. (1991): *Hydrobiologie*. Vyd. 1. 260 s., Univerzita Karlova, Vydavatelství Karolinum, Praha ISBN 80-7066-530-0
- Letáková, M. *Primární sukcese řas v revitalizovaném rybníku*. 41 s. Bakalářská práce. Uloženo na katedře botaniky PřF UP.
- Mackovčín P., Jatiová M. et al. (2002): *Zlínsko*. Vyd. 1. AOPK ČR, Praha, 374 pp.
- Matějka, R., Biocentrum a rybník Velehrad. Nepublikováno, uloženo v archivu odboru životního prostředí Uh. Hradiště.
- Němec B. et al. (1962): *Botanická mikrotechnika*. 482 s., Nakladatelství ČSAV, Praha.
- Peciar V. Červenka M. Hindák F. (1984) *Základy systému a evolúcie výtrusných rastlín*. Vyd. 1. 584 s., Slovenské pedagogické nakladateľstvo v Bratislave

Pojsl, M., *Bazilika Nanebevzetí Panny Marie a svatého Cyrila a Metoděje*. 4. vyd. ISBN 80-901836-7-0

Pojsl, M., Hyhlík, V., *Velehrad v památkách osmi století*. Praha T.R.S. 297 s.

Pouličková A. (2011): *Základy ekologie sinic a řas*. Vyd. 1. 91s., Univerzita Palackého ISBN 978-80-244-2751-5

Pouličková A. et Jurčák J. (2001): *Malý obrazový atlas našich sinic a řas*. Vyd. 1., 81 s., Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. ISBN 80-244-0242-4

Šejnohová L., Veselá J., Marvan P., Kozáková M. & kol. *Atlas fyto bentosu*. Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny. Interaktivní CD.

Vacek, Z., Hydrogeologický posudek studna na parcele č. 258 k.u. Velehrad. Nепublikováno, uloženo v archivu odboru životního prostředí Uh. Hradiště.

INTERNETOVÉ ZDROJE

<http://www.sci.muni.cz/botany/vegsci/vegetace.php?lang=cz&typ=MCA04>

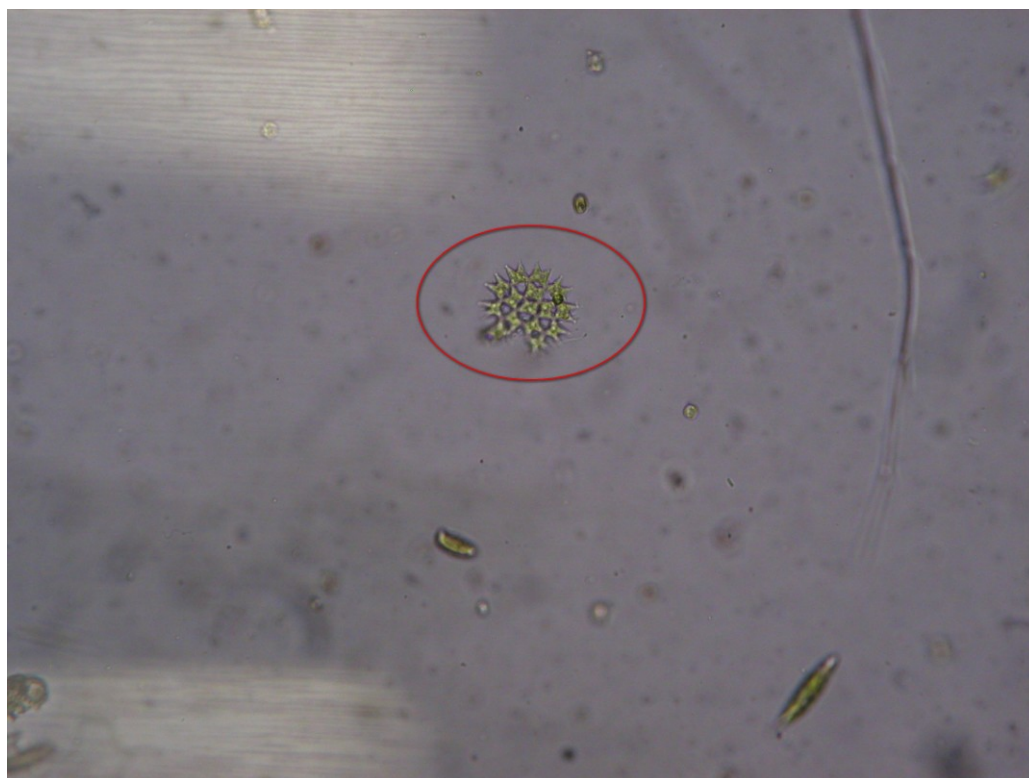
<http://mapy.cz/#x=17.401905&y=49.102586&z=17>

<http://mapy.cz/#x=17.405331&y=49.102389&z=17>

<http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

<http://www.sinicearasy.cz>

PŘÍLOHY



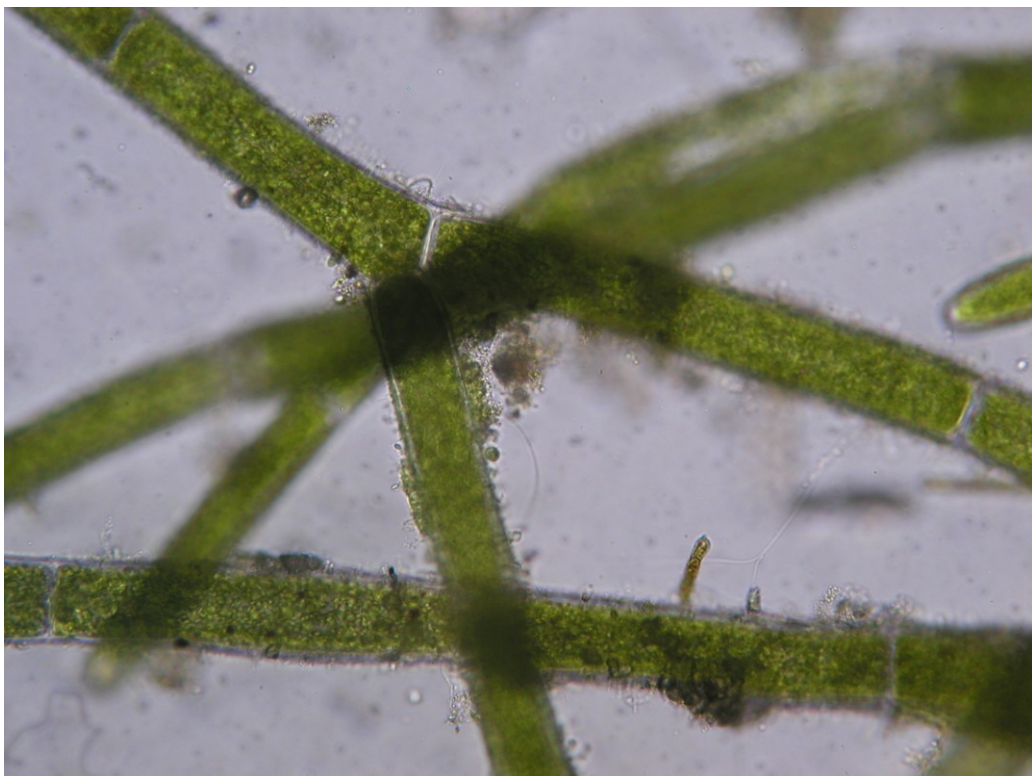
Fotografie 1. *Pediatrum duplex*. Zvětšeno 600x (foto Lukáš Chlachula)



Fotografie 2. *Kirchmeriella* sp. Zvětšeno 600x (foto Lukáš Chlachula)



Fotografie 3. *Scenedesmus quadricauda*. Zvětšeno 600x (foto Lukáš Chlachula)



Fotografie 4. *Cladophora* sp. Zvětšeno 600x (foto Lukáš Chlachula)



Fotografie 5. *Staurastrum chaetoceros*. Zvětšeno 600x (foto Lukáš Chlachula)



Fotografie 6. *Anabaena flos-aquae*. Zvětšeno 600x (foto Lukáš Chlachula)



Fotografie 7. Rybník Mokřad-Žabinec - celkový pohled, 27. 3. 2011.
(foto Lukáš Chlachula)



Fotografie 8. Konventní rybník - celkový pohled, 27. 3. 2011.
(foto Lukáš Chlachula)

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Lukáš Chlachula
Katedra:	Katedra biologie
Vedoucí práce:	Mgr. Jana Štěpánková, Ph.D.
Rok obhajoby:	2013

Název práce:	Sezónní dynamika řasových společenstev v rybnících Konventní a Mokřad-Žabinec u Velehradu.
Název v angličtině:	Seasonal dynamic of algae in Konventní and Mokřad-Žabinec pond in the vicinity of Velehrad.
Anotace práce:	Algologický výzkum byl proveden na dvou rybnících v blízkosti Velehradu. Tyto rybníky se nazývají Konventní rybník a rybník Mokřad-Žabinec. Během ročních období roku 2011 bylo z každého rybníka odebráno pět vzorků, které byly následující den mikroskopovány v laboratoři Katedry biologie PdF UP. Vzorky byly odebírány seškrabem z ponořených částí rostlin, dřeva a kamenů a sběrem jemného sedimentu na dně. Místa odběru byla zvolena tak, aby bylo možné zmapovat druhy na stinných i slunných místech, v tekoucí i stojaté vodě. Při odběrech bylo měřeno pH, teplota vody a konduktivita. V jednotlivých obdobích bylo zkoumáno základní taxonomické složení společenstev řas a jeho změny. V jarním období dominovaly v Konventním rybníku rozsivky a v letním období rozsivky a sinice. V rybníku Mokřad-Žabinec dominovaly v jarním a letním období sinice. V podzimních vzorcích v obou rybnících dominovaly rozsivky rodu člunovka.
Klíčová slova:	Konduktivita, pH, teplota, sezónní dynamika, řasy
Anotace v angličtině:	The algological research was carried out at two fishponds in the vicinity of Velehrad. These fishponds are called Konventní rybník and Mokřad-Žabinec. During the seasons of the year 2011, five samples from each fishpond were taken and then examined microscopically in a laboratory of the Department of biology at the PdF UP. Samples were taken by scraping off submerged vegetation, wood and stones, and by collecting fine-grained sediments. Different study sites were chosen to check the species at shaded and sunny places and in the running and stagnant water. During the sampling, water pH, temperature and conductivity were measured. During the year, basic taxonomic composition of algal communities

	and its changes were studied. In the spring season, Bacillariophyceae dominated and in summer season Bacillariophyceae and Cyanophyta dominated in the Konventní pond. In the Mokřad-Žabinec pond, Cyanophyta and green algae dominated in spring and green coccal algae and Cyanophyta dominated in summer. In autumn samples, diatoms from the Naviculales group dominated in both fishponds studied.
Klíčová slova v angličtině:	Conductivity, pH, temperature, seasonal dynamic, algae
Přílohy vázané v práci:	8 fotografií
Rozsah práce:	55
Jazyk práce:	Čeština