

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**ŘASOVÁ SPOLEČENSTVA MĚLKÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ
V OKOLÍ JINDŘICHOVA HRADCE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Marie Popelková

Přírodovědná studia, Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Veronika Kaufnerová

Plzeň, 2014

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

Plzeň, 12. dubna 2014

.....
Marie Popelková

Poděkování

Ráda bych chtěla poděkovat mé školitelce, Mgr. Veronice Kaufnerové za odborné a cenné rady, připomínky, za pomoc při zpracování vzorků, shromažďování literatury a především za čas, který mi věnovala po dobu příprav mé bakalářské práce.

Také bych ráda poděkovala panu Ing. Petru Hesounovi za ochotné poskytnutí zpráv o průzkumech Pískovny na cvičišti.

Obrovský dík patří i mým rodičům, kteří mě podporují po celou dobu studia.

OBSAH

1	ÚVOD	7
1.1	CÍLE PRÁCE	7
2	VODNÍ BIOTOPY	8
2.1	BIOINDIKÁTORY VODNÍCH EKOSYSTÉMŮ	8
2.2	TŮŇĚ	10
2.3	SEZÓNŇNÍ DYNAMIKA FYTOPLANKTONU, STRATIFIKACE A CÍRKULACE VODNÍCH NÁDRŽÍ	11
2.4	REKULTIVACE EKOSYSTÉMŮ	12
2.5	VÝZKUMY NA LOKALITĚ PÍSKOVNA NA CVIČÍŠTI	14
3	CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH LOKALIT	17
3.1	PŘÍRODNÍ PAMÁTKA PÍSKOVNA NA CVIČÍŠTI	17
3.2	GEOGRAFICKÉ A GEOLOGICKÉ POMĚRY	19
3.3	CHARAKTERISTIKA TŮŇÍ PP PÍSKOVNY NA CVIČÍŠTI	19
3.3.1	Lokalita 1	19
3.3.2	Lokalita 2	20
3.3.3	Lokalita 3	21
4	METODIKA PRÁCE	23
5	VÝSLEDKY	25
5.1	DRUHOVÉ ZASTOUPENÍ	25
5.2	FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ PARAMETRY	32
5.2.1	Hodnoty teplot povrchové vody	32
5.2.2	Hodnoty pH povrchové vody	33
5.2.3	Hodnoty konduktivity povrchové vody	34
5.3	SEZÓNŇNÍ DYNAMIKA MIKROFLÓRY	35
5.3.1	Lokalita 1	35
5.3.2	Lokalita 2	36
5.3.3	Lokalita 3	38
5.3.4	Sezonní dynamika zooplanktonu	39
6	DISKUSE	41
6.1	VZÁJEMNÉ SROVNÁNÍ STUDOVANÝCH LOKALIT	42

6.1.1	Vzájemné srovnávání fyzikálně-chemických parametrů vody studovaných lokalit	42
6.1.2	Vzájemné srovnávání druhového zastoupení studovaných lokalit	45
6.1.3	Srovnání studovaných lokalit s podobnými lokalitami v ČR i mimo ni	47
6.2	POROVNÁNÍ OLIGOTROFNÍCH A EUTROFNÍCH VODNÍCH NÁDRŽÍ	51
6.3	PROBLEMATICKÉ DRUHY	52
7	ZÁVĚR	54
8	RESUMÉ	55
9	LITERATURA	56
	SEZNAM PŘÍLOH	63

1 ÚVOD

Studiem sinic a řas se zabývají obory algologie a fykologie. Řasy i sinice jsou jednobuněčné, mnohobuněčné, mikroskopické nebo i makroskopické organismy s běžným zastoupením jak ve vodních (sladkých, slaných i brakických vodách), tak i v terestrických ekosystémech. Řasy a sinice vodního prostředí jsou součástí fytoplanktonu, který je tvořen společenstvem fotosyntetických mikroorganismů adaptovaných na trvalý život ve vodním prostředí (REYNOLDS 2006). Řasy během svého vývoje prodělaly evoluci chloroplastu a poté získaly schopnost fotosyntézy. Společně se sinicemi jsou známy jako primární producenti ve svém přirozeném, vodním prostředí (LEE 2008). Výrazně ovlivňují samočisticí schopnosti vod a tím i kvalitu vodního prostředí. Významnou funkci mají řasy a sinice i při osidlování nových biotopů (LEDERER et LUKAVSKÝ 2003).

Má bakalářská práce s názvem Řasová společenstva mělkých vodních nádrží v okolí Jindřichova Hradce byla zaměřena na oblast přírodní památky ležící v Jihočeském kraji, konkrétně na okraji města Jindřichův Hradec. Jihočeský kraj je významný především díky své rybníkářské a vodohospodářské činnosti. V roce 1997 existovalo v Jižních Čechách okolo 7500 rybníků (MIŠTERA 1997). První uměle vybudované rybníky dříve nesloužily pouze k chovu ryb, ale především jako zásobárna vody pro lidskou potřebu (ŠUSTA 1995). Nejstarší písemné záznamy o jednodušších typech rybníků pocházejí ze začátku 12. století, ale Zlatý věk rybníkářství nastal až koncem 15. století a pokračoval do začátku 17. století. Významnou zásluhu na této činnosti měli Jan Štěpánek Netolický a Jakub Krčín z Jelčan, kteří se zasloužili o další rozšíření staveb rybníků. Kromě rybníků se v regionu Jižních Čech nachází i jiné mělké či hluboké vodní nádrže nebo tekoucí vody.

V této práci jsou uvedeny zpracované výsledky analýzy dat získaných při algologickém průzkumu tří tůní ležících v přírodní památce Pískovna na cvičišti během jedné vegetační sezóny v roce 2013.

1.1 Cíle práce

Cílem předkládané bakalářské práce bylo zaznamenání druhové diverzity řasových a sinicových společenstev tří mělkých tůní v přírodní památce Pískovna na cvičišti v roce 2013. Součástí průzkumu bylo sledování chemicko-fyzikálních parametrů vody ve vybraných lokalitách a vyhodnocení sezonní dynamiky mikroflóry. Získaná data byla analyzována, vyhodnocena a diskutována s odbornou literaturou.

2 VODNÍ BIOTOPY

Stojaté vody, tedy tůňe, rybníky, mokřady a jezera jsou mělké vodní nádrže, ve kterých bývá přítomnost určitých druhů sinic a řas ovlivněna mnoha faktory, např. světlem, chemicko-fyzikálními vlastnosti vody (pH, teplota vody, množství rozpuštěných látek – konduktivita vody) a také přítomností živin (AMBROŽOVÁ 2003). Řasy a sinice jsou nedílnou součástí vodních ekosystémů. Rozhodujícím vlivem pro přítomnost a množství sinic a řas bývá dostatek živin, dále také existence zooplanktonu a celkový chemismus vodní nádrže. Voda se v krajině objevuje v mnoha podobách a skupenstvích. Podzemní vody jsou evidovány v podobě pramenů a lázeňských vývěrů. Dalším typem podzemních vod jsou vody půdní, které se v závislosti na klimatických podmínkách vyskytují v půdě a to v různém množství. Zásadní rozdíl povrchových vod spočívá v jejich podobě. Existují dva typy vod - vody lentické (stojaté) a lotické (tekoucí). S trochou nadsázky lze tvrdit, že vodní toky v krajině jsou tzv. „páteří ekologické stability“ (KENDER 2000).

2.1 Bioindikátory vodních ekosystémů

Jedním ze základních indikátorů kvality vody je trofický status vodní nádrže (JEPESSEN 1998, SHAW et al. 2004, BARSANTI et GUALTIERI 2006). Při porovnání vod podle bohatosti na živiny lze zmínit tři nejčastější typy vodních nádrží – oligotrofní, mezotrofní a eutrofní. Oligotrofní vody jsou většinou čistého, hlubokého a písčitého charakteru a bývají chudé na základní živiny (fosfor, dusík a draslík). Opačného typu jsou vody eutrofní, které bývají zastoupeny vysokým množstvím živin a zároveň se v nich vyskytuje i velké množství biomasy s vysokou produkcí rostlin a konzumentů prvního i druhého řádu (SHAW et al. 2004, LELLÁK et KUBÍČEK 1992). Limitujícím faktorem eutrofizace je nadměrné množství fosforu ve vodním prostředí. Fosfor se do vody dostává jak přirozenou cestou (zvětráváním hornin), tak i nepřirozenou cestou (za pomoci lidské činnosti bývá přidáván do půdy v podobě fosforečných hnojiv, odpadních vod z průmyslu a zemědělské výroby), (LELLÁK et KUBÍČEK 1992). Mezotrofní vody jsou středně úživného charakteru a ve srovnání s vodami oligotrofními je jasně patrné, že se jedná o vodní nádrže s vyšší produkcí organismů (SHAW et al. 2004). Pro výskyt rozsivek je limitujícím prvkem křemík, který je využívám pro stavbu rozsivkových frustul. Na druhou stranu nelimitujícím prvkem je dusík, který bývá v našich stojatých vodách zastoupen většinou v dostatečném množství

(LELLÁK et KUBÍČEK 1992). Mnohé druhy řas a sinic slouží jako významné bioindikátory trofie vody. Při změně podmínek ve vodní nádrži mohou bioindikátory sloužit jako výrazné signály odrážející zdravotní stav vodního prostředí. Ekologická změna prostředí (směrem od málo úživných vod k eutrofnímu statusu) bývá zapříčiněna ekologickým stresovým faktorem, v tomto případě přívalem anorganických živin do vodního systému, který dříve vykazoval nízkou hladinu živin (BELLINGER et SIGEE 2010). Podle RAWSONA (1965) jsou rozdíly mezi oligotrofními a eutrofními vodami v mnoha směrech značně viditelné. Oligotrofní vody bývají chudé na množství organismů, ovšem eutrofní vody mohou obsahovat obrovské množství fytoplanktonu. Rozdělení v rozmanitosti druhů již tak jasně viditelné není. V oligotrofních vodách může být zastoupeno vysoké množství druhů, ale spíše s nízkou abundancí. V eutrofních nádržích dochází k výskytu menšího počtu druhů s podstatně vyšší abundancí. Vodní květy jsou v eutrofních vodách časté a na rozdíl od vod oligotrofních se vyskytují s vyšší početností. RAWSON (1965) uvedl několik rodů charakteristických pro oligotrofní vody. Oligotrofní nádrže obývá rod *Staurastrum*, který je významným zástupcem skupiny krásivek. Z rozsivek převládají v málo úživných vodách rody *Tabellaria* a *Cyclotella* a ze zlativek rod *Dinobryon*. V eutrofizovaných vodách bývají v častém výskytu zaznamenány sinice rodu *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* a rozsivky v zastoupení rodu *Melosira*, *Fragilaria* a *Asterionella* (RAWSON 1965). REYNOLDS et al. (2002) ve své studii uvádí znaky současných funkčních skupin fytoplanktonu. Podle autorů se v oligotrofních nádržích malého rozměru a s nízkým obsahem živin a nedostatkem CO₂ vyskytují zástupci *Dinobryon*, *Mallomonas* a *Synura*. V mezotrofním epilimniu s mírně alkalickým pH a nedostatkem živin bývá přirozené prostředí pro rody *Tabellaria*, *Cosmarium* a *Staurodesmus*. V hlubší vrstvě dobře promíchaného epilimnia s nedostatkem světla a živin se daří rodům *Mougeotia* a *Tribonema*. Rody *Pediastrum*, *Coleastrum* a *Scenedesmus* se vyskytují v mělkých řekách a jezerech i při zhoršených světelných podmínkách. Eutrofní malá až středně veliká osluněná jezera s nedostatkem uhlíku a křemíku jsou vhodným prostředím pro druhy *Asterionella formosa* a *Aulacoseira ambigua*. V letní svrchní vrstvě epilimnia v eutrofních vodách dochází ke snížení obsahu uhlíku ve vodním sloupci a proto tyto vody bývají často zastoupeny rody *Ceratium* a *Microcystis*. Druhy vyskytující se v epilimniu eutrofizované vodní nádrže (*Aulacoseira granulata* a *Fragilaria crotonensis*) bývají při vyčerpání CO₂ patrně mnohem tolerantnějšími druhy, než zástupci rodů *Tabellaria*, *Cosmarium* a *Staurodesmus* vyskytujících se převážně v mezotrofních povrchových vodách. Skupiny

mělkých, obohacených vodních systémů mohou být prezentovány jak přítomností kryptomonád, tak i euglenoidních zástupců, např. rody *Euglena*, *Phacus* a *Lepocinclis* (REYNOLDS et al. 2002). BRÖNMARKOVA et HANSSONOVA (2005) studie potvrzuje, že druhové zastoupení ve vodních nádržích nebývá zcela libovolné, ale že poukazuje na charakteristiku jezer a rybníků včetně stavu živin, alkality či acidity vody. Pravidlem oligotrofních vod bývá, že při mírně acidickém pH dominují zástupci krásivek a pokud pH vody vzroste do vyšších, alkalických hodnot, tak se s vyšší abundancí vyskytují *Cyclotella* sp. a *Tabellaria* sp. V mezotrofních podmínkách s neutrální hodnotou pH se vyskytují zlativky a obrněnky. V eutrofizovaných silně úživných vodách zase dominují sinice (BRÖNMARK et HANSSON 2005).

2.2 Tůň

Tůň jsou drobné nevypustitelné vodní nádrže přirozeného charakteru. Vznikají buď na slepých či mrtvých ramenech řek (např. v průběhu jarních záplav při tání sněhu) nebo jsou uměle vybudovány. Hloubka tůní může dosáhnout až do dvou metrů a tůň často zarůstají bohatě rostoucí pobřežní i přibřežní vegetací (AMBROŽOVÁ 2003). Dle vysychavosti můžeme rozlišovat tůň trvalé a periodické. Podle ŠTĚRBY (1986) jsou tůň většinou mělké prohlubně, které v letních měsících zarůstají kořenujícími rostlinami. Mnohé tůň mohou vyschnout dříve, než celé stihnou zarůst (ŠTĚRBA 1986). Tůň nemá pravý profundál, dno je tedy pokračováním litorálu. Litorálem je nazývána přibřežní osvětlená zóna bentálu, která bývá bohatě osídlena. Mělké vodní nádrže bývají v porovnání s profundálem hlubokých vodních nádrží nebo moří lépe osvětleny, do mělkých vodních nádrží mnohem snáze prostupuje světlo. V tůních často rostou takové druhy rostlin, které mohou pronikat do hloubky okolo 1 metru, např. zástupci orobince široolistého (*Typha latifolia*), rákosu obecného (*Phragmites communis*) aj. (LELLÁK et KUBÍČEK 1992). Tůň patří mezi povrchové vody lentické, ve kterých dochází k zarůstání a sedimentaci (AMBROŽOVÁ 2003). Základní metodou vzniku umělých tůní je jejich hloubení. Funkcí tůní je vybudování optimálního přiměřeného prostředí pro život ohrožených druhů rostlin a živočichů (JUST et al. 2003). Tůň i rybníky jsou vodní nádrže astatického prostředí, tyto vody charakterizují systém s víceméně uzavřeným koloběhem látek (RAJCHARD et al. 2002).

2.3 Sezónní dynamika fytoplanktonu, stratifikace a cirkulace vodních nádrží

Fytoplankton je tvořen společenstvy mikrofyt a volně se vznášejících řas, které jsou adaptovány na život ve vodním prostředí. Pro tyto organismy je typické střídání druhů a populací během jedné vegetační sezóny. Veškeré změny výskytu mikrofyt v průběhu sezóny jsou nazývány sezónní dynamika fytoplanktonu (HINDÁK et al. 1978, REYNOLDS 2006).

Sezónní cyklus začíná tzv. jarní cirkulací, které předchází jarní tání ledu. V jarním období nastane promíchání vodního sloupce a tím se živiny z hlubších vrstev hypolimnia vodní nádrže dostanou i do povrchové vrstvy epilimnia. Díky velkému množství živin dojde také k vyššímu zastoupení mikrofyt, především rozsivek (Bacillariophyceae), zlativek (Chrysophyceae) a kryptomonád (Cryptophyceae). Hojný výskyt jarního fytoplanktonu trvá obvykle od března do května a převládají v něm bičíkovci. Přibližně v květnu dojde k úbytku živin a následnému poklesu abundance druhů, v ten moment nastává tzv. období „clear water“. Další možnou příčinou „clear water“ může být přemnožení zooplanktonu, který se stal konzumentem fytoplanktonu (HINDÁK et al. 1978).

V letním období stratifikace se vodní sloupec rozdělí na tři zóny. Svrchní prohrátou vrstvou tvoří epilimnion. Níže pod epilimnionem vzniká dočasně přechodná vrstva metalimnion, která se nachází mezi svrchní teplou a spodní chladnou vodou. Nejnižší vrstva hypolimnion bývá nejchladnější částí vodního sloupce a vyskytuje se u dna nádrže. Díky stratifikaci dochází v letním období k uvolnění živin a sedimentů, které jsou usazeny v hypolimniu (SHAW et al. 2004). V období od června do července dochází k nejbohatšímu rozmnožení mikrofytní vegetace, nejčastěji skupiny zelené řasy (Chlorophyceae), sinice (Cyanophyceae) tvořící „vodní květ“ a rozsivek (Bacillariophyceae). Ve znečištěných vodách jsou často zastoupeny druhy skupiny krásnooček (Euglenophyceae), která bývají významnými bioindikátory. Zástupci obrněnek (Dinophyceae) jsou často zaznamenány v rašeliništích (hodnota pH okolo 3) a v ostatních vodách s nízkou hodnotou pH (HINDÁK et al. 1978).

V podzimních měsících nastává cirkulace vody s obdobným složením vyskytujících se druhů, jako jarní cirkulace, ovšem s mnohem nižší abundancí zastoupených druhů (HINDÁK et al. 1978). Přísun slunečního záření se na podzim kvůli úhlu dopadu slunečních paprsků snižuje, tepelné ztráty svrchní vrstvy epilimnionu jsou po celý den přibližně stejně vysoké. Tento fakt má za následek snížení rozdílu teploty vody mezi vrstvou epilimnia a

hypolimnia. Pro podzimní měsíce je charakteristický silnější vítr, který bývá hlavním důvodem rozpořívání celého vodního sloupce. Tímto způsobem dochází k podzimní cirkulaci vody (BRÖNMARK et HANSSON 2005).

Zimní měsíce bývají na existenci fytoplanktonu zcela nejnepříznivější. V zamrzlých vodních nádržích nastává zimní stagnace, při které však může dojít k rozmnožení roztokové vegetace (HINDÁK et al. 1978). Teplotní rozdíly zůstávají stabilní díky pokrývce ledu, která větru zabraňuje v promíchání vodního sloupce. Teplota vody v těsné blízkosti ledu (v epilimniu) má průměrnou teplotu 1°C. U dna vodní nádrže (v hypolimniu) je teplota vody kolem 4°C. K větším teplotním výkyvům během zimního období s pokrývkou ledu nedochází (SHAW et al. 2004, BRÖNMARK et HANSSON 2005).

V souvislosti s malou hloubkou tůní v přírodní památce Pískovna na cvičišti (maximum hloubky okolo 2m) lze předpokládat, že nedochází k tak výrazným změnám teplot vodního sloupce. V letním období bývají hlubší vodní nádrže výrazně stratifikovány do vrstev epi-, meta- a hypolimnia, ovšem v takto mělkých vodních nádržích bývá celý vodní sloupec považován za epilimnion (LELLÁK et KUBÍČEK 1992), což je případ sledovaných lokalit.

2.4 Rekultivace ekosystémů

Ekologie rekultivace se zabývá obnovou ekosystémů a biotopů, na kterých došlo k úplné devastaci krajiny nebo alespoň k částečnému narušení krajiny lidskou činností. Při rekultivaci se jedná o obnovu populací, společenstev nebo celého ekosystému krajiny. V praxi může probíhat jak rekultivace přirozená, tak i rekultivace různými způsoby usměrněná či urychlená. Třetí a nejméně šetrnou možností rekultivace je využití umělých technických postupů. Mechanické rekultivační postupy však snižují biologickou diverzitu. Technická rekultivace může mít za následek zlikvidování cenných biotopů, zvláště chráněných druhů i vzácných druhů organismů (ŘEHOUNEK et HÁTLE 2010).

Těžba nerostných surovin je již od pradávna po současnost tradičním odvětvím národního hospodářství (ŘEHOUNKOVÁ et ŘEHOUNEK 2010). Rozvoj národního hospodářství bývá závislý na hlubinné nebo povrchové těžbě nerostných surovin. Méně než 1% celkové krajiny území ČR je dotčeno těžbou (CHUMAN 2010). Výsypky vzniklé po těžbě uhlí jsou rekultivovány převážně technickým způsobem. Už od nepaměti pobíhá těžba kamene. V dřívějších kamenolomech menších rozměrů se těžilo ručně a kamenolomy

byly na první pohled jiné, než současné velkolomy, ve kterých probíhá pouze těžba technická (TROPEK et al. 2010). Těžba nezpevněného sedimentu (písku a štěrkopísku) významně ovlivňuje a přetváří naši krajinu. V České republice má těžba písku největší význam na území Jihočeské pánve, ve středním a východním Polabí a na moravských úvalech. Těžba má jak pozitivní, tak i negativní následky. Pozitivně se dá hodnotit zlepšení životních podmínek v ekosystému. Za negativní dopad se považuje především devastace krajiny a zhoršení stavu životního prostředí kvůli technické rekultivaci. Škoda po těžbě se dlouhodobě napravuje. Těžbou dochází k negativnímu a neestetickému zásahu do krajiny. Úkolem rekultivace je kultivace, tedy obnova narušené krajiny. Rekultivace je činnost zaměřená na obnovu přirozených vlastností narušené přírody pomocí technických úprav terénu (těžba) a po nich následných úprav biologických např. ozeleňování, tvorba vodních nádrží (BUZEK 1994).

Pískovny jsou druhotnými stanovišti různých druhů ptáků, především břehulí říčních (*Riparia riparia*), které s oblibou hnízdí v pískovcových stěnách. Hnízdiště břehulí musí být každoročně obnovovány kvůli možnému sesuvu stěn, tvrdnutí písku nebo přítomnosti a následnému přemnožení parazitů. Stejně tak společenstva bezobratlých živočichů jsou vázána na teplá a suchá stanoviště v blízkém okolí pískoven. Pískovna menších rozměrů s mělkými vodními nádržemi a bohatým porostem vodních makrofyt bývá ideálním místem pro výskyt měkkýšů. Pískovny jsou často vyhlašovány jako stanoviště různých druhů obojživelníků. Druhové složení bývá ovlivněno mnoha faktory, především úrovní hladiny podzemní vody, zastíněním hladiny dřevinami či porostem vodních makrofyt. Pískovny jsou také často významné po své geologické či geomorfologické stránce. Z tohoto důvodu bývají vyhlašovány jako zvláště chráněná území, především v kategorii přírodní památka (ŘEHOUNKOVÁ et ŘEHOUNEK 2010).

Plocha Pískovny na cvičišti vznikla díky povrchové těžbě písku. V roce 1983 byla těžba písku zahájena a její ukončení proběhlo v roce 1994, kdy došlo k posledním těžebním zásahům (ALBRECHT et al. 2003). Tůně zůstaly po těžbě zachovány, těžba totiž probíhala na úrovni spodní hladiny vody. Následujícím plánem bylo provedení technické rekultivace (zavážení sutě a ornice). Tyto terénní úpravy byly hned zpočátku zastaveny, neboť jak suť, tak ornice způsobují nežádoucí ruderalizaci a eutrofizaci. Než došlo k úplnému zastavení provádění těchto úprav, tak část východní stěny pískovny byla zavezena ornici a na severní části pískovny bylo navedeno malé množství sutě. Pozůstatky této činnosti jsou ještě v dnešní době zjevné. Východní stěna je silně ruderalizovaná a při

úpravách hnízdnicích stěn pro břehule říční bývá pozorována i suť. Od roku 2009 jsou stěny pro břehule říční upravovány, dochází hlavně k odstraňování materiálu (vegetace), kterými tůně zarůstaly (HESOUN, ústní sdělení). Od této doby dochází k šetrnější, biologické rekultivaci, která zvyšuje obytnost krajiny a to především díky své estetické působivosti. K této rekultivaci v krajině došlo za účelem vybudování tří mělkých vodních nádrží, které zajišťují optimální a harmonické prostředí pro chráněné rostliny a živočichy. Rekultivace přírodní památky proběhla úspěšně. Vytvořením tůní pro obojživelníky vznikl nový biotop, který je bohatý jak na litorální vegetaci, tak i na typické druhy oligotrofních až mezotrofních vod.

2.5 Výzkumy na lokalitě Pískovna na cvičišti

V minulosti na lokalitách bývalé pískovny neprobíhaly žádné algologické průzkumy.

V roce 2007 proběhl na území přírodní památky botanický inventarizační průzkum (EKRT et EKRTOVÁ 2007). Zkoumaný areál byl během jedné vegetační sezóny navštíven celkem čtyřikrát. K průzkumu došlo na ploše pískovny a v její bezprostřední blízkosti. Nalezeny byly vzácné a ohrožené druhy botanických exemplářů, které jsou vázány na oligotrofní až mezotrofní stanoviště. Vzhledem k menší výměře plochy (okolo 2,58 ha) se lokalita jeví jako floristicky bohatá, zároveň je však druhově nezajímavá. Velká část zaznamenaných druhů byla ruderalního a plevelového charakteru. Ve zkoumaném areálu byly prokázány druhy organismů preferující vlhké a písčité substráty, kterým pískovna s tůněmi plně vyhovuje. Silně ohrožený zdravínek jarní (*Odontites verna*) je C2 druh Červeného seznamu (BUREŠ et al. 2001) nalezený v roce 2007 (EKRT et EKRTOVÁ 2007).

Téhož roku se také uskutečnil inventarizační průzkum obratlovců (HESOUN 2007). Návštěvy pískovny probíhaly zhruba ve třech týdenních intervalech v období od března do listopadu. Autor svůj průzkum zaměřil na obratlovce skupiny Amphibia, pro které bylo zvláště chráněné území primárně vybudováno. V celém areálu bylo nalezeno celkem 9 druhů obojživelníků, díky tomu je pískovna v zastoupení obojživelníků řazena mezi nejbohatší lokalitu na Jindřichohradecku. Cílem managementu ochrany přírodní památky je udržení kriticky ohroženého zástupce, ropuchy krátkonohé (*Bufo calamita*), který je v Jižních Čechách vzácným druhem. Vlivem sukcese se jeho výskyt rozšířil zároveň i na vedlejší vojenské cvičiště. Pískovna je taktéž ideálním prostředím pro nalezenou blatnici

skvrnitou (*Pelobates fuscus*), která obývá především písčité lokality s bohatými porosty makrofyt. V této přírodní památce bylo zaznamenáno mnoho dalších druhů, např. bohaté rozšíření zástupců kriticky ohroženého zástupce čolka velikého (*Triturus cristatus*) a čolka obecného (*Triturus vulgaris*), kteří jsou podle Červené knihy ohroženými druhy (BARUŠ et al. 1989). Také byl prokázán výskyt kuňky obecné (*Bombina bombina*), ropuchy obecné (*Bufo bufo*), ohrožený druh rosničky zelené (*Hyla arborea*), ohrožený druh skokana ostronosého (*Rana arvalis*) a ohrožený druh skokana zeleného (*Pelophylax esculentus*). Ryby byly zaznamenány pouze v roce 2007 lokalitě 1, konkrétně druhy kapr obecný (*Cyprinus carpio*), cejn velký (*Abramis brama*) a štika obecná (*Esox lucinus*). Tito jedinci se do tůň nedostali přirozenou cestou, jejich rozšíření proběhlo za pomoci lidského zásahu. Z plazů výrazně vzrostl výskyt jedinců ještěrky obecné (*Lacerta agilis*), kterým vyhovuje vykácení dřevin, následné zvýšení oslunění vodního dna a také pokles vodní hladiny, díky čemuž mohou zástupci přirozeně obývat dno tůň. Z ptactva stojí za zmínku labuť velká (*Cygnus olor*), která se do pískovny dostala pravděpodobně z nedalekého a v té době vypuštěného městského rybníka Vajgar. Na lokalitách Pískovny na cvičišti proběhly i krátké zastávky několika jedinců kachny divoké (*Anas platyrhynchos*). Lokalitu obývají páry koroptve polní (*Perdix perdix*). Autor průzkumu uvádí, že z hlasového projevu zaznamenal zástupce druhu bramboříčka černohlavého (*Saxicola torquata*) a rákosníka obecného (*Acrocephalus scirpaceus*). V současnosti se největším skvostem pískovny stala populace břehulí říčních (*Riparia riparia*), kvůli které byly vybudovány dvě hnízdní stěny. Roku 2007 na pískovně hnízdilo okolo 50-80 párů břehulí. Na severní straně pískovny byl zpozorován dravec ostříž lesní (*Falco subbuteo*), pro něhož je břehule významným potravním zdrojem. V květnu 2007 byla při neúspěšném lovu břehulí zaznamenána poštolka obecná (*Falco tinnunculus*). Ze savců byl prokázán výskyt vydry říční (*Lutra lutra*), která je uvedena v Červené knize 2 ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČSSR (BARUŠ et al. 1989), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) a rejska obecného (*Sorex araneus*). Všichni tito zástupci byli zaznamenáni v průběhu roku 2007 (HESOUN 2007).

Významné jsou také populace bezobratlých živočichů, které se vážou na písčiny a mělké tůně. Roku 2007 a 2008 probíhal inventarizační průzkum bezobratlých (HESOUN et al. 2007) a (HALÁČEK et al. 2008). V roce 2007 bylo uskutečněno celkem 9 návštěv Pískovny na cvičišti. HESOUN et al. (2007) uvádí nález vážky jarní (*Sympetrum fonscolombi*), kterou Farkač et al. (2005) zahrnuje v Červeném seznamu mezi druhy

ohrožené. Podle přehledu bezobratlých živočichů zařazených do červeného seznamu druhů ČR podle kategorií UICN byly autory HESOUN et al. (2007) nalezeny zranitelné druhy šídla rákosního (*Aeshna affinis*) a šídlatky brvnaté (*Lestes barbarus*), mezi kriticky ohrožené patří šidélko jarní (*Coenagrion lunulatum*), téměř ohrožené druhy byly zaznamenáni zástupci šídlatky hnědé (*Sympecma fusca*), šidélka znameného (*Erythromma viridulum*) a šidélka malého (*Ischnura pumilio*). Na plošině nad pískovnou byla v periodických kalužích prokázána přítomnost stovek jedinců kriticky ohroženého druhu žábronožky letní (*Branchipus schaefferi*), (HESOUN et al. 2007). Pro udržení těchto zástupců je zapotřebí občasné terénní úpravy lokalit. Nezbytnou nutností přírodní památky je udržení jak plochy s bohatými pobřežními porosty, tak i otevřené plochy téměř bez nárůstu pro lepší zachování diverzity živočichů (HESOUN et al. 2007). V létě roku 2008 byl také proveden průzkum skupin Lepidoptera a Coleoptera (HALÁČEK et al. 2008).

Průzkum Odonata na přírodní památce Pískovna na cvičišti a jejím ochranném pásmu proběhl již vícekrát a poslední záznamy z roku 2007 pojednávají o výskytu řádu imag Odonata, příležitostně i výskyt exuvií a larev vážek (HESOUN et al. 2007). Za posledních 10 let se v areálu prokázalo 25 druhů vážek.

Inventarizační průzkum pavouků byl realizován od 20. dubna do 20. října 2007 na třech stanovištích za pomoci použití zemních pastí. Menší část nasbíraného materiálu byla sebrána pomocí smýkání bylinné vegetace nebo sběru materiálu v detritu a pod kameny. Na Pískovně na cvičišti bylo celkem determinováno 739 exemplářů pavouků (94 druhů). Více, jak čtvrtinu tvořila čeled' Lycosidae. Téměř 20% z celkového zastoupení tvořil slídák červenavý (*Xerolycosa miniata*). Velmi hojně zastoupený byl i běžník lesní (*Xysticus luctuosus*). Pro zachování společenstva pavouků je podle autorů důležité udržovat plochu písčitého substrátu s řídkým porostem vegetace (JELÍNEK 2007).

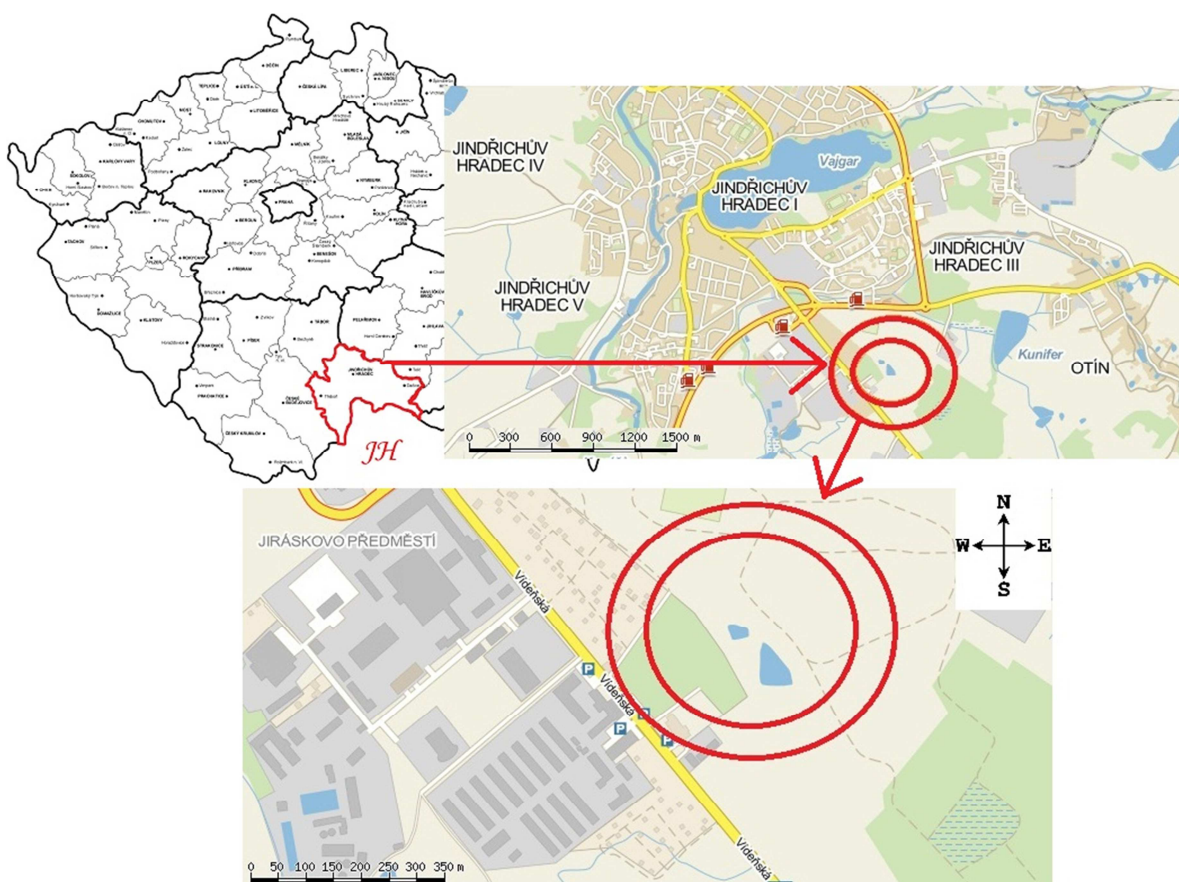
Mykologický průzkum makromycet proběhl v průběhu roku 2008. Uskutečnilo se celkem 11 návštěv, kdy v říjnu byla nalezena většina exemplářů (BERAN 2008).

HENEBERGOVA studie Analýza vlivu managementu břehule říční na populace blanokřídlého hmyzu skupiny *Apocrita* zaznamenala 17 druhů, což je nejvyšší množství blanokřídlých z většího počtu porovnávaných lokalit tohoto průzkumu. Porovnání proběhlo s pískovnou Lžín, pískovnou Záblatí, pískovnou Třebeč, pískovnou Slavošovice–Borky a pískovnou Borkovice–Jitra (HENEBERG 2010).

3 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH LOKALIT

3.1 Přírodní památka Pískovna na cvičišti

Tůně 1 – 3 se nacházejí v oblasti Pískovny na cvičišti, která leží na jižním okraji města Jindřichův Hradec v Jižních Čechách asi 20 km od hraničního přechodu s Rakouskem (Nová Bystřice) a 50 km východně od krajského města České Budějovice (Obr. 1). Jindřichův Hradec leží na 15. poledníku východní délky.



Obr. 1: Mapy vodních nádrží a přírodní památky Pískovna na cvičišti (upraveno podle www.mapy.cz, www.linkuj.cz, dne 13. 1. 2014)

Oblast přírodní památky leží na území bývalé pískovny. Pískovna na cvičišti byla vyhlášena roku 1998 Odborem životního prostředí, zemědělství a lesnictví Krajského úřadu Jihočeského kraje přírodní památkou (ČERNÝ 2008). V současné době je veřejnosti přístupná (Příloha č. 1). Přírodní památka Pískovna na cvičišti patří mezi zvláště chráněná území (AOPK ČR © 2014). V jejím blízkém okolí se nachází chatová kolonie, vojenské

cvičiště a městský hřbitov (Příloha 2). Podle zřizovacího předpisu byla přírodní památka Pískovna na cvičišti vytvořena k ekovýchově a také pro ochranu cenných biotopů a na nich vázaných živočichů, především ropuchy krátkonohé, blatnice skvrnitá a žábronožky letní (ČERNÝ 2008).

Maloplošné, zvláště chráněné území o rozloze 2,58 ha se nachází v nadmořské výšce přibližně 470 – 476 m n. m. Jedná se o bývalou pískovnu, na které se v letech 1983 – 1994 těžil šterkopísek (ALBRECHT et al. 2003). Těžba probíhala přibližně na úrovni hladiny podzemní vody a tímto způsobem vznikly celkem tři mělké vodní nádrže. Největší tůň je trvalá a rybochovná, další dvě periodické, menší tůně, již rybochovné nejsou. Svahy okolo tůní jsou porostlé travinou i bylinnou vegetací. Nad vodními nádržemi se nachází plošina, která je okrajově zahrnuta do zvláště chráněného území a v dnešní době slouží jako vojenské cvičiště. Napříč pískovnou prochází pilíř, kterým vede vodovodní přípojka do nedalekého sídliště Vajgar. V okolí přírodní památky v této době neprobíhají žádné stavební práce, které by narušily biodiverzitu této lokality (ČERNÝ 2008).

Přírodní památka je vyhledávána za účelem procházek a odpočinku. Okrajová část areálu je občasné zneužívána pro jízdy na terénních kolech či motocyklech na nedaleké asfaltové ploše, která se nachází přibližně 100 m vzdušné vzdálenosti od lokality 3. Negativní vliv na přírodní památku v současné době představují především plastové odpady z nedaleké zahrádkářské kolonie. V minulosti byly projednávány možnosti stavby obchvatu v blízkosti přírodní památky. Nikdy však ke schválení těchto návrhů nedošlo. V případě stavební činnosti tohoto typu by mohlo dojít k narušení biodiverzity chráněné krajinné oblasti.

V současné době není oblast tůní ohrožena rybníkářstvím a rybařením, myslivostí ani lesním nebo zemědělským hospodařením. Pionýrské druhy osidlující nová stanoviště jsou v přírodě zaznamenány ve velmi vzácném množství a bývají závislé na umělém narušování krajiny (KONHEFR © 2008 - 2014). V tomto případě představuje narušením krajiny především těžba písku, zásah člověka apod. Po vyhlášení areálu přírodní památkou se navrátila a stabilizovala přírodní vegetace a biodiverzita. Od té doby ustalo veškeré umělé narušování ekosystému lidským faktorem.

Na přelomu roku 2006 a 2007 probíhaly na základě rozhodnutí krajského úřadu rozsáhlé práce, které nejvíce ovlivňovaly ekosystém a vedly k obnově vhodných stanovišť pro pionýrské druhy (ČERNÝ 2008). Pro břehule říční (*Riparia riparia*) byly zde vybudovány dvě hnízdní stěny. Tento ohrožený druh obývá především strmé stěny

na pískovných a lomech, které jsou vhodným místem pro jejich hnízdění (HENEBERG et BERNARD 2008, ČERNÝ 2004). Pro dlouhodobé udržení hnízdiště se musí každoročně část stěny obnovovat (ČERNÝ 2008). Břehule říční je v Červené knize 1 uvedena jako ohrožený druh (SEDLÁČEK et al. 1988). Dále došlo z důvodu malého množství srážek k umělému vytvoření dvou nových tůní. Tůně sice koncem vegetační sezóny 2007 vysychaly, ale i tak se staly útočištěm některých obojživelníků (HESOUN 2007).

Podle Plánu péče o přírodní památku Pískovna na cvičišti na období 1. ledna 2008 – 1. ledna 2018 (schváleného Krajským úřadem – Jihočeský kraj) bylo ustanoveno udržování vodní hladiny v periodických tůních za pomoci těžké mechanizace podle vhodného intervalu, nejlépe jednou za tři roky. K odstranění ruderalní vegetace a dřevin by mělo každoročně docházet ruční cestou. (ČERNÝ 2008).

3.2 Geografické a geologické poměry

Poloha Pískovny na cvičišti spadá podle geomorfologického členění ČR do Třeboňského bioregionu ležícího na jihovýchodně jižních Čech. Nachází se na okraji podsestavy Českomoravská vrchovina a celku Křemešnická vrchovina a podcelku Jindřichohradecká pahorkatina (CULEK et al. 1996).

Na této lokalitě je horninovým podložím biotitická, sillimanit-biotitická pararula (moldanubikum), překrytá několika metry mocnými vrstvami fluvialních štěrkovitých písků – svrchní pleistocén – würm (ALBRECHT et al. 2003).

3.3 Charakteristika tůní PP Pískovny na cvičišti

Všechny tři tůně PP Pískovna na cvičišti vznikly za pomoci antropogenní činnosti. Bylo prokázáno, že význam sledovaných tůní je pro celý ekosystém i bezprostřední okolí stěžejní, neboť tyto tůně se staly přirozeným prostředím jak pro obojživelníky, tak i pro zástupce břehulí říčních (*Riparia riparia*) a ostatní zástupce vázané na prostředí pískoven.

3.3.1 Lokalita 1

Souřadnice: 49°7'52.869"N, 15°1'18.539"E

Tato tůň se nachází na jižním okraji přírodní památky (Příloha 3). Jako jedinou ze sledovaných lokalit ji lze označit za tůň trvalou. Svou rozlohou vodní hladiny (1400 m²)

zaujímá největší plochu ze sledovaných lokalit. Rovněž i hloubka okolo 200 cm ji řadí mezi nejhlubší. Půlka obvodu vodní plochy je obehána svahem zarostlým bylinnou vegetací. Tůň nemá žádný přítok ani odtok, je zcela závislá na podzemní a dešťové vodě. Dno je písčitého charakteru. Tato tůň je ze všech sledovaných lokalit nejméně zarostlá příbřežní vegetací. V blízkosti 5 až 10 m tůně je bohatě rozrostlá vegetace listnatých stromů, kterými však na takovou vzdálenost není zastíněna. Odběry byly prováděny z pěti odběrových míst (Obr. 2).



Obr. 2: Vyznačení odběrových míst na území lokality 1 (zdroj: mapy.cz, dne 12. 11. 2013)

3.3.2 Lokalita 2

Souřadnice: 49°7'55.006"N, 15°1'15.924"E

Středně velká, periodická tůň se nachází uprostřed oblasti chráněného území a rozloha hladiny vody činí okolo 1200 m² (Příloha 4). Tůň je závislá na dešťové a podzemní vodě, což v letním období vede kvůli vnějším podmínkám k patrnému vysychání vody v tůni. Podloží tůně je z převážné části bahnité. Od srpna roku 2013 začala tůň postupně vysychat a zarůstat příbřežními rostlinami. Hladina tůně je z převážné části zastíněna makrofytní vegetací, rákosem obecným (*Phragmites australis*) nebo orobinecem širolistým

(*Typha latifolia*). V blízkosti tůň roste pouze bylinná vegetace (EKRT et EKRTOVÁ 2007). Mezi lokalitami 2 a 3 se nachází písčiná stěna, která byla obnovena pro hnízdění břehule říční. Odběry byly prováděny ze 4 odběrových míst (Obr. 3).



Obr. 3: Vyznačení odběrových míst na území lokality 2 (zdroj: mapy.cz, dne 12. 11. 2013)

3.3.3 Lokalita 3

Souřadnice: 49°7'57.711"N, 15°1'13.063"E

Mělká periodická tůň s nejmenší rozlohou hladiny vody okolo 650 m² a hloubkou 80 cm leží na severní části pískovny (Příloha 5). Lokalita 3 je nejbližší umístěna chatové kolonii a asfaltové ploše. Tůň je závislá na dešťové a podzemní vodě. Koncem vegetační sezóny roku 2013 tato periodická tůň vyschla. Na přelomu července a srpna 2013 tato tůň zcela zarostla orobincem širolistým (*Typha latifolia*) a obvod tůň obrůstl listnatými stromy, které stínily hladině vody. Ve vzdálenosti do 10 m od lokality 3 se nachází druhá písčiná stěna pro hnízdění břehulí říčních (*Riparia riparia*). Odběry vzorků k determinaci byly prováděny ze 4 odběrových míst (Obr. 4).



Obr. 4: Vyznačení odběrových míst na území lokality 3 (zdroj: mapy.cz, dne 12. 11. 2013)

4 METODIKA PRÁCE

V průběhu roku 2013 probíhal průzkum řasové biodiverzity tří tůní na okraji Jindřichova Hradce. Jednou měsíčně (od března do října 2013) docházelo k odebrání vzorků sinicových a řasových společenstev a následnému zjištění kvalitativního i kvantitativního složení fytoplanktonu. Odběry byly prováděny vždy mezi devátou až jedenáctou hodinou dopoledne. Z každé lokality byly odebrány lahvičky se vzorky, vždy po jednom vzorku fytoplanktonu, jednom vzorku bentosu a jednom vzorku epilitonu nebo epipsamnonu. Fytoplankton byl odebírán pomocí planktonní sítě o velikosti ok 20 μ m. Vzorek z promáčeného substrátu u břehu a vzorky z nánosu na kamenech byly nabrány pipetou. Lokality 2. a 3. začaly v průběhu srpna postupně vysychat a bohatě zarůstaly příbřežní vegetací, od té byly také odebírány vzorky z epifytonu. Vzorky byly do doby determinace uschovány v plastových lahvičkách a uloženy v ledničce.

V terénu byla průběžně pořizována fotodokumentace lokalit pomocí fotoaparátu Olympus Sh-25mr.

Determinace a zpracování živých vzorků nastala vždy do jednoho až dvou dnů od odběru. Vzorky byly pozorovány pomocí mikroskopu Olympus BX 51. Ke každému určení druhu bylo zapotřebí fotodokumentace, která probíhala za pomoci digitální kamery DP 72 a softwaru Quickphoto. Zpracování fotodokumentace do podoby tabel uvedených v této práci (Přílohy 7 – 17) bylo provedeno pomocí programu GIMP 2.8.6.

Pro potřeby determinace druhů rozsivek byly zhotoveny trvalé preparáty. Příprava preparátů probíhala podle návodu (KŘÍSA et PRÁŠIL 1989) s využitím pryskyřice Naphrax. Pro přípravu preparátů byl použit směsný přírodní vzorek (v každém odběrovém termínu byly smíseny vzorky fytoplanktonu, epifytonu a epipsamnonu či epilitonu ze stejné lokality).

Při každém odebrání vzorků byly zároveň stanovovány fyzikálně-chemické parametry: teplota (t), kyselost/zásaditost (pH) a konduktivita povrchové vody. Hodnoty byly zjišťovány kombinovaným pH-metrem/konduktometrem Combo HI 98129, Hanna.

V průběhu roku byla zaznamenávána abundance zooplanktonu. Pro zobrazení výsledků jsem použila odhadovou stupnici od jedné do pěti. Hodnota nula nebo jedna byla přiřazena při absenci zooplanktonu nebo velmi nízkém výskytu zooplanktonu, hodnota pět vyjadřuje převahu zooplanktonu ve vzorku.

System použitý v této práci se řídí publikací (KALINA et VÁŇA 2005). Fotografie zde uvedené byly pořízeny autorkou této práce, pokud není v práci uvedeno jinak.

Použitá literatura využitá pro determinaci řasových i rozsivkových preparátů: HINDÁK et al. (1975), HINDÁK et al. (1978), KRAMMER et LANGE-BERTALOT (1991a), KRAMMER et LANGE-BERTALOT (1991b), KRAMMER et LANGE-BERTALOT (1997a), KRAMMER et LANGE-BERTALOT (1997b), JOHN et al. (2002), JOHN et WILLIAMSON (2009), LANGE-BERTALOT et KRAMMER (2000), LANGE-BERTALOT et KRAMMER (2002), LANGE-BERTALOT et KRAMMER (2003), LENZENWEGER (1996), LENZENWEGER (1999), LENZENWEGER (2003), POPOVSKÝ et PFIESTER (1990), RŮŽIČKA (1977), RŮŽIČKA (1981), WOŁOWSKI et HINDÁK (2005).

5 VÝSLEDKY

V následující kapitole jsou uvedena data pořízená v průběhu terénního a laboratorního průzkumu (fyzikálně-chemické proměnné povrchové vody studovaných lokalit, druhové složení sinicových a řasových společenstev mapovaných tůní a sezónnost rozvoje jednotlivých skupin).

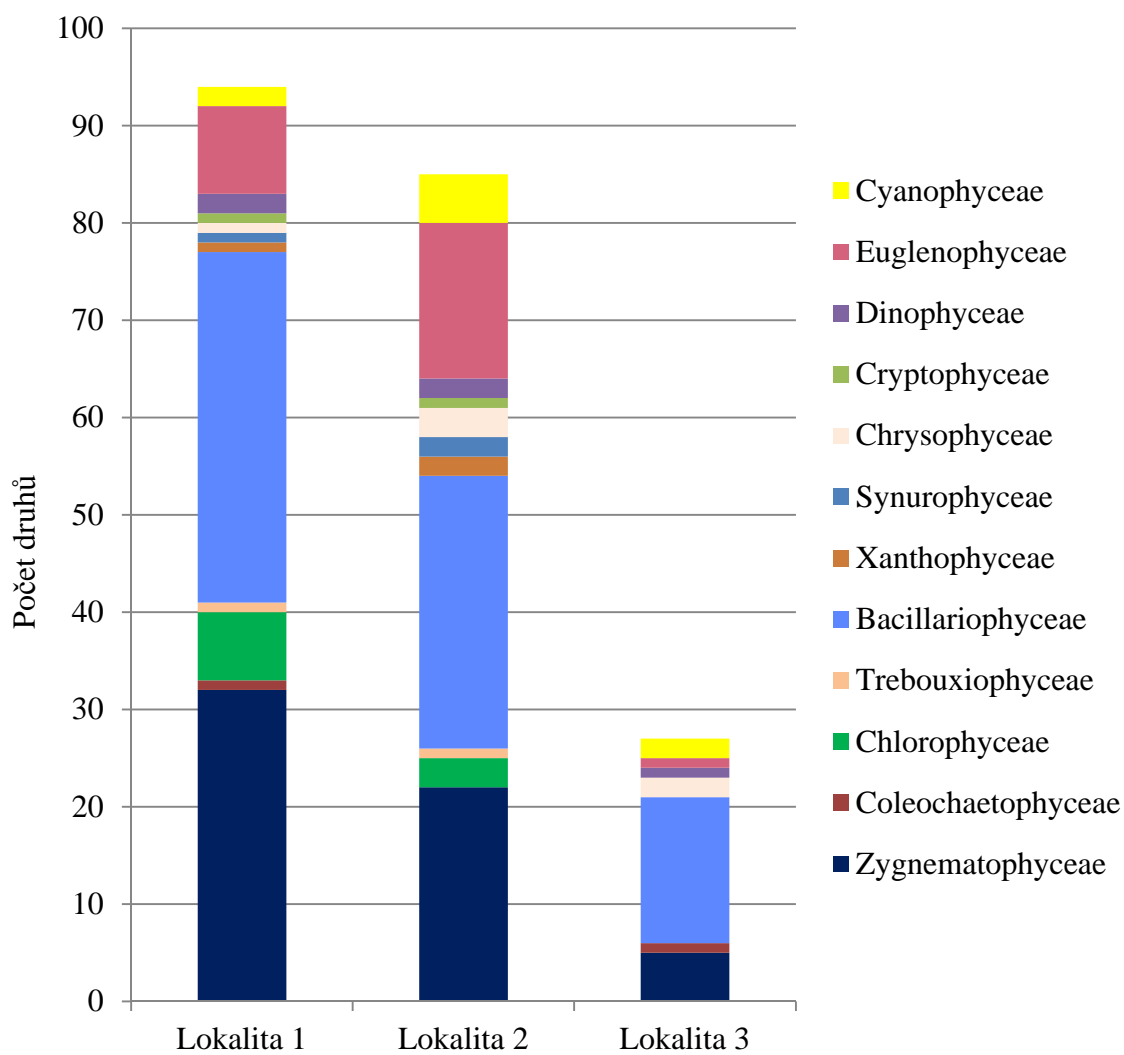
5.1 Druhové zastoupení

Na všech třech sledovaných lokalitách bylo celkem nalezeno 147 druhů sinic a řas (Tab. 1). Na lokalitě 1 bylo pozorováno 94 druhů, na lokalitě 2 celkem 85 druhů a na lokalitě 3 bylo determinováno pouhých 27 druhů. Lokalita 1 je z pohledu druhové diverzity nejbohatší tůní, lokalita 3 je nejméně druhově zastoupená (Obr. 5). Nejpočetněji zastoupenou třídou je Bacillariophyceae (52 druhů), dále třída Zygnematophyceae (43 druhů), třída Euglenophyceae (22 druhů), třída Chlorophyceae (9 druhů), Cyanophyceae (7 druhů), Dinophyceae (4 druhy), Chrysophyceae (3 druhy), Synurophyceae a Xanthophyceae (2 druhy), Cryptophyceae, Trebouxiophyceae a Coleochaetophyceae (1 druh).

Na lokalitě 1 bylo celkem determinováno 94 druhů sinic a řas. Nejvíce nalezených druhů patří do skupiny Bacillariophyceae (36 druhů), druhou nejpočetnější skupinou této lokality byla skupina Zygnematophyceae (32 druhů), skupina Euglenophyceae (9 druhů), Chlorophyceae (7 druhů), Cyanophyceae a Dinophyceae (2 druhy) a Cryptophyceae, Chrysophyceae, Synurophyceae, Xanthophyceae, Coleochaetophyceae a Trebouxiophyceae (1 druh).

Na lokalitě 2 bylo nalezeno celkem 85 druhů řas a sinic. S největší druhovou variabilitou byla taktéž zaznamenána skupina Bacillariophyceae (28 druhů), dále skupina Zygnematophyceae (22 druhů), Euglenophyceae (16 druhů), Cyanophyceae (5 druhů), Chrysophyceae a Chlorophyceae (3 druhy), Dinophyceae a Synurophyceae (2 druhy), Cryptophyceae a Trebouxiophyceae (1 druh).

Na lokalitě 3 bylo zaznamenáno celkem 27 druhů sinic a řas. Nejvíce druhů bylo determinováno ze skupiny Bacillariophyceae (15 druhů), dále Zygnematophyceae (5 druhů), Cyanophyceae a Chrysophyceae (2 druhy), Euglenophyceae, Dinophyceae a Coleochaetophyceae (1 druh).



Obr. 5: Druhové zastoupení fytoplanktonu sledovaných tůní v roce 2013

Tab. 1: Soupis druhů nalezených na sledovaných lokalitách v roce 2013 (X = prezenze druhů na lokalitě)

Taxon	1	2	3
Odd. Cyanobacteria			
CYANOPHYCEAE			
<i>Anabaena</i> sp.	X	X	X
<i>Nostoc</i> sp.		X	
<i>Oscillatoria</i> sp.	X		
<i>Phormidium autumnale</i> GOMONT		X	
<i>Phormidium</i> sp.			X
<i>Tolypothrix</i> sp.		X	
<i>Tolypothrix tenuis</i> KÜTZING ex BORNET & FLAHAULT		X	
Odd. Euglenophyta			
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Colacium sideropus</i> SKUJA			X
<i>Colacium</i> cf. <i>cyclopycola</i>		X	
<i>Cryptoglena skujae</i> MARIN & MELKONIAN		X	
<i>Euglena ehrenbergii</i> KLEBS		X	
<i>Euglena gracilis</i> KLEBS		X	
<i>Euglena limnophila</i> LEMMERMANN		X	
<i>Euglena oxyuris</i> SCHMARDA	X		
<i>Euglena proxima</i> P. A. DANGEARD	X	X	
<i>Euglena sociabilis</i> P. A. DANGEARD		X	
<i>Euglena splendens</i> P. A. DANGEARD	X		
<i>Euglena viridis</i> EHRENBERG		X	
<i>Euglena</i> cf. <i>viridis</i>		X	
<i>Lepocinclis ovum</i> (EHRENBERG) LEMMERMANN	X		
<i>Monomorphina pyrum</i> (EHRENBERG) MERESCHKOWSKY		X	
<i>Phacus acuminatus</i> STOKES	X	X	
<i>Phacus alatus</i> KLEBS		X	
<i>Phacus longicauda</i> (EHRENBERG) DUJARDIN	X	X	
<i>Phacus orbicularis</i> K. HÜBNER		X	
<i>Phacus pleuronectes</i> (O. F. MÜLLER) NITZSCH ex DUJARDIN		X	

<i>Trachelomonas hispida</i> (PERTY) F. STEIN	X		
<i>Trachelomonas</i> sp.	X		
<i>Trachelomonas volvocina</i> EHRENBERG	X	X	
Odd. Dihnophyta			
DINOPHYCEAE			
<i>Gymnodinium</i> sp.			X
<i>Peridinium bipes</i> F. STEIN	X	X	
<i>Peridinium</i> sp.		X	
<i>Peridinium willei</i> HUITFELDT-KAAS	X		
Odd. Cryptophyta			
CRYPTHOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas</i> sp.	X	X	
Odd. Heterokontophyta			
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Dinobryon divergens</i> O. E. IMHOF	X	X	X
<i>Epipyxis utriculus</i> EHRENBERG		X	X
<i>Uroglena</i> sp.		X	
SYNUROPHYCEAE			
<i>Mallomonas</i> sp.		X	
<i>Synura</i> sp.	X	X	
XANTHOPHYCEAE			
<i>Tribonema angustissimum</i> PASCHER		X	
<i>Tribonema</i> sp.	X	X	
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Achnanthes conspicua</i> MEYER	X		
<i>Achnanthes montana</i> KRASSKE	X		
<i>Achnanthes lanceolata</i> (BRÉBISSON ex KÜTZING) GRUNOW	X		
<i>Caloneis molaris</i> GRUNOW		X	
<i>Caloneis pulchra</i> MESSIKOMMER	X		
<i>Caloneis silicia</i> fo. <i>silicia</i> EHRENBERG	X		
<i>Cocconeis placentula</i> EHRENBERG	X		
<i>Cymatopleura solea</i> (BRÉBISSON) W. SMITH			X
<i>Cymbella aspera</i> (EHRENBERG) CLEVE	X	X	
<i>Cymbella naviculiformis</i> AUERSWALD ex HEIBERG	X		

<i>Cymbella silesiaca</i> BLEISCH			X
<i>Cymbella ventricosa</i> KÜTZING	X		
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (AUERSWALD ex HEIBERG) KRAMMER	X	X	
<i>Eunotia arcus</i> EHRENBERG		X	
<i>Eunotia bilunaris</i> EHRENBERG	X	X	X
<i>Eunotia formica</i> EHRENBERG			X
<i>Eunotia minor</i> (KÜTZING) GRUNOW		X	X
<i>Eunotia valida</i> HUSTEDT	X		
<i>Epithemia adnata</i> (KÜTZING) BRÉBISSON	X	X	X
<i>Fragilaria pinnata</i> EHRENBERG	X	X	
<i>Fragilaria</i> cf. <i>pinnata</i> var. <i>intercedent</i>	X		
<i>Gomphonema acuminatum</i> EHRENBERG	X	X	
<i>Gomphonema angustatum</i> KÜTZING	X		
<i>Gomphonema parvulum</i> KÜTZING		X	X
<i>Gomphonema truncatum</i> EHRENBERG	X	X	
<i>Hantzschia amphioxys</i> (EHRENBERG) GRUNOW	X	X	X
<i>Melosira varians</i> AGARDH	X	X	X
<i>Meridion circulare</i> (GREVILLE) AGARDH	X	X	
<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>intermedia</i> GRUNOW	X		
<i>Navicula pupula</i> KÜTZING	X	X	
<i>Navicula radiosa</i> KÜTZING	X		X
<i>Navicula silesiaca</i> (BLEISCH) H.L. SMITH			X
<i>Neidium affine</i> (EHRENBERG) PFIZER		X	
<i>Neidium hercynikum</i> MAYER	X		
<i>Nitzschia</i> sp. 1	X		
<i>Nitzschia</i> sp. 2	X		
<i>Pinnularia borealis</i> EHRENBERG	X	X	X
<i>Pinnularia divergentissima</i> GRUNOW	X		
<i>Pinnularia grunowii</i> KRAMMER	X	X	
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>brabissonii</i> KÜTZING		X	
<i>Pinnularia</i> cf. <i>neomajor</i> var. <i>inflata</i>		X	
<i>Pinnularia</i> cf. <i>nobilis</i>		X	
<i>Pinnularia nobilis</i> var. <i>regularis</i> EHRENBERG		X	X
<i>Pinnularia nodosa</i> var. <i>pseudogracillima</i> A. MAYER		X	

<i>Pinnularia viridis</i> (NITZSCH) EHRENBERG	X	X	X
<i>Pinnularia schoenfelderi</i> KRAMMER		X	
<i>Rhopalodia gibba</i> (EHRENBERG) O.F. MÜLLER	X	X	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (NITZSCH) EHRENBERG	X	X	
<i>Surirella augusta</i> KÜTZING	X		
<i>Synedra ulna</i> NITZSCH	X		
<i>Tabellaria fenestrata</i> (LYNGBYE) KÜTZING			X
<i>Tabellaria flocculosa</i> (ROTH) KÜTZING	X	X	
Odd. Chlorophyta			
TREBOUXIOPHYCEAE			
<i>Botryococcus</i> sp.	X	X	
CHLOROPHYCEAE			
<i>Ankistrodesmus</i> cf. <i>fusiformis</i>	X		
<i>Bulbochaete</i> sp.	X	X	
<i>Coelastrum</i> sp.		X	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	X		
<i>Pandorina morum</i> (O.F. MÜLLER) BORY	X		
<i>Pediastrum duplex</i> MEYEN	X		
<i>Pediastrum tetras</i> (EHRENBERG) RALFS	X		
<i>Stigeoclonium</i> sp.		X	
<i>Volvox aureus</i> EHRENBERG	X		
Odd. Charophyta			
COLEOCHAETOPHYCEAE			
<i>Coleochaete scutata</i> BRÉBISSON	X		X
ZYGNEMATOPHYCEAE			
<i>Actinotaenium cucurbita</i> (BRÉBISSON ex RALFS) TEILING		X	
<i>Closterium acerosum</i> var. <i>angolense</i> WEST & G.S.WEST	X		
<i>Closterium calosporum</i> WITTRÖCK	X		
<i>Closterium</i> cf. <i>strigosum</i> var. <i>elegans</i>		X	
<i>Closterium diana</i> EHRENBERG ex RALFS var. <i>diana</i>	X	X	
<i>Closterium eboracense</i> W. B. TURN var. <i>eboracense</i>		X	
<i>Closterium ehrenbergii</i> var. <i>atumidum</i> GRÖNBLAD		X	
<i>Closterium ehrenbergii</i> MENEGHINI ex RALFS var. <i>ehrenbergii</i>		X	
<i>Closterium incurvum</i> BRÉBISSON var. <i>incurvum</i>	X		

<i>Closterium kuetzingii</i> BRÉBISSON var. <i>kuetzingii</i>	X	X	X
<i>Closterium lineatum</i> EHRENBERG ex RALFS var. <i>lineatum</i>	X		
<i>Closterium moniliferum</i> EHRENBERG ex RALFS	X		
<i>Closterium moniliferum</i> (BORY) EHRENBERG ex RALFS var. <i>submoniliferum</i>	X	X	X
<i>Closterium punctulatum</i> var. <i>punctulatum</i> (NORDSTEDT) W. KRIEG		X	
<i>Closterium parvulum</i> NÄGELI		X	
<i>Closterium praelongum</i> var. <i>brevius</i> (NORDSTEDT) W. KRIEG	X	X	
<i>Closterium praelongum</i> var. <i>praelongum</i> BRÉBISSON	X		
<i>Closterium pronum</i> BRÉBISSON var. <i>prorum</i>		X	
<i>Closterium pseudolunula</i> BORGE var. <i>pseudolunula</i>	X		
<i>Closterium setaceum</i> var. <i>elongatum</i> W. & G.S.WEST	X		
<i>Closterium setaceum</i> var. <i>setaceum</i> EHRENBERG ex RALFS	X	X	
<i>Closterium</i> sp.	X		
<i>Closterium strigosum</i> var. <i>elegans</i> (G.S.WEST) W. KRIEG		X	
<i>Cosmarium</i> cf. <i>biretum</i>	X		
<i>Cosmarium botrytis</i> MENEGHINI ex RALFS	X		
<i>Cosmarium impressulum</i> CORDA ex RALFS	X	X	
<i>Cosmarium punctulatum</i> BRÉBISSON	X		
<i>Cosmarium obtusatum</i> SCHMIDLE	X	X	
<i>Cosmarium</i> cf. <i>ochthodes</i>	X		
<i>Cosmarium tetraophthalmum</i> BRÉBISSON ex RALFS			X
<i>Euastrum bidentatum</i> NÄGELI	X		
<i>Euastrum insulare</i> var. <i>insulare</i> ROY	X		
<i>Micrasterias crux-melitensis</i> RALFS	X		
<i>Mougeotia</i> sp. steril.	X	X	X
<i>Pleurotaenium rectum</i> DELPONTE var. <i>rectum</i>		X	
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (RALFS) DELPONTE	X		
<i>Spirogyra</i> sp. steril.	X	X	X
<i>Staurastrum alternans</i> BRÉBISSON	X	X	
<i>Staurastrum brachiatum</i> RALFS	X		
<i>Staurastrum</i> cf. <i>furcigerum</i>	X	X	
<i>Xanthidium antlopaeum</i> (BRÉBISSON) KÜTZING	X		
<i>Xanthidium antlopaeum</i> var. <i>crameri</i> GRÖNBLAD	X		

5.2 Fyzikálně-chemické parametry

V průběhu průzkumu byly současně s odběry přírodního materiálu zaznamenávány i fyzikálně-chemické parametry povrchové vody tůň.

5.2.1 Hodnoty teplot povrchové vody

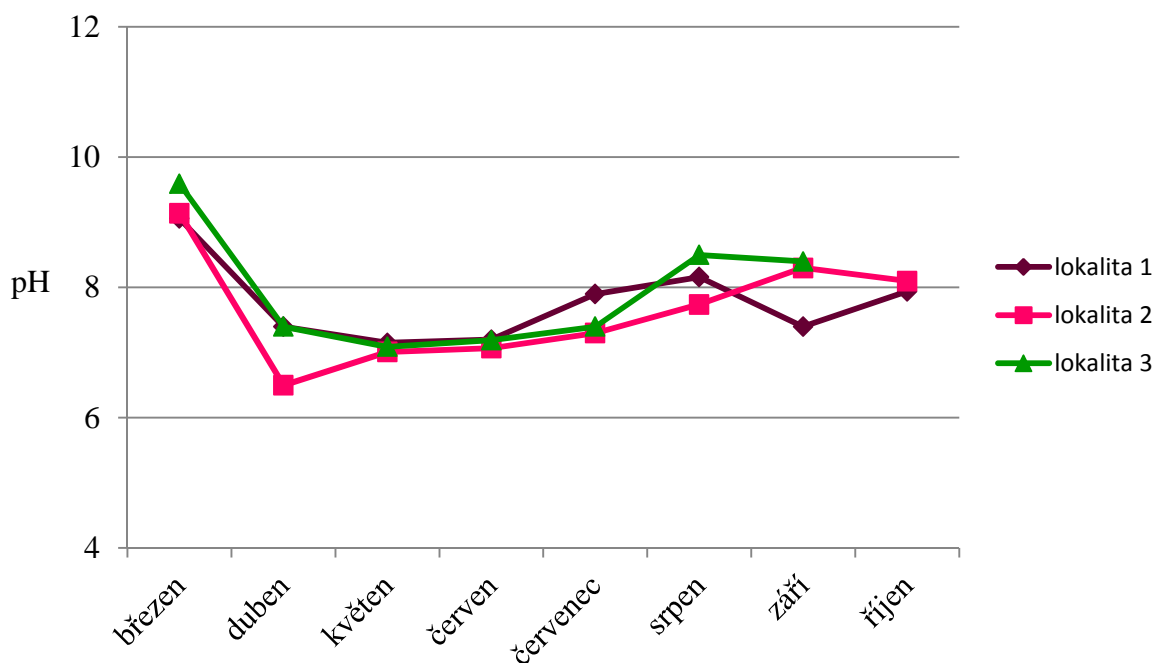
Teplota povrchové vody zkoumaných lokalit v roce 2013 odpovídala povětrnostním podmínkám (Obr. 6, Příloha 6). Teploty vody a vzduchu spolu úzce souvisí. Nejintenzivnější oslunění hladiny vody bylo prokázáno na lokalitě 1, kde teplota povrchové vody dosáhla maximální naměřené hodnoty 20,6 °C. Toto byla nejvyšší naměřená teplota ze všech tří sledovaných lokalit. Nejnižší teploty (7,5 °C) byly prokázány v březnu 2013 na lokalitě 1 a v říjnu 2013 na lokalitě 2. V červenci 2013 teploty povrchové vody lokalit 1 a 2 dosáhly přes 20 °C, ovšem lokalita 3 během žádného měření hranice teploty vody 20 °C nedosáhla. V srpnu a v září teploty povrchové vody kontinuálně klesaly, každý měsíc v průměru o 5°C. Rozdíl teplot mezi zářím a říjnem nebyl tak značně veliký (jako v předešlých dvou měsících), teplota klesla pouze o 1°C. Na lokalitě 3 nebyl v říjnu 2013 z důvodu vyschnutí tůň proveden odběr ani in situ měření fyzikálně-chemických charakteristik povrchové vody.



Obr. 6: Srovnání hodnot povrchové teploty vody během vegetačního období roku 2013

5.2.2 Hodnoty pH povrchové vody

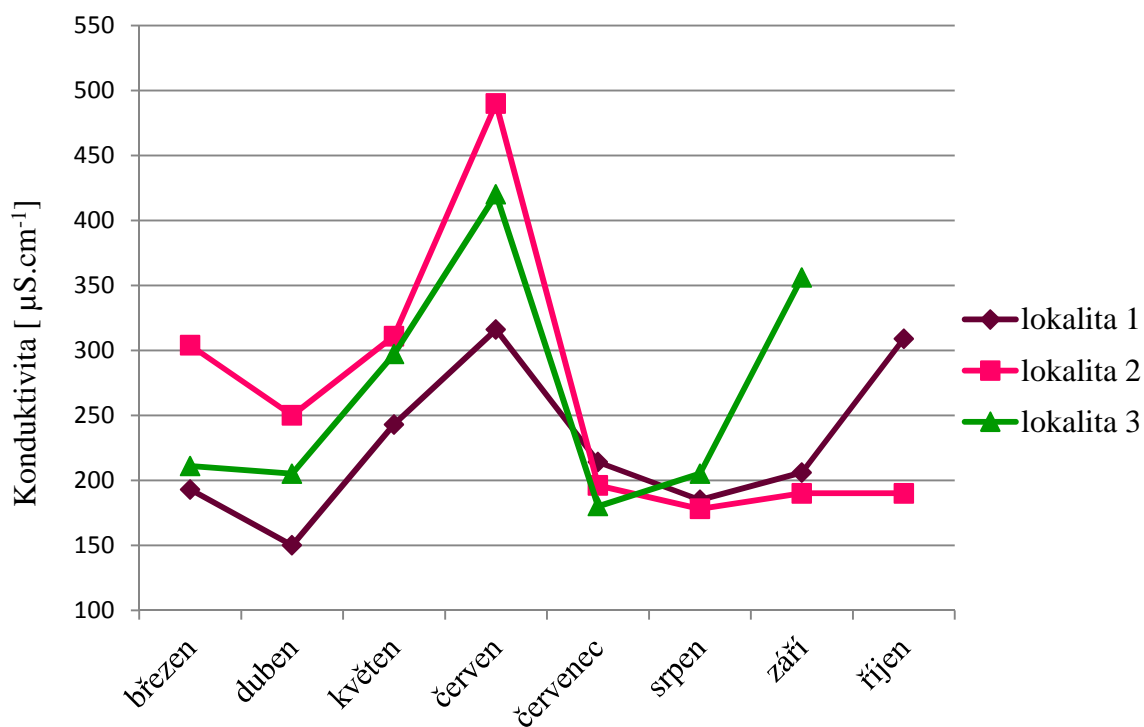
Hodnoty pH vody byly na všech třech mapovaných lokalitách během roku 2013 zaznamenány v rozmezí od 6,5 do 9,59. Nejvyšší hodnoty pH byly prokázány na všech třech tůních v březnu 2013. Nejnižší březnová hodnota pH 9,06 byla naměřena na lokalitě 1 a na lokalitě 3 byly prokázány nejvyšší hodnoty pH 9,6 (Obr. 7, Příloha 6). Nicméně mezi březnovým a dubnovým odběrem byl zaznamenán kontinuální pokles pH vody (ve všech třech tůních zároveň). Od května bylo naměřeno pH v tůních lehce přes hodnotu 7. Tento stav trval do června 2013 a od následujícího měsíce bylo zaznamenáno mírné zvýšení hodnot pH. V podzimním období pH povrchové vody vzrůstalo, ale tak vysokých hodnot (jako na jaře) již nedosáhlo. Při porovnání sledovaných lokalit mezi sebou je zjevné, že za celý rok průzkumu k rapidnímu nárůstu či snížení hodnot pH nedošlo. V březnu byly sice hodnoty extrémně vysoké, ale k tomuto stavu došlo na všech lokalitách zároveň. Na lokalitě 3 v říjnu 2013 neproběhl odběr vzorků ani následné měření pH z důvodu vyschnutí tůně.



Obr. 7: Srovnání hodnot pH vody během vegetačního období roku 2013

5.2.3 Hodnoty konduktivity povrchové vody

Hodnoty konduktivity byly v tůních Pískovny na cvičišti během roku 2013 výrazně proměnlivé (Obr. 8). Podobné hodnoty v rámci všech tří tůní byly naměřeny pouze v červenci a v srpnu 2013, v ostatních měsících již docházelo k různým odchylkám (Příloha 6). Výrazně nejvyšší konduktivita byla zjištěna v červnu 2013 na lokalitě 2 s hodnotou $490 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, nejnižší hodnota konduktivity $150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ byla stanovena v dubnu 2013 na lokalitě 1. Od března do června 2013 bylo zaznamenáno naměření nejvyšších hodnot na lokalitě 2, od července 2013 byla hodnota konduktivity na lokalitě 2 nejnižší. Od srpna 2013 bylo zaznamenáno nejvyšší dosažení hodnot vodivosti na lokalitě 3. Po dobu celého roku byly na lokalitě 1 registrovány nejnižší hodnoty konduktivity v rozmezí od $150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do $309 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Tyto naměřené hodnoty konduktivity lokality 1 jsou zcela běžné. Lokality 2 a 3 již podle naměřených výsledků konduktivit povrchové vody tak stabilní nejsou.



Obr. 8: Srovnání hodnot konduktivity vody během vegetačního období roku 2013

5.3 Sezónní dynamika mikroflóry

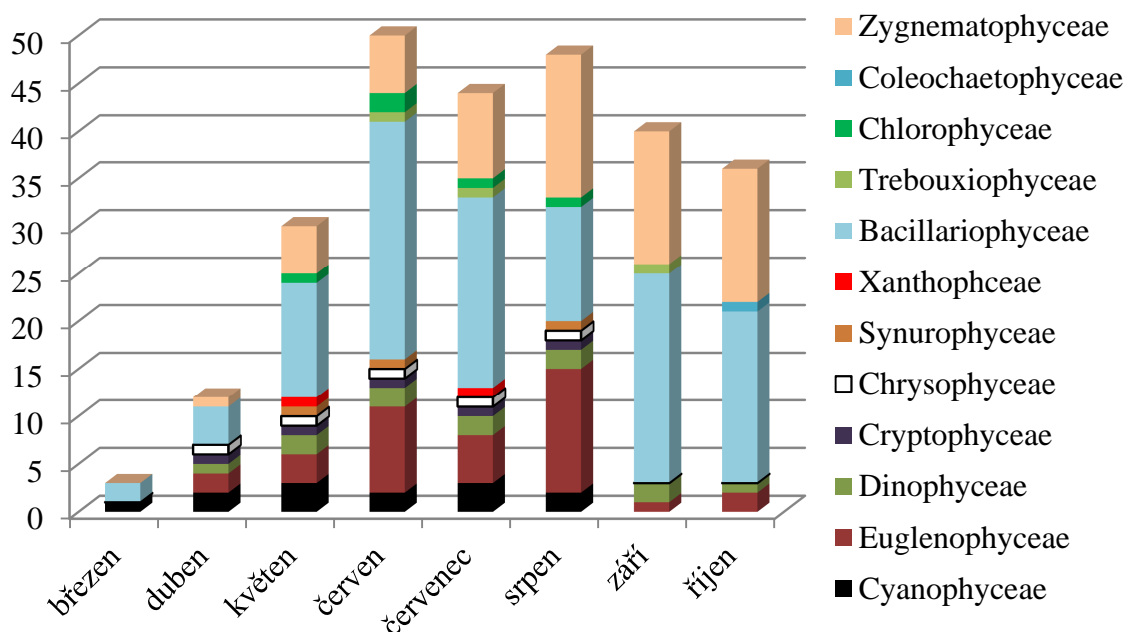
Studium sezónní dynamiky přináší informace o změnách sinicových a řasových společenstev v průběhu vegetačního období. V následující kapitole jsou uvedeny informace o rozvoji těchto skupin a zároveň o četnosti potencionálních predátorů těchto organismů v průběhu vegetační sezóny roku 2013.

5.3.1 Lokalita 1

V roce 2013 byla sezónní dynamika jednoznačně nejnápadnější a nejbohatší na lokalitě 1 (Obr. 9). Determinováno zde bylo celkem 94 druhů sinic a řas. Nejčastěji nalézané druhy mikroflóry patřily do skupin Bacillariophyceae (36 druhů) a Zygnematophyceae (32 druhů). Ze zástupců Bacillariophyceae byly s vyšší abundancí zastoupeny druhy *Navicula pupula*, *Navicula radiosa*, *Melosira varians*, *Hantzschia amphyoaxis*. Ze skupiny Zygnematophyceae byly nejčastěji nalézány druhy *Mougeotia* sp. steril., *Closterium moniliferum* var. *submoniliferum* a *Closterium kuetzingii* var. *kuetzingii*.

V jarních měsících začal postupný rozvoj sinic a řas. Skupina Cyanophyceae byla od března do září 2013 zaznamenána s nízkou abundancí. Zástupci Bacillariophyceae byli s nejvyšší diverzitou prokázáni od června do října 2013. V květnu vzrostla abundance jak zástupců skupiny Euglenophyceae (v konkrétním zastoupení *Trachelomonas hispida* a *Trachelomonas volvocina*), tak i ostatních bičíkovců, především skrytěnky *Cryptomonas* sp. a zelené řasy *Chlamydomonas* sp. V červnu 2013 byl nalezen druh *Anabaena* sp. (Příloha 7A). Téhož měsíce byl také spatřen zástupce krásivky *Micrasterias crux-melitensis* a druh zelené řasy *Volvox aureus*. V červenci 2013 byl v epipsamonu nalezen druh *Oscillatoria* sp. a v planktonu *Xanthidium antilopaeum* var. *crameri*, *Cosmarium botrytis* i *Synura* sp. V srpnu 2013 bylo zaznamenáno souběžné přemnožení druhů *Lepocinclis ovum* (Příloha 8G) a *Peridinium* sp. V planktonu byli objeveni také další zástupci Euglenophyceae, především *Euglena splendens*, *Euglena proxima*, *Phacus longicauda* a *Phacus acuminatus*. V září 2013 ustoupili zástupci bičíkovců a od té doby bylo zaznamenáno masivní zvýšení počtu druhů skupiny Zygnematophyceae, konkrétně *Spirogyra* sp. steril., *Closterium moniliferum* var. *submoniliferum*, *Xanthidium antilopaeum* var. *crameri*, *Closterium diana* var. *diana*, *Cosmarium punctulatum*, *Pleurotaenium ehrenbergii*, *Closterium lineatum* var. *lineatum*. V říjnu 2013 byl již podruhé objeven druh *Micrasterias crux-melitensis* (dříve v červnu),

dále byly registrovány druhy *Cosmarium obtusatum*, *Coleochaete scutata*, *Botryococcus* sp. a *Euglena oxyuris*.



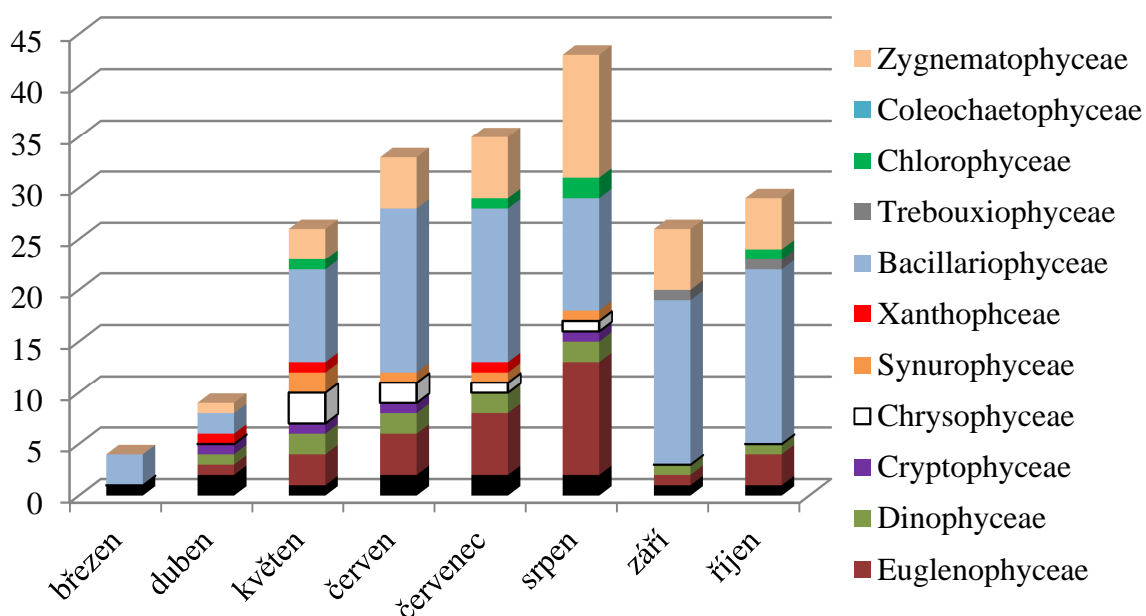
Obr 9: Sezónní dynamika fytoplanktonu sledované lokality 1 v roce 2013

5.3.2 Lokalita 2

Lokalita 2 vykazuje obdobný počet nalezených druhů, jako lokalita 1. Na lokalitě 2 bylo celkově nalezeno 85 druhů sinic a řas. Nejvíce byly druhově zastoupeny skupiny Bacillariophyceae (28 druhů), Zygnematophyceae (22 taxonů) a skupina Euglenophyceae (16 druhů). Právě na této lokalitě byla zaznamenána jednoznačně nejvyšší diverzita druhů skupiny krásnooček (Obr. 10.).

Z celkově málo početně zastoupené skupiny Xanthophyceae byl v březnu 2013 v epilítónu zjištěn výskyt vláknitého zástupce druhu *Tribonema* sp. V planktonních vzorcích byl až do května 2013 v bohaté abundanci zaznamenán výskyt zástupce *Cryptomonas* sp. a *Synura* sp (Příloha 9F). V květnu 2013 byly nalezeny druhy *Actinotaenium cucurbita*, *Phormidium autumnale* a *Tribonema angustissimum*, hojně byly zaznamenány i rozsivkové druhy *Eunotia bilunaris*, *Cymbella aspera* (Příloha 10F) *Pinnularia borealis* a *Melosira varians*. V planktonu byly nalezeny druhy *Euglena vidiris*, *Uroglena* sp., *Tolypothrix* sp., *Cosmarium impressulum*. V červnu 2013 byli zaznamenáni zástupci *Nostoc* sp., *Dinobryon divergens* a *Colacium* cf. *cyclopycola*. V červenci byly s vysokým počtem druhů pozorovány skupiny Zygnematophyceae, v těsném zástupu

s Euglenophyceae (s nejvyšší abundancí druhu *Euglena viridis*). Druh *Navicula pupula* byl v hojně abundanci rozšířen pouze v červnu a červenci 2013 (Příloha 11B). V červenci byl nalezen zástupce *Epipyxis urticulus* (který byl zaznamenán také v lokalitě 3 a to pouze v dubnu 2013). V srpnu byl prokázán výskyt blíže neurčeného zástupce rodu *Bulbochaete* sp., dále byl pozorován druh *Tolypothrix tenuis* a rozmanité druhové zastoupení euglen: *Monorphina pyrum*, *Euglena ehrenbergii* a *Euglena gracilis*. Z rozsivek bylo registrováno viditelné navýšení početnosti druhu *Eunotia arcus*. V září byli zaznamenáni zástupci *Euglena limnophila*, *Cryptoglena skujae*, *Phacus alatus* a stejně jako na jaře byla pozorována druhá vlna rozvoje bičíkovců, konkrétně *Cryptomonas* sp. a *Synura* sp. Téhož měsíce došlo ke zvýšení abundance zástupce *Eunotia bilunaris*. V říjnu byl s nejvyšší abundancí nalezen druh *Phacus longicauda*. Po dvou měsících byl opakovaně zaznamenán zástupce *Bulbochaete* sp. Z Bacillariophyceae byla opět prokázána vysoká početnost zástupců *Melosira varians*, *Pinnularia viridis*, *Pinnularia nodosa* var. *pseudogracillima* a *Eunotia minor*. V říjnu 2013 byl poprvé pozorován druh *Epithemia adnata* a *Pinnularia* cf. *neomajor* var. *inflata*. Současně byl zaznamenán radikální ústup druhu *Navicula radiosa*, který se v hojném počtu vyskytoval od srpna 2013.

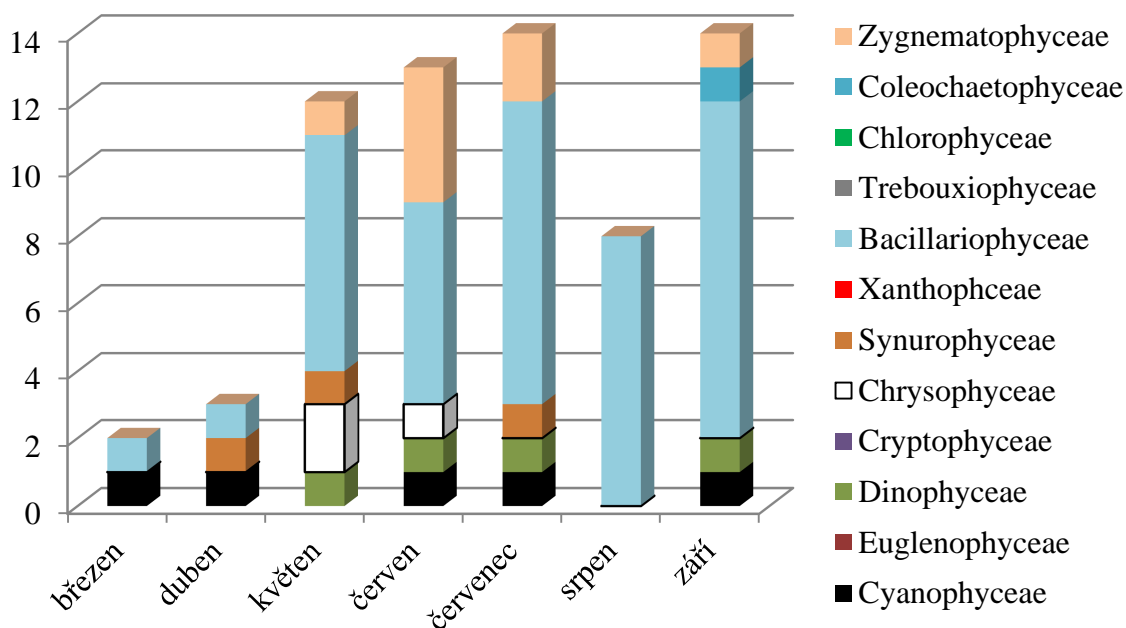


Obr 10: Sezónní dynamika fytoplanktonu sledované lokality 2 v roce 2013

5.3.3 Lokalita 3

Lokalita 3 byla nejméně druhově zastoupenou lokalitou PP Pískovny na cvičišti s celkovým počtem 27 determinovaných druhů (Obr. 11). Lokalita 3 byla nejbohatší na druhy skupiny Bacillariophyceae (15 druhů).

V jarním období byl v epipsamnonu této tůně nalezen zástupce skupiny Chrysophyceae – *Epipyxis utriculus*, v planktonu převládal bičíkovec ze skupiny zlativek *Dinobryon divergens* a také mnoho zástupců rodu *Mougeotia* sp. ve sterilním stavu a jeden druh *Cosmarium tetraophthalmum*. Z rozsivkových zástupců byl v hojném počtu prokázán druh *Pinnularia borealis* (Příloha 12B) a *Pinnularia nobilis*. Druh *Epithemia adnata* byl zaznamenán pouze v květnu a následně až na podzim. V létě byla zjištěna přítomnost blíže neurčeného zástupce rodu *Spirogyra* sp. steril. V srpnu byla prokázána absence většiny druhů řas, na lokalitě 3 a i v nabraném vzorku byl v této době výrazně rozmnožen zooplankton. Ze zástupců Bacillariophyceae byly v srpnu 2013 s vysokou abundancí determinovány druhy *Eunotia bilunaris*, *Melosira varians* a *Cymbella silesiaca*. V září bylo registrováno rozmnožení zástupce *Anabaena* sp. a eugleny *Colacium sideropus*. V písku byli zaznamenáni zástupci druhu *Closterium moniliferum* var. *submoniliferum*, *Coleochaete scutata* a rozsivky *Eunotia minor* a *Navicula silesiaca*. V říjnu nedošlo k odběru vzorků kvůli vyschnutí této periodické tůně.



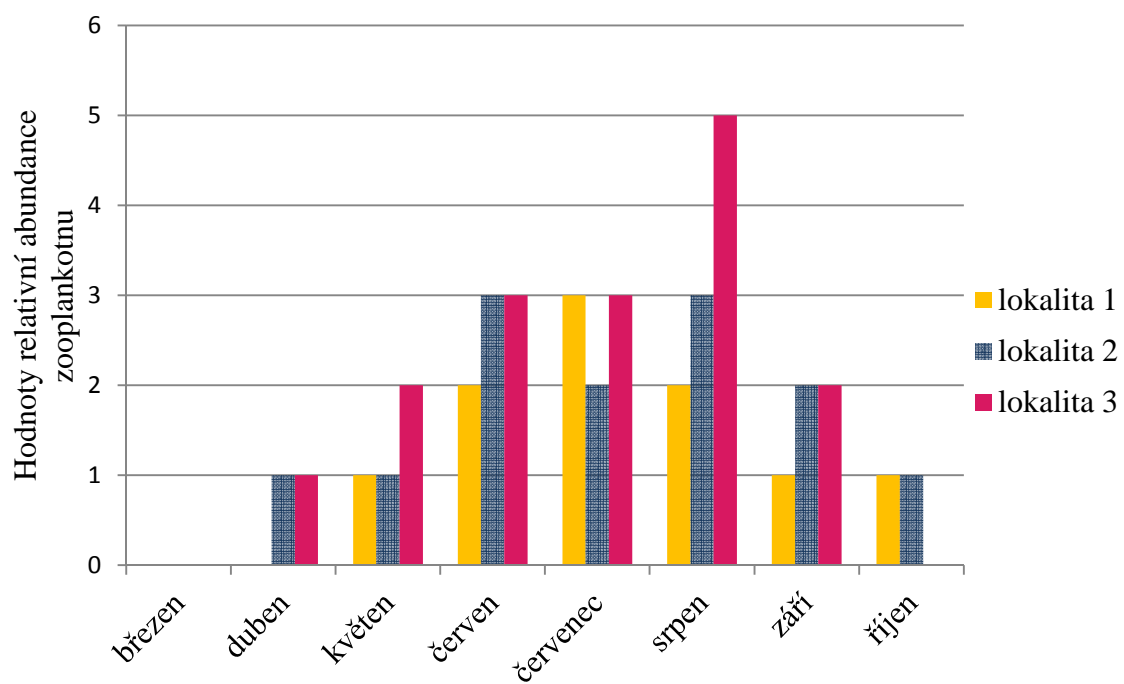
Obr 11: Sezónní dynamika fytoplanktonu sledované lokality 3 v roce 2013

5.3.4 Sezonní dynamika zooplanktonu

Fytoplankton je za každých okolností ve všech vodních nádržích doprovázen svým hlavním konzumentem, zooplanktonem (HUDEC 1996). Z grafu relativní četnosti zooplanktonu (Obr. 12) pro lokalitu 1, 2 a 3 je viditelná podobnost mezi rozvojem zooplanktonu (Obr. 12) a fytoplanktonu (Obr. 9, 10, 11). V letních měsících byl markantní nárůst fytoplanktonu následován i navýšením výskytu zooplanktonu. V podzimních měsících bylo zaznamenáno jak snížení abundance fytoplanktonních druhů, tak i zastoupení mikroskopických predátorů. V případě PP Pískovny na cvičišti došlo k nejrozsáhlejšímu přemnožení zooplanktonu v letních měsících, kdy byl zaznamenán výskyt v rozmezí hodnot 2 – 3. V srpnu 2013 na lokalitě 3 dosáhl zooplankton hodnoty 5, protože ve vzorku byli nalezeni pouze zástupci rozsivek, kteří kvůli pevnosti své křemičité schránce nebývají zooplanktonem požíráni. Nejpočetnější zastoupení zooplanktonu během roku 2013 nastalo na lokalitě 3, zato nejnižší abundance zooplanktonu byla registrována v průběhu průzkumu na lokalitě 1.

V březnu 2013 byla zaznamenána absence zooplanktonu, přičemž v dubnu byl prokázán mírný výskyt zooplanktonu na lokalitě 2 a 3. V průběhu května a června bylo zaznamenáno postupné zvyšování abundance zooplanktonu a v červenci až v srpnu byla registrována největší početnost zooplanktonu. V podzimních měsících abundance opět na všech třech lokalitách postupně klesala. Během října 2013 lokalita 3 zcela vyschla.

Nejvyšší hodnota zastoupení zooplanktonu ve vzorku bylo 5. Hodnota 0 naznačuje, že ve vzorku nebyl pozorován žádný mikroskopický predátor. Nejvyšší zaznamenaná hodnota 5 byla zaznamenána v srpnu 2013 na lokalitě 3, všechny ostatní měsíce i lokality byly zastoupeny v hodnotách 0 až 3.



Obr 12: Relativní četnost zooplanktonu sledovaných lokalit během vegetační sezóny v roce 2013

6 DISKUSE

Řada autorů navrhuje různé techniky, speciální typy indikátorů a chemické analýzy, kterými lze dosáhnout spolehlivého určení trofie vody (MARKERT et al. 2003). Mnohé druhy sinic a řas slouží jako spolehlivé bioindikátory. O řasách jako funkčních bioindikátorech se také zmiňují autoři BELLINGER et SIGEE (2010). Bioindikátory mohou být definované jako konkrétní druhy nebo společenství, které svou přítomností poskytují informace o okolním fyzikálně-chemickém prostředí daného místa (BELLINGER et SIGEE 2010). V minulosti na území Pískovny na cvičišti žádné chemické analýzy neproběhly, ke zjištění trofického stavu v tomto případě sloužily determinované sinice a řasy.

Vysoce citlivé mikroorganismy jsou krásivky, které mohou být použity jako nástroj pro ochranu vodního prostředí a to obzvláště v případech, kdy makroorganismy selhaly (COESEL 2001). Největší část celkové diverzity řádu krásivek bývá v mírném pásu vázána na mělké, dobře prosvětlené čisté vody s relativně nízkým obsahem živin – oligotrofní až mezotrofní nádrže. Při kombinaci těchto podmínek jsou krásivky zaznamenány na různých biotopech, např. méně kyselých rašeliništích, mokřadních loukách, okrajových zónách čistých jezer nebo v tůňkách povětšinou horských pastvin (HINDÁK 1978). Na Pískovně na cvičišti byly nalezeny krásivky, které autoři COESEL et MEESTERS (2007) popisují s častým výskytem v mezotrofních až lehce eutrofních vodách, upřednostňující mírně acidické až mírně alkalické prostředí vodních nádrží. Některé z těchto druhů krásivek byly na Pískovně na cvičišti nalezeny v zastoupení: *Closterium moniliferum*, *Closterium ehrenbergii*, *Closterium praelongum* a *Cosmarium obtusatum*. Z krásivek vyskytujících se dle autorů COESEL et MEESTERS (2007) především v mezotrofních vodách byli nalezeni tyto zástupci: *Closterium pseudolunula*, *Closterium diana* var. *diana*, *Closterium kuetzingii*, *Cosmarium botrytis*, *Cosmarium impresulum*. Ze zaznamenaných zástupců krásivek byly v pískovně nalezeny druhy, dle COESEL et MEESTERS (2007) upřednostňující mezotrofní až oligotrofní vody: *Staurastrum alternans* a *Closterium setaceum*. Zmínění autoři popisují druhy *Staurastrum brachiatum* a *Actinotaenium cucurbita* jako oligotrofní zástupce. Tyto druhy byly zaznamenány i na lokalitách Pískovny na cvičišti.

Autoři BELLINGER et SIGEE (2010) uvádějí informaci, že eugleny v roli bioindikátorů bývají adaptovány na určitá prostředí a na určitý stupeň trofie vody. Skupina Euglenophyta mívá přirozené prostředí v mělkých jezerech, mokřadech, rybnících, brakických a přílivových oblastech (BELLINGER et SIGEE 2010). Krásnoočka mají v přírodě

významnou úlohu při samočisticích procesech v organicky znečištěných vodách. Někteří zástupci euglén, konkrétně druhy rodu *Colacium*, bývají epibionty rostoucími na jiných drobných vodních organismech (HINDÁK 1975). Zaznamenaný druh *Colacium* cf. *cyclopycola* byl nalezen na perifytonu vodních makrofyt na lokalitě 2 v době, kdy došlo k extrémnímu rozrůstání příbřežní vegetace.

Druhově nejčastěji zastoupenou skupinou řas bývají zástupci skupiny Bacillariophyceae, kteří tvoří důležitou složku lentických i lotických vod (HINDÁK 1975). Druhová variabilita skupiny Bacillariophyceae mívá velice rozdílné ekologické nároky a díky tomuto faktu jsou rozsivky řazeny mezi užitečné bioindikátory. Preference rozsivek se týkají např. vyššího stupně anorganických živin, organického znečištění, rozdílné hodnoty pH a tolerance těžkých kovů (BELLINGER et SIGEE 2010). Jako typické rozsivkové bioindikátory oligotrofních vod (dle KRAMMER et LANGE-BERTALOT (1991a) a LANGE-BERTALOT et KRAMMER (2000)) byly na lokalitě 2 nalezeny tyto druhy: *Pinnularia schoenfelderi* v srpnu 2013 a v říjnu 2013 druh *Eunotia formica*.

BELLINGER et SIGEE (2010) zároveň uvádějí, že zástupci skupiny Chrysophyceae jsou tradičními indikátory oligotrofních podmínek. KRISTIANSEN (2005) však naznačuje, že rody *Dinobryon* a *Uroglena* jsou vázány na oligotrofní vody, ale větší druhová rozmanitost při celkově nižší biomase svědčí o eutrofních podmínkách. Na všech třech lokalitách Pískovny na cvičišti byl nalezen jediný druh *Dinobryon divergens* (dohromady pouze pětkrát), z čehož je evidentní, že se nejedná o vyšší druhovou rozmanitost při celkově nižším zastoupení biomasy. Taktéž blíže neurčený rod *Uroglena* sp. byl nalezen pouze jednou na lokalitě 2.

6.1 Vzájemné srovnání studovaných lokalit

K vzájemnému srovnání tůní v Pískovně na cvičišti je zapotřebí porovnat fyzikálně-chemické parametry vody, nalezené zástupce nebo druhovou abundanci a diverzitu.

6.1.1 Vzájemné srovnávání fyzikálně-chemických parametrů vody studovaných lokalit

V porovnání teplot vody a vzduchu jsou teplotní výkyvy ve vodním prostředí dle HETEŠI et KOČKOVÉ (1997) daleko menší, změny teploty ve vodních nádržích se časově opožďují oproti teplotě vzduchu. Čím je nádrž hlubšího charakteru, tím delší dobu

potřebuje na prohřátí vodního sloupce. Sluneční svit má značně vysoký podíl na teplotě vody. Teplota vody určuje rychlost biochemických a chemických procesů ve vodní nádrži (HETEŠA et KOČKOVÁ 1997). Naměřené hodnoty teplot povrchové vody všech tří zkoumaných lokalit odpovídají klimatickým podmínkám. Tůň mělkého charakteru existovaly bez povrchového přítoku či odtoku a po celou dobu byly závislé pouze na dešťové a podzemní vodě. Z výsledků (Kap. 5.2.1, Obr. 6, Příloha 6) je patrné, že nejvyšších teplot povrchové vody ve většině měření dosahovala trvalá tůň označená jako lokalita 1. Prokazovala nejrozlehlejší povrch vodní hladiny, který v porovnání s ostatními tůňmi makrofyty téměř nezarůstal. Příčinou nejvyšších teplot byl fakt, že lokalita 1 byla nejméně zastíněna rostlinnou vegetací a na vodní hladinu dopadalo největší množství světla. Klíčovou roli v letních měsících hrálo bohaté zarůstání lokality 2 a především lokality 3 okolní, bylinnou vegetací, díky které porostla i značná část vodní hladiny. Nejvíce byla zastíněna nejmenší a zároveň i nejchladnější lokalita 3, ve které docházelo v průběhu celého roku 2013 k nejmenšímu ohřevu povrchové vody. Nejmenší tůň během října 2013 zcela vyschla, a proto v této publikaci chybí veškeré záznamy fyzikálně-chemických parametrů.

Indikátorem alkality jsou vysoké hodnoty pH. HETEŠA et KOČKOVÁ (1997) uvádějí, že jakmile dojde k silné fotosyntéze řas a rostlin, v zryvné i hodnota pH povrchové vody. Hodnoty pH vody se mění jak v průběhu roku, tak i během 24 hodin. Za nejvhodnější rybochovné vody označují autoři vodní nádrže v rozmezí hodnot pH mezi 5,5 až 9,0. Vody s pH 6,5 – 7,5 charakterizují jako zcela optimální rybníční vody, mohou být mírně acidické i alkalické. Pro zvýšení pH pomáhá odebírání oxidu uhličitého – dochází tak k úbytku kyseliny uhličité. Řasám a sinicím vyhovuje různá hodnota pH. Z hlediska vysokých hodnot pH, sinice snášejí hodnoty pH až 10 – 11, chlorokokální řasy však špatně snášejí hodnoty pH již okolo 9. Extrémní stavy hodnot pH nastávají u vodních nádrží, na které mohou mít vliv odpadní vody, kyselé srážky, jarní tání ledu a intenzivní fotosyntéza sinic a řas (HETEŠA et KOČKOVÁ 1997). Při porovnání všech tůní sledovaných v této práci se hodnoty pH jeví po celou dobu vegetační sezóny 2013 (kromě měsíce března) bez prudkého poklesu či vzrůstu (Obr. 7, Příloha 6). Hodnoty pH byly zaznamenány v rozmezí 7 - 8,4. Výjimku tvořil měsíc březen, ve kterém byla zpozorována výrazná změna hodnot na všech mapovaných lokalitách zároveň. Začátkem března bylo zaznamenáno tání sněhu na území celého areálu přírodní památky. Z tohoto důvodu lze odvodit, že právě oteplení mohlo být příčinou nejvyšších výsledků měření pH (9,06 – 9,69). Táním sněhu mohlo dojít

k zanesení škodlivých splachů z okolí přírodní památky do vodních nádrží. Jiné zásahy do ekosystému nebyly začátkem jara zaznamenány. Průměrně nejvyšší hodnoty pH během celého roku vykazovala lokalita 3, která v průběhu října 2013 zcela vyschla.

Konduktivita roztoků elektrolytů závisí na koncentraci iontů, na jejich pohyblivosti v elektrickém poli a na teplotě měřeného roztoku (HETEŠA et KOČKOVÁ 1997). Výkyvy konduktivity jsou v porovnání s výkyvy teplot a pH v průběhu celého roku 2013 mnohem znatelnější. Stejně tak, jak mohlo mít tání sněhu v průběhu března 2013 vliv na hodnoty pH povrchové vody, tak také mohlo mít za následek kolísání hodnot konduktivity vody. Na lokalitě 1 byla v březnu naměřena hodnota $193 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, na lokalitě 2 hodnota $304 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a na lokalitě 3 hodnota $211 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. V červnu 2013 byla ve všech třech tůních prokázána nejvyšší konduktivita povrchové vody. Důvodem mohly být jak biotické, tak i abiotické faktory znečištění. Příčinou zvyšování hodnot vodivosti na všech třech lokalitách mohla být silná srážková činnost, která promíchala příbřežní litorál a tak měla za následek výkyvy hodnot takového extrémního rozmezí. V červnu 2013 byla na lokalitě 1 naměřena hodnota $316 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, na lokalitě 2 byla zaznamenána nejvyšší hodnota $490 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a na lokalitě 3 hodnota $420 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Obr. 8, Příloha 6.). Zhruba den před odběrem (24. června 2013) začal silný déšť, který na několik desítek minut ustal a v tu dobu (25. června dopoledne) došlo k naměření vodivosti povrchové vody. Jiné příčiny takto extrémních hodnot konduktivity nebyly registrovány. Nejmenší výkyvy mezi všemi lokalitami byly zaznamenány v červenci a v srpnu 2013. Tyto měsíce byly v době odběru suché, bez narušení dešťovými srážkami a bez jiných faktorů ovlivnění. Výrazné zvýšení vodivosti ($356 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) bylo v září zaznamenáno na lokalitě 3, což může být zapříčiněno pomalým vysycháním tůně. V říjnu lokalita 3 zcela vyschla a lokalita 1 začíná dosahovat podobných hodnot ($309 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). V tomto případě mohlo mít naměření vyšších hodnot konduktivity mnoho důvodů, např. ke změně konduktivity došlo biotickými faktory nebo k jinému podobnému zásahu, který měl za následek zvýšení hodnot konduktivity v průběhu září až října o $103 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Na lokalitě 2 byly od července do října 2013 zaznamenány podobné hodnoty konduktivity v rozmezí od $178 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do $196 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Tyto hodnoty dokazují, že lokalita 2 byla v druhé polovině roku 2013 stabilní tůň a co se týče její nejvyšší hodnoty konduktivity v červenci 2013, tak tento jev byl s největší pravděpodobností zapříčiněn silnými dešťovými srážkami, které výrazně znečistily pelagiál vodního sloupce. Zároveň mohlo dojít ke splachům různých nečistot z okolí.

Lokality PP Pískovna na cvičišti se nachází na otevřeném prostranství zvláště chráněného území a jsou veřejnosti přístupné. Po ukončení těžby písku (počátkem 90. let) bylo na okraje pískovny navezeno malé množství sutě a ornice (HESOUN, ústní sdělení). Takovéto nepřírozené faktory měly za následek mírnou ruderalizaci a eutrofizaci krajiny. Pozůstatky této škodlivé činnosti jsou viditelné ještě dnes. Svahy ležící po obvodu lokality 1 a 2 jsou zarostlé ruderální vegetací (ČERNÝ 2008) a navezená suť bývá objevována při úpravách kolmých hnízdnicích stěn pro břehule říční. V dnešní době tvoří tyto tři mělké vodní nádrže na chráněném území vhodné životní prostředí pro obojživelníky, břehule říční a jiné organismy, které jsou vázané na písčité prostředí.

6.1.2 Vzájemné srovnávání druhového zastoupení studovaných lokalit

Z celkového počtu zaznamenaných druhů bylo na všech třech lokalitách Pískovny na cvičišti společných pouze 8 taxonů, konkrétně se jednalo o druhy: *Melosira varians*, *Hantzschia amphyoaxis*, *Eunotia bilunaris*, *Pinnularia viridis*, *Anabaena* sp., *Mougeotia* sp. steril., *Closterium moniliferum* var. *submoniliferum* a *Closterium kuetzingii* var. *kuetzingii*.

Celkově lze říci, že nejstabilnější podmínky fyzikálně-chemických parametrů byly prokázány na lokalitě 1 (viz Kap. 5.2, Obr. 6-8, Příloha 6). Tomu odpovídá i druhové složení v tůních Pískovny na cvičišti. Lokalita 1 byla druhově nejpočetněji zastoupenou tůní s celkovým počtem 94 nalezených zástupců. Druhou nejpočetněji zastoupenou lokalitou byla lokalita 2 s 85 nalezenými druhy a nejméně druhově zastoupenou byla lokalita 3 s 27 nalezenými druhy. Pouze na lokalitě 1 byly nalezeny druhy *Volvox aureus* (Příloha 13B), *Lepocinclis ovum*, *Euglena oxyuris*, *Euglena splendens*, *Trachelomonas hispida*, *Surirella angusta*, *Xanthidium antilopaeum* var. *crameri*. Druhy *Tolypothrix tenuis*, *Cryptoglena skujae*, *Euglena ehrenbergii*, *Euglena sociabilis*, *Euglena viridis*, *Monomorphina pyrum*, *Phacus alatus*, *Phacus orbicularis*, *Phacus pleuronectes*, *Uroglena* sp., *Tribonema angustissimum*, *Caloneis molaris*, *Eunotia arcus* a *Stigeoclonium* sp. byly zaznamenány pouze na lokalitě 2. Zástupce *Coleochaete scutata* byl nalezen jak v září na lokalitě 3, tak i v říjnu na lokalitě 1. Na lokalitě 3 byly determinovány druhy *Cosmarium tetraophthalmum*, *Tabellaria fenestrata*, *Eunotia formica*.

Skupinové zastoupení sinic a řas bylo během roku proměnlivé. Na jaře 2013 byla lokalita 1 nejvíce zastoupena skupinami Bacillariophyceae, Cyanophyceae a bičíkovci ze skupiny Cryptophyceae (Obr. 9). Toto tvrzení se shoduje s HINDÁKEM et al. (1975), který se zabývá skupinovým výskytem mikrofyt v průběhu vegetačního období. Lokalita 2 byla druhově o něco zajímavější. Kromě skupiny Cyanophyceae byly zaznamenány i skupiny Xantophyceae a Dinophyceae (Obr. 10). Na lokalitě 3 byli na jaře objeveni pouze zástupci skupiny Cyanophyceae, Bacillariophyceae a Synurophyceae (Obr. 11). Během léta byla na lokalitě 1 v menší míře zaznamenána skupina Cyanophyceae a vyšší abundanci prokázali zástupci Euglenophyceae, Bacillariophyceae a z větší části i Zygnematophyceae. Koncem léta byla na lokalitě 1 nadále zaznamenávána skupina Euglenophyceae, s vyšší abundancí byli prokázáni i zástupci Dinophyceae. V létě byl na lokalitě 2 zaznamenán výrazný vzrůst počtu druhů Euglenophyceae, s vyšší početností byli nalezeni zástupci Chrysophyceae, Xantophyceae a na rozdíl od lokality 1 byla zaznamenána i skupina Chlorophyceae. Na lokalitě 3 byly v létě prokázány skupiny Bacillariophyceae, Chrysophyceae a Zygnematophyceae. Na podzim 2013 byly na lokalitě 1 s nejvyšší početností zpozorovány druhy skupin Zygnematophyceae i Bacillariophyceae a zároveň během téhož měsíce začala skupina Euglenophyceae viditelně snižovat svou abundanci. Na rozdíl od lokality 1, na lokalitě 2 během letního období zaznamenán zvýšený výskyt skupiny Cyanophyceae s nalezeným počtem 5 druhů během vegetační sezóny v roce 2013 (na lokalitě 1 pouze 2 druhy) a skupina Euglenophyceae, která byla v roce 2013 nalezena s celkovým počtem 16 druhů (na lokalitě 1 zaznamenáno pouhých 9 druhů). Lokalita 3 byla po druhové stránce nejchudší. V této tůni byl nalezen během roku 2013 pouze jeden druh skupiny Euglenophyceae (*Colacium sideropus*). I přesto v ní bylo zaznamenáno takové druhové složení řas, které na předešlých dvou lokalitách v průběhu vegetační sezóny 2013 nebylo nalezeno. Významné druhy jsou *Cymatopleura solea*, *Cymbella silesiaca*, *Eunotia formica*, *Tabellaria fenestrata*, *Cosmarium tetraophthalmum* a již výše zmíněný druh *Colacium sideropus*.

Zooplankton je jeden z mnoha faktorů, který ovlivňuje výskyt fytoplanktonu. Společenstva fytoplanktonu a zooplanktonu jsou přirozenou součástí biocenóz lentických i lotických vod. Růst a vývoj zooplanktonu je ovlivněn kvalitou a množstvím potravy, kterou zooplankton konzumuje. Potravou zooplanktonu bývají částice o takové velikosti, kterou jsou zástupci zooplanktonu schopni požit (SÝKOROVÁ 2010). Vliv a množství zooplanktonu nebylo v žádném měsíci na lokalitě 1 a 2 tak výrazné, aby radikálně snížilo

množství fytoplanktonu. V srpnu 2013 na lokalitě 3 byli nalezeni pouze zástupci rozsivek. V tomto případě se dá polemizovat o značném vlivu přemnožení zooplanktonu, který zkonsumoval veškeré řasy, kromě rozsivek s pevnými křemičitými chránkami. Tato skutečnost byla zaznamenána pouze při jednom odběru (25. srpna dopoledne), tudíž není toto tvrzení zcela objektivní. Při odběru v kratších intervalech by výsledky mohly být odlišné, např. z důvodu migrace řas v mělké vodní nádrži.

6.1.3 Srovnání studovaných lokalit s podobnými lokalitami v ČR i mimo ni

Tůňím podobné ekosystémy jsou (z hlediska ekologie) menší stojaté vody, např. drobná mělká jezera, zatopené pískovny, mokřady a různé říční sítě a mrtvá ramena, která mohou v průběhu roku vysychat.

Na severu střední Moravy (mezi městy Olomouc a Mohelnice) leží chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví, ve které se nachází několik desítek tůní. Roku 1999 bylo autorkami KOČÁRKOVOU et POULÍČKOVOU (2001) zaměřeno detailnější sledování fytoplanktonu na vybrané tůně. Tůně různého charakteru (lesní, luční, periodické, přirozené a uměle vytvořené) prošly průzkumem zaměřeným na ekologii zástupců skupiny Euglenophyta. Vzhledem k různým abiotickým i biotickým podmínkám byly prokázány rozdílné výsledky druhového nálezu fytoplanktonu jednotlivých tůní. Determinováno bylo přibližně 200 druhů sinic a řas. V lesních tůních byli zaznamenáni bičíkovci, zástupci oddělení Euglenophyta, Cryptophyta a Dinophyta. V porovnání se zastoupením řas tůní PP Pískovna na cvičišti jsou druhová společenstva lesních tůní výrazně odlišná. Podobnost druhového zastoupení však byla prokázána mezi tůněmi Pískovny na cvičišti a lučními tůněmi Litovelského Pomoraví. Výjimku tvoří pouze skupina Cyanobacteria, která se na mapovaných územích přírodní památky Pískovna na cvičišti vyskytovala v minimálním druhovém zastoupení a v lučních tůních Litovelského Pomoraví byla zastoupena v hojnějším počtu. Zároveň byla v tůních Litovelského zaznamenána mnohem vyšší abundance všech druhů, než na Pískovně na cvičišti. Druh *Trachelomonas volvocina* byl společný pro všechny typy tůní sledovaných autorkami KOČÁRKOVOU et POULÍČKOVOU (2001). Na lokalitě 1 a 2 přírodní památky byl zmapován druh *Trachelomonas volvocina*. Druhy *Phacus pleuronectes*, *Phacus orbicularis*, *Euglena limnophila* a *Euglena proxima* byly ze zástupců krásnooček nalezeny jak v tůních Litovelského Pomoraví, tak i v tůních Pískovny na cvičišti. Z rozsivek byly na území obou areálů zpozorovány druhy *Cocconeis*

placentula, *Cymbella silesiaca*, *Eunotia bilunaris*, *Fragilaria pinnata*, *Stauroneis phoenicenteron* a *Pinnularia gibba*. Ostatní řasy byly nalezeny ve shodném zastoupení druhů *Closterium moniliferum* (Příloha 14G), *Closterium ehrenbergii* a *Pediastrum tetras*. Jedná se o většinovou shodu druhů, která byla prokázána jak v přírodní památce Pískovna na cvičišti, tak i v lučních tůních Litovelského Pomoraví.

Tříletým výzkumem v Litovelském Pomoraví se v letech 2000-2002 zabývali LELKOVÁ et al. (2004). Během tohoto výzkumu bylo nalezeno celkem 123 druhů sinic a řas v rámci dvou tůní, z nichž dominantními skupinami byly Bacillariophyceae, Cryptophyceae a Euglenophyceae. Řasy *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas hispida*, *Phacus orbicularis* byly s vyšší abundancí zpozorovány jak ve zkoumaných tůních Kolečko a Pontonová, tak i v tůňkách Pískovny na cvičišti. Výrazný rozdíl byl zaznamenán v nálezu makroskopické zelené řasy *Hydrodictyon reticulatum*, který se každoročně vyskytoval v tůni Pontonová. Ostatní zastoupené druhy byly odlišné především kvůli rozdílnému pH, stratifikaci vodního sloupce a abiotickým faktorům. Druhy *Peridinium bipes*, *Trachelomonas volvocina*, a *Phacus orbicularis* byly prokázány jak v tůních Litovelského Pomoraví v roce 1999, tak i na lokalitě 2 Pískovny na cvičišti v roce 2013.

V oblasti Litovelské Pomoraví byly také sledovány významné rozdíly ve složení fytoplanktonu v lesních a lučních typech vodních nádrží. Autoři KOČÁRKOVÁ et al. (2004) sledovali celkem 14 trvalých i periodických tůní. Luční typy tůní se naměřenou hodnotou pH (6,6 – 7,3) a konduktivity (v průměru okolo 300 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) úzce podobají hodnotám naměřeným na lokalitách na Pískovně na cvičišti. Lesní tůně mají nižší hodnoty pH (okolo 6,7) a mnohem vyšší konduktivitu vody (v rozmezí 500-1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Autoři v publikaci uvádějí, že k vyšší konduktivitě v lesních tůních došlo v důsledku nahromadění a tlení organického materiálu, především spadaného listí z okolní vegetace. Lesní tůně byly mixotrofní a vyskytovali se v nich převážně bičíkovci, zejména zástupci skupiny Euglenophyta. Zástupci této skupiny byly s nejvyšší druhovou diverzitou zastoupeny na lokalitě 2. Na druhou stranu, nezastíněné luční tůně měli vyšší druhovou pestrost a abundanci zástupců skupiny Bacillariophyceae. V diverzně další významné rozdíly mezi lesními a lučními tůňkami autoři již nezmiňují (KOČÁRKOVÁ et al. 2004). Ve srovnání s tůněmi v PP Pískovna na cvičišti lze shledat podobné druhové zastoupení s lučními typy tůněk. Determinovány byly tyto shodné druhy: *Stauroneis phoenicenteron*, *Navicula cryptocephala*, *Gomphonema acuminatum*, *Pinnularia gibba*, *Eunotia bilunaris*, *Navicula*

cryptocephala a *Pinnularia gibba*, *Trachelomonas volvocina*, *Euglena viridis*, *Dinobryon divergens*. Druhové zastoupení fytoplanktonu lučních tůní Litovelského Pomoraví a tůní Pískovny na cvičišti se výrazně shodovalo.

Přírodní památka Luží u Lovětína je podobného ekosystému, jako přírodní památka Pískovna na cvičišti. Luží se nachází asi 10km od pískovny (na území okresu Jindřichův Hradec). Areál tvoří soubor zazemněného rybníku bohatě zarostlého orobincem široolistým, dále se v této oblasti nachází revitalizovaný rybník, tůň a mikrotůň, která je primárně určená pro obojživelníky. Okrajové části chráněného území byly převážně zarostlé porosty třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), která se v podobném rozšíření vyskytovala i v areálu Pískovna na cvičišti. Algologický terénní průzkum na tomto území proběhl v roce 2007. Velmi podobné druhové složení bylo zaznamenáno v tůni pro obojživelníky, která byla v tu dobu třetím rokem po vyhloubení. V hojném počtu byly objeveny mnohé rody krásivek, např. *Pleurotaenium*, *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Xanthidium*, z vláknitých zelených řas autoři popisují blíže neurčené nálezy *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp. nebo *Bulbochaete* sp. Z obrněnek byl determinován rod *Peridinium* a z krásnooček rod *Phacus*. Na obou studovaných lokalitách (Luží u Lovětína a tůně Pískovny na cvičišti) byly sice zaznamenány stejné rody sinic a řas, nicméně druhové složení nebylo ve zmíněné studii blíže specifikováno (tedy i ekologické nároky blíže neurčených organismů jsou neznámé), a tak prakticky nelze usuzovat na podobnost lokalit. V tůni pro obojživelníky v Luží u Lovětína byl nalezen nárost zelené řasy *Chaetophora pisiformis* na vodních rostlinách (SKÁCELOVÁ 2007). Na Pískovně na cvičišti nebyl tento druh řasy nalezen.

Ekologii sinic a řas v mezotrofních a oligotrofních stojatých vodách v okolí Nové Bystřice podrobněji zkoumala DELAWSKÁ (2013). Celkem 11 sledovaných rybníků leží přibližně 20 km od PP Pískovny na cvičišti. Rybníky jsou oligotrofního až mezotrofního charakteru a to hned ze dvou důvodů. K rybářskému obhospodaření na převážné většině rybníků nikdy v minulosti nedošlo (tedy až na minimum rybníků, ve kterých proběhlo následné zregenerování), a tím pádem neproběhlo ani výrazné zanesení živin do vodního prostředí a následná eutrofizace vody. Také málo úživné žulové podloží (které se na zmíněných lokalitách vyskytuje) má za následek nižší hladinu trofie vod (Delawská 2013). Jelikož žulové podloží obsahuje nízký obsah fosforu, tak právě díky tomuto faktoru bývá pro nízké úživné vody charakteristická limitace fosforem (POULÍČKOVÁ 2011, DELAWSKÁ 2013). Delawská zaznamenala celkem 590 taxonů, z nichž druhově nejbohatší byly skupiny Bacillariophyceae (228 druhů), Charophyta (138 druhů), Cyanobacteria

(62 druhů) a Euglenophyta (44 druhů). Hodnoty pH sledovaných rybníků byly zaznamenány v rozmezí od 6,2 do 7,8. Ze skupiny Bacillariophyceae byly jak v rybnících, tak i v tůních Pískovny na cvičišti determinovány druhy *Cymbella aspera*, *Epithemia adnata* a *Surirella angusta*. Zaznamenáni byli i významní zástupci euglen, *Euglena viridis*, *Lepocinclis ovum*, *Monomorphina pyrum*, *Phacus orbicularis* a *Phacus longicauda*. Skupina Chlorophyceae byla na Novobystřicku významně zastoupená, ovšem na Pískovně na cvičišti tak veliká bohatost této skupiny prokázána nebyla. Na Novobystřicku i na Pískovně na cvičišti byla evidována přítomnost rodu *Ankistrodesmus*. V obou případech se pravděpodobně jedná o druh *A. fusiformis*. Druhy *Cosmarium impressulum* (Příloha 15F) a *Cosmarium punctulatum* (Příloha 16B) ze skupiny Zygnematophyceae jsou typickými zástupci oligotrofních až mezotrofních vod (COESEL et MEESTERS 2007) Pískovny na cvičišti i zkoumaných rybníků na Novobystřicku.

V severní části státu Illinois (středozápad USA) proběhl v letních měsících 1975 průzkum, jehož cílem bylo zjištění hydrobiologických vlastností posledních 7 důlních jam. Společně s determinací nalezených druhů byly měřeny hodnoty pH, fosforu, amoniaku a chlorofylu *a*. Výsledky se ve všech vodních nádržích značně lišily. Hodnoty pH se ve všech 7 jezerech a rybnících pohybovaly v širokém rozmezí od 7,4 do 8,7. Nalezeno bylo celkem 95 druhů řas (LIPSEY 1980). Ve všech 7 vodních nádržích došlo k zaznamenání rodu *Navicula cryptocephala*, který byl opakovaně zaznamenán i na lokalitě 1 přírodní památky Pískovna na cvičišti. Největší druhovou podobnost vykazují lokality Pískovny na cvičišti s McDowell Pond (hodnoty pH naměřené v rybníku McDowell Pond byly zaznamenány v rozmezí 7,9 – 8,4). V tomto rybníce byly nalezeny druhy *Navicula pupula*, *Rhopalodia gibba*, *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis placentula* a *Stauroneis phoenicenteron*. Nalezené druhy se shodují s lokalitou 1, která měla v letních měsících téměř stejné hodnoty pH. Naměřené pH na lokalitě 1 v červnu 2013 dosahovalo hodnoty 7,2; v červenci 7,9 a v srpnu 8,16. V jezeře Arbor Lake a lokalitě 1 bylo zaznamenáno pouze několik shodných druhů, jedná se o druhy *Trachelomonas volvocina*, *Melosira varians*, *Cocconeis placentula*, *Rhopalodia gibba* a *Pediastrum duplex*. Ostatní vodní nádrže z Illinois se již v takové míře druhového zastoupení s lokalitami na Pískovně na cvičišti neshodovali.

6.2 Porovnání oligotrofních a eutrofních vodních nádrží

Nejpatrnějším rozdílem vodních nádrží bývá trofie vody, díky které se značně liší druhové zastoupení fytoplanktonu. Při důkladnějším porovnání je prokázáno, že druhy řádu krásivek mají sklon k výskytu v nížce úživných, oligotrofních vodách, zatímco zelené řasy jsou typické pro eutrofní vody s vysokým obsahem živin (BELLINGER et SIGEE 2010). Při porovnání oligotrofních až mezotrofních tůní PP Pískovny na cvičišti a veškerých eutrofních rybníků je na první pohled patrná variabilita zastoupených druhů. Zatímco na lokalitách v Pískovně na cvičišti převažují druhy ze skupiny Euglenophyceae a Zygnematophyceae, při průzkumech eutrofních až hypertrofních rybníků je zřetelně viditelná variabilita skupin Cyanophyceae, Chlorophyceae a příležitostně i Euglenophyceae. Druhy skupiny Bacillariophyceae jsou zastoupeny jak v oligotrofních, tak v eutrofních vodách s velice podobnou abundancí. Rozsivky dominují ve vodách s vyššími hodnotami pH bez ohledu na trofii vod (BRÖNMARK et HANSSON 2005). Při konkrétnějším porovnání nalezených druhů mezi mnou zkoumanými oligotrofními až mezotrofními tůněmi a eutrofními mělkými rybníky autorů KREIDLOVÁ (2009), ŠABKOVÁ (2010), DOBRÁ (2011), KRUMHANZLOVÁ (ústní sdělení, data nepublikována) došlo ve všech případech ke stejnému závěru. Ve zkoumaných eutrofních rybnících byl prokázán častý výskyt druhů *Microcystys aeruginosa* a *Woronichinia naegeliana* (ze skupiny Cyanophyceae) nebo druhů *Pediastrum boryanum* či *Scenedesmus acuminatus* (ze zástupců Chlorophyceae), které byly zaznamenány jak v rybnících zkoumaných KREIDLOVOU (2009), tak i v rybnících zkoumaných DOBROU (2011) a KRUMHANZLOVOU (ústní sdělení, data nepublikována). Tyto nalezené druhy jsou jen nepatrnou částí bioindikátorů vyskytujících se v eutrofních nádržích. V oligotrofních tůních Pískovny na cvičišti bylo prokázáno vysoké zastoupení skupiny Zygnematophyceae, především druhů *Staurastrum alternans* a *Closterium setaceum*, kteří jsou podle autorů COESEL et MEESTERS (2007) řazeni mezi významné oligotrofními bioindikátory a v eutrofních rybnících KREIDLOVÉ (2009), ŠABKOVÉ (2010) a DOBRÉ (2011) nebyly během jejich průzkumu zaznamenány.

6.3 Problematické druhy

K přesnému druhovému určení řas a rozsivek je zapotřebí dobře viditelných determinačních znaků. Nejobtížněji se provádí determinace rozsivek, především kvůli malým rozměrům frustul nebo občasnému narušení či rozbití křemitých schránek při přípravě trvalého preparátu. Ke správné determinaci některých druhů rozsivek je třeba pozorovat znaky, které jsou viditelné pouze s využitím skenovacího elektronového mikroskopu. Během určování byly zaznamenány dokonce i druhy rozsivek o stejných rozměrech buňky, jako je uváděno v determinační literatuře, ale další determinační znak (počet strií na 10 μm) již údajům z literatury neodpovídal. Takový problém nastal např. při determinaci zástupce rodu *Achnanthes* (v Tab. 1 označen jako *Achnanthes cf. montana*). Tento druh dle určovací literatury (KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1991) odpovídá tvarem i velikostí schránky (délka a šířka buňky), ale rozchází se v počtu strií. V uvedené determinační literatuře je dále uvedeno, že strie u tohoto druhu jsou značně silné, v zastoupení 18 – 24/10 μm . Ovšem zástupce nalezený v trvalém preparátu z října 2013 obsahuje pouze 7 strií na 10 μm . Vzhledem k tomu, že je tento druh kosmopolitně rozšířen a nachází se v oligotropních biotopech (KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1991), lze předpokládat, že se jedná o druh *Achnanthes montana* (Příloha 17A).

Dalším problematickým zástupcem se jeví organismus označený v soupisu druhů (Kap. 5.1) jako *Pinnularia cf. neomajor var. inflata* (Příloha 17B). Určení zástupce na základě rozměru schránky (délka schránky 250 μm , šířka schránky 30 μm) neodpovídá rozměrům uvedeným v literatuře (LANGE-BERTALOT et KRAMMER 2000). Délka schránky je o 3 μm delší, než je v literatuře uváděno (nalezený druh na lokalitě 2 má délku 253 μm a šířku 22 μm). Dále je uvedeno, že ve vodách severní Evropy mohou tyto jedinci dorůst délky až 322 μm , což bohatě odpovídá rozměrům nalezeného zástupce (délka 253 μm a šířka 22 μm). Nalezený zástupce je tedy pravděpodobně nejběžnější varietou druhu *Pinnularia cf. neomajor* a preferuje oligotrofní vody s nízkou konduktivitou, přičemž naměřená hodnota konduktivity povrchové vody lokality 2 v říjnu 2013, kdy byl druh zaznamenán, byla okolo 200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Nalezený druh *Fragilaria pinnata* (Příloha 17C) má širokou morfologickou varietu. Z hlediska morfologie se jedná o druhový komplex, pod jehož název spadá velká škála různých morfotypů. Nalezený zástupce *Fragilaria* se nejvíce blíží popisu *Fragilaria cf. pinnata var. intercedent*. U této variety je počet strií 6 – 8/10 μm a naměřený počet strií

nalezeného druhu je 8 strií na 10 μm . Délka a šířka buňky odpovídá rozměrům uvedeným v literatuře (KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1991a).

Problematicky určitelným zástupcem byl také druh označený, jako *Cosmarium* cf. *ochthodes* (Tab. 1, Příloha 17D). Tento druh sice vykazuje správné rozměry buňky, ale protože byl pozorován pouze starší jedinec s jednou semicelou, tak nebyly jednoznačně viditelné ostatní determinační znaky, než je délka a šířka buňky.

7 ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo sledování biodiverzity, fyzikálně-chemických parametrů vody a zanalyzování získaných dat tří vodních mělkých nádrží v přírodní památce Pískovna na cvičišti. Na zkoumaných lokalitách bylo nalezeno celkem 147 druhů sinic a řas. Jedná se o tůň mělkého charakteru, které jsou podobné svými abiotickými podmínkami a částečně i druhovým zastoupením. Celkové spektrum sinic a řas bylo velice pestré (výjimku tvoří lokalita 3 s nízkým druhovým zastoupením). Největší tůň lokality 1 byla v zastoupení druhů o něco bohatší (94 druhů), než lokalita 2 (85 druhů). Lokalita 3 byla nejméně druhově zastoupenou tůň (27 druhů). Tento značný rozdíl spočívá v nejmenším rozměru tůně a různých biotických faktorech, např. extrémním zarůstání příbřežní vegetací. Nejpočetnější skupinou byla jednoznačně skupina Bacillariophyceae, která dominovala ve všech třech tůních. Další dvě hojněji zastoupené skupiny byly Zygnematophyceae a Euglenophyceae. V tůních byly naměřeny obdobné fyzikálně-chemické parametry vody. Pokud byl zaznamenán výkyv těchto parametrů, tak k němu došlo vždy ve všech třech tůních zároveň. Lokalita 1 byla po celou dobu vegetační sezóny bez zakaleného nebo zbarveného charakteru. Na lokalitách 2 a 3 bylo v letních měsících možné zaznamenat mírné zakalení vody a výrazné rozrůstání vodních makrofyt.

Eutrofizace na těchto lokalitách není zjevná, lokalita 1 je mělká vodní nádrž oligotrofního charakteru a lokality 2 a 3 jsou vody oligotrofního až mezotrofního charakteru. Dříve byl zásah člověka nutný pro umělé vytvoření tůní na území bývalé pískovny, ale v současné době již k anotropogennímu zásahu v přírodní památce nedochází. Tůně bývalé pískovny jsou primárně určeny pro obojživelníky a tvoří dokonalý vodní ekosystém stojatých vod.

V tůních přírodní památky Pískovna na cvičišti došlo k řadě průzkumů, např. cévnatých rostlin, hub, bezobratlých i obratlovců, ovšem k algologickému průzkumu těchto tůní nikdy nedošlo. Předkládaná práce tak poskytuje prvotní algologické informace z vodních ekosystémů v této přírodní památce.

8 RESUMÉ

Cílem této bakalářské práce byl algologický výzkum tří tůní přírodní památky Pískovna na cvičišti nacházejícím se na okraji města Jindřichův Hradec v jižních Čechách. Během ročního průzkumu byly na lokalitách porovnány nalezené druhy řas. Dále byly sledovány fyzikálně-chemické parametry vody (sledovány hodnoty pH, konduktivity a teploty vody) a sezónní dynamika fytoplanktonu a zooplanktonu ve studovaných tůních. V této práci je uveden soupis všech druhů, které byly nalezeny na lokalitách.

The objective of this bachelor thesis is algological research of three shallow pools of the natural monument called „Pískovna na cvičišti“ which is located on the outskirts of the town of Jindřichův Hradec in the southern part of the Czech Republic. In the course of annual research, algal species found on these locations were compared. Further, physical and chemical parameters of water (monitoring of pH, the conductivity and temperature of the water) and seasonal dynamics of phytoplankton and zooplankton were observed in the studied pools. A list of all the species found on these locations is presented in this work.

9 LITERATURA

- AOPK ČR © 2014. Agentura ochrany krajiny a krajiny České republiky [online]. [cit. 2014-01-02] Dostupné z www: <<http://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/sumarizacei/index.php?frame>>.
- ALBRECHT, J., ALBRECHTOVÁ, A., BALDA, P., BENEŠ, J., BENEŠOVÁ, D., BEARN, M., BERKA, R., BROJÍROVÁ, E., BUFKA, L., BUFKOVÁ, I., BUREŠ, J., FLAŠAR, J., GUTZEROVÁ, N., HÁTLE, M., HLÁSEK, J., HOLEC, J., HUBENÝ, P., CHÁBERA, S., KADERA, J., KLOUBEC, B., KOTLABA, F., KRATOCHVÍLOVÁ, I., KŘIVAN, V., KŘIVANCOVÁ, S., KUNCE, P., LETT, P., LIPPL, L., LOŽEK, V., MÁCA, J., MAJER, J., MÁNEK, J., MAŠKOVÁ, Z., MATOUŠKOVÁ, M., MERTLÍK, J., NOVÁK, V., NOVOTNÁ, E., PALICE, Z., PETRUŠ, J., PROCHÁZKA, I., PYKAL, J., RUDLOVÁ, M., SKOLEK, M., SMEJKAL, Z., STÍBAL, F., STORM, V., ŠEVČÍK, J., ŠIPAN, F., ŠÍŠKA, P., ŠRAITOVÁ, D., TOMAN, R., TOMÁŠEK, M., VAVRUŠKA, F., VYDROVÁ, A., ZATLOUKL, V. et ZELENKOVÁ, E. 2003. Českobudějovicko. – In MACKOVČIN, P. et SEDLÁČEK, M. (eds.): Chráněná území ČR a EkoCentrum Brno, svazek VIII – *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*, 808s. Praha.
- AMBROŽOVÁ, J. 2003. Aplikovaná a technická hydrobiologie. – *Vysoká škola chemicko-technologická*, 226s. Praha.
- BARUŠ, V., BAUEROVÁ, Z., KOKEŠ, J., KRÁL, B., LUSK, S., PELIKÁN, J., SLÁDEK, J., ZEJDA, J. et ZIMA, J. 1989. Červená kniha 2 ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČSSR, Kruhoústí, ryby, obojživelníci, plazi a savci. – *Státní zemědělské nakladatelství*, 136s. Praha.
- BARSANTI, L. et GUALTIERI, P. 2006. *Algae : Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. – Taylor & Francis Group, 301s. Boca Raton.
- BELLINGER, E. et SIGEE, D. 2010. *Freshwater algae: Identification and Use as Bioindicators* – Willey-Blackwell, 271s. Manchester.
- BERAN, M. 2008. Mykologický inventarizační průzkum PP Pískovna na cvičišti. – *MS, Mykologický průzkum, dep. KÚ Jihočeského kraje*, 20s. České Budějovice.
- BRÖNMARK, CH. et HANSSON, L.A. 2005. *The Biology of Lakes and Ponds*. – Oxford University Press, 285s. Oxford.
- BUREŠ, P., ČEŘOVSKÝ, J., DANIHELKA, J., GRULICH, V., HADINEC, J., HAVLÍČEK, P., HROUDA, L., CHRTEK, J., KAPLAN, Z., KIRSCHNER, J., KIRSCHNEROVÁ, L.,

- KLAUDISOVÁ, A., KUBÁT, K., PROCHÁZKA, F., ŘEHOŘEK, V., SKÁLA, Z., ŠÍDA, O., ŠTĚCH, M., ŠTĚPÁNEK, J., ŠTĚPÁNKOVÁ, J., VĚTVIČKA, V., TRÁVNÍČEK, B. et ZÁZVORKA J. 2001. Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky – *Příroda*, 166s. Praha.
- BUZEK, L. 1994. Životní prostředí. Terminologický a výkladový slovník. – *Ateliér Milata*, 100s. Ostrava.
- COESEL, F.M. et MEESTERS, K.J. 2007. Desmids of the Lowlands. – Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European Lowlands. – *KNNV Publishing*, 351s. Zeist.
- COESEL, P. 2001. A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. – *Biodiversity and Conservation* **10**: 177-187.
- CULEK, M., GRULICH, V. et POVOLNÝ, D. 1996. Biogeografické členění České republiky. – *Enigma, s.r.o.*, 347s. Praha.
- ČERNÝ, K. 2008. Plán péče o přírodní památku Pískovna na cvičišti na období 1.1. 2008 – 1.1. 2018 – *MS, Plán péče o přírodní památku, Odbor životního prostředí, zemědělství a lesnictví, Krajský úřad - Jihočeský kraj*, 30 s. České Budějovice.
- ČERNÝ, W. 2004. Ptáci, 8. Vydání. – *Aventinum*, 351s. Praha.
- DELAWSKÁ, K. 2013. Floristika a ekologie sinic a řas v oligotrofních a mezotrofních stojatých vodách okolí Nové Bystřice. – *MS, Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích*, 81s. České Budějovice.
- DOBŘÁ, L. 2011. Biodiverzita sinic a řas vybraných vodních nádrží v přírodním parku Manětínská. – *MS, Bakalářská práce, Západočeská univerzita v Plzni*, 53s. Plzeň.
- EKRTOVÁ, E. et EKRT, L. 2007. Botanický inventarizační průzkum přírodní památky Pískovna na cvičišti. – *MS, Botanický inventarizační průzkum 2007, Katedra botaniky, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích*, 15s. České Budějovice.
- FARKAČ, J., KRÁL, D. et ŠKORPÍK, M. 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky : Bezobratlí. – *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*, 758s. Praha.
- HENEBERG, P. et BERNARD, M. 2008. Břehule říční. Praktické a právní aspekty ochrany v podmínkách ČR – *Calla*, 24s. České Budějovice.
- HENEBERG, P. 2010. Analýza vlivu managementu břehule říční na populace blanokřídleho hmyzu skupiny Apocrita. – *Calla*, 17s. České Budějovice.

- HESOUN, P. 2007. Inventarizační průzkum obratlovců PP Pískovna na cvičišti. – *MS, Inventarizační průzkum obratlovců 2007, dep. KÚ Jihočeského kraje*, 8s. České Budějovice.
- HESOUN, P., JELÍNEK, A. et KŘIVAN, V. 2007. Inventarizační průzkum bezobratlých PP Pískovna na cvičišti – *MS, Inventarizační průzkum bezobratlých 2007, dep. KÚ Jihočeského kraje*, 23s. České Budějovice.
- HALÁČEK, L., HESOUN, P. et KŘIVAN, V. 2008. Inventarizační průzkum bezobratlých PP Pískovna na cvičišti. – *MS, Inventarizační průzkum bezobratlých 2008, dep. KÚ Jihočeského kraje*, 10s. České Budějovice.
- HETEŠA, J., MARVAN, P., SKÁCELOVÁ, O. et KOPP, R. 2012. Řasy a sinice mokřadů dolního Podují. – *MS, Lesnická práce, s.r.o.*, 168s. Kostelec nad Černými lesy.
- HETEŠA, J. et KOČKOVÁ, E. 1997. Hydrochemie. – *Skriptum MZLU*, 106s. Brno.
- HINDÁK, F., KOMÁREK, J., MARVAN, P. et RŮŽIČKA, J. 1975. Klíč na určování výtrusných rostlín. – *Slovenské pedagogické nakladateľstvo*, 396s. Bratislava.
- HINDÁK, F., CYRUS, Z., MARVAN, P., JAVORNICKÝ, P., KOMÁREK, J., Ettl, H., ROSA, K., SLÁDEČKOVÁ, A., POPOVSKÝ, J., PUNČOCHÁŘOVÁ, M. et LHOTSKÝ, O. 1978. Sladkovodne riasy. – *SPN*, 724s. Bratislava.
- HINDÁK, F. et WOŁOWSKI, K. 2005. Atlas of Euglenophytes. – *Veda*, 136s. Bratislava.
- HINDÁK, F. 2008. Atlas of Cyanophytes. – *Veda*, 253s. Bratislava.
- HUDEC, I. 1996. Hygrobiológia. – *Príroda, a.s.*, 236s. Bratislava.
- CHUMAN, T. 2010. Místa bývalé těžby jako objekty ochrany přírody. [online]. [cit. 2014-01-02] Dostupné z [www: <http://lep.entu.cas.cz/benes/2010_Rekultivace_BezObalky.pdf>](http://lep.entu.cas.cz/benes/2010_Rekultivace_BezObalky.pdf).
- JELÍNEK, A. 2007. Inventarizační průzkum pavouků (Araneae) PP Pískovna na cvičišti. – *MS, Inventarizační průzkum pavouků, dep. KÚ Jihočeského kraje*, 6s. České Budějovice.
- JEPPESEN, E. 1998. The Ecology of Shallow Lakes : Trophic Interactions in the Pelagial. – *National Enviromental Research Institute*, 420s. Danmark.
- JOHN, D.M., WHITTON, B.A. et BROOK, A.J. 2002. The freshwater algal flora of the British isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae. – *Cambridge university press*, 702s. Cambridge.
- JOHN, D.M. et WILLIAMSON, D.B. 2009. A practical guide to the Desmids of the west of Ireland. – *Martin Ryan Institute, National University of Ireland*, 196s. Galway.

- JUST, T., ŠÁMAL, V., DUŠEK, M., FISCHER, D., KARLÍK, P. et PYKAL, J. 2003. Revitalizace vodního prostředí. – *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*, 144s. Praha.
- KALINA, T. et VÁŇA, J. 2005. Sinice, řas, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii – *Karolinum*, 606s. Praha.
- KENDER, J. 2000. Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. – *Enigma, s.r.o.*, 220s. Praha.
- KOČÁRKOVÁ, A., DUCHOSLAV, M. et POULÍČKOVÁ, A. 2004. The variation of fytoplankton in different types of floodplain pools : A case study from the River Morava floodplain (the Czech Republic). – *Czech Phycology* **4**: 87-102.
- KOČÁRKOVÁ, A. et POULÍČKOVÁ, A. 2001. Druhové spektrum řas v planktonu tůní Litovelského Pomoraví. – *Czech Phycology* **1**: 37-44.
- KONHEFR, M. © 2008 - 2014. Webové stránky Pískovna na cvičišti u J. Hradce [online]. [cit. 2013-11-09] Dostupné z www: <<http://piskovna-jh.ic.cz/>>.
- KRAMMER, K. et LANGE-BERTALOT, H. 1991(a). Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – *Gustav Fisher Verlag*, 576s. Stuttgart-Jena.
- KRAMMER, K. et LANGE-BERTALOT, H. 1991(b). Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – *Gustav Fisher Verlag*, 876s. Stuttgart-Jena.
- KRAMMER, K. et LANGE-BERTALOT, H. 1997(a). Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – *Gustav Fisher Verlag*, 876s. Stuttgart – Jena.
- KRAMMER, K. et LANGE-BERTALOT, H. 1997(b). Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – *Gustav Fisher Verlag*, 610s. Stuttgart-Jena.
- KREIDLOVÁ, J. 2009. Biodiverzita sinic a řas vodních nádrží na Rokycansku. – *MS, Bakalářská práce, Západočeská univerzita v Plzni*, 49s. Plzeň.
- KRISTIANSEN, J. 2005. Golden Algae: A Biology of Chrysophytes. – *A.R.G. Gäntner Verlag Kommanditgesellschaft*, 163s. Liechtenstein.
- KŘÍSA, B., et PRÁŠIL., K. 1989. Sběr, preparace a konzervace rostlinného materiálu. – *SPN*, 229s. Praha.
- LANGE-BERTALOT, H. et KRAMMER, K. 2000. Diatoms of Europe, Vol. 1: The genus *Pinnularia*. – *A.R.G. Gäntner Verlag K. G.*, 703s. Ruggell.

- LANGE-BERTALOT, H. et KRAMMER, K. 2002. Diatoms of Europe, Vol. 3: *Cymbella*. – A.R.G. Gántner Verlag K. G., 584s. Ruggell.
- LANGE-BERTALOT, H. et KRAMMER, K. 2003. Diatoms of Europe, Vol. 4: *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella* – A.R.G. Gántner Verlag K. G., 530s. Ruggell.
- LEDERER, F. et LUKAVSKÝ, J. 2003. Řasy Šumavy. – *Baset*, 190s. Praha.
- LEE, R.E. 2008. Phycology. – *Cambrige University Press*, 261s. Cambrige.
- LELLÁK, J. et KUBÍČEK, F. 1992. Hydrobiologie. – *Karolinum*, 257s. Praha.
- LELKOVÁ, E., KOČÁRKOVÁ, A. et POULÍČKOVÁ, A. 2004. Phytoplankton ecology of two floodplain pools near Olomouc. – *Czech Phycology* **4**: 111-121.
- LENZENWEGER, R. 1996. Desmidiaceenflora von Österreich Teil 1. – *Gebrüder Borntraeger*, 216s. Stuttgart.
- LENZENWEGER, R. 1999. Desmidiaceenflora von Österreich Teil 3. – *Gebrüder Borntraeger*, 218s. Stuttgart.
- LENZENWEGER, R. 2003. Desmidiaceenflora von Österreich Teil 4. – *Gebrüder Borntraeger*, 87s. Stuttgart.
- LIPSEY, L.L. 1980. Phytoplankton of selected borrow pit ponds in northern Illinois. – *Ohio Journal of Science (Ohio Academy of Science)* **80**(3): 108-113.
- MARKTERT, B.A., BREURE, A.M. et ZECHMEISTER, H.G. 2003. Trace metals and other contaminants in the enviroment, volume 6: Bioindicators § Biomonitors principles concepts and applications. [online]. [cit. 2013-02-11] Dostupné z www: <http://www.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=swKWsOY9CJ4C&oi=fnd&pg=PP2&dq=markert+2003+bioindicators&ots=31QXR02s3H&sig=RHaKcMXNper-yIJwxTAZe-A97zY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>.
- MIŠTERA, L. 1997. Geografie regionů České republiky II. Regiony ČR – *Vydavatelství ZČU*, 166s. Plzeň.
- POPOVSKÝ, J. et PFIESTER, L.A. 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). Süßwasserflora von Mitteleuropa. – *Gustav Fisher Verlag*, 272s. Stuttgart-Jena.
- POULÍČKOVÁ, A. 2011. Základy ekologie sinic a řas. – *Univerzita Palackého v Olomouci*, 91s. Olomouc.
- RAJCHARD, J., BALOUNOVÁ, Z., KVĚT, J., ŠANTRUČKOVÁ, H. et VYSLOUŽIL, D. 2002. Ekologie III. – *KOPP*, 198s. České Budějovice.

- RAWSON, D.S. 1956. Algal Indicators of Trophic Lake Types. – *Limnology and Oceanography* **1**: 18-25.
- REYNOLDS, C., HUSZAR, V., KRUK, C., NASELLI-FLORES, L. et MELO, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. – *Journal of plankton research* **5**(24): 417-428.
- REYNOLDS, C. 2006. Ecology of phytoplankton. – *Cambridge University Press*, 535s. Cambridge.
- RŮŽIČKA, J. 1977. Die desmidiaceen Mitteleuropas, Band 1, I. Lieferung. – *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*, 292s. Stuttgart.
- RŮŽIČKA, J. 1981. Die desmidiaceen Mitteleuropas, Band 1, II. Lieferung. – *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*, 736s. Stuttgart.
- ŘEHOUNEK, J. et HÁTLE, M. 2010. Obnova těžebních prostorů v ČR. [online]. [cit. 2014-01-02] Dostupné z [www: <http://lep.entu.cas.cz/benes/2010_Rekultivace_BezObalky.pdf>](http://lep.entu.cas.cz/benes/2010_Rekultivace_BezObalky.pdf).
- ŘEHOUNKOVÁ, K., ŘEHOUNEK, J., BERAN, L., BOGUSCH, P., BLÍZEK, J., BOUKAL, M., GRYZCZ, F., HÁTLE, M., HLÁSEK, J., HENEBERG, P., HESOUN, P., KONVIČKA, M., LEPŠOVÁ, A., MATĚJČEK, T., REKTORIS, L., STÁRKA, L. et ZAVADIL, V. 2010. Pískovny a štěrkopískovny. [online]. [cit. 2014-01-02] Dostupné z [www: <http://lep.entu.cas.cz/benes/2010_Rekultivace_BezObalky.pdf>](http://lep.entu.cas.cz/benes/2010_Rekultivace_BezObalky.pdf).
- SEDLÁČEK, K., DONÁT, P., ŠTASTNÝ, K., RANDÍK, A., HUDEC, K. et VARGA, J. 1988. Červená kniha 1 ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČSSR, Ptáci. – *Státní zemědělské nakladatelství*, 180s. Praha.
- SHAW, B., MECHENISCH, CH. et KLESSIG, L. 2004. Understanding Lake Data. – *Board of Regent of the University of Wisconsin System*, 20s. Wisconsin.
- SKÁCELOVÁ, O. 2007. Zpráva z algologického průzkumu PP Luží u Lovětína (2006-2007), PP Králek (2007). – *MS, Zpráva z algologického průzkumu, Moravské zemské muzeum*, 6s. Brno.
- SÝKOROVÁ, V. 2010. Vliv kvality potravy na růst a přežívání sladkovodního zooplanktonu. – *MS, Bakalářská práce, Přírodovědná fakulta Univerzity Karlovy v Praze*, 35s. Praha.
- ŠABKOVÁ, V. 2010. Biodiverzita sinic a řas vodních nádrží na Plzeňsku. – *MS, Bakalářská práce, Západočeská univerzita v Plzni*, 45s. Plzeň.
- ŠTĚRBA, O. 1986. Pramen života. – *Panorama*, 224s. Praha.

- ŠUSTA, J. 1995. Pět století hospodářství v Třeboni. – *Carpio Třeboň*, 212s. Třeboň.
- TROPEK, R., TICHÝ, L., PRACH, K., ŘEHOUNEK, J., BOGUSCH, P., HENEBERG, P., CHUMAN, T., KONVIČKA, M., LEPŠOVÁ, A., NOVÁK, J., STÁRKA, L. et ZAVADIL, V. 2010. Kamenolomy. [online]. [cit. 2014-01-02] Dostupné z www: <http://lep.entu.cas.cz/benes/2010_Rekultivace_BezObalky.pdf>.

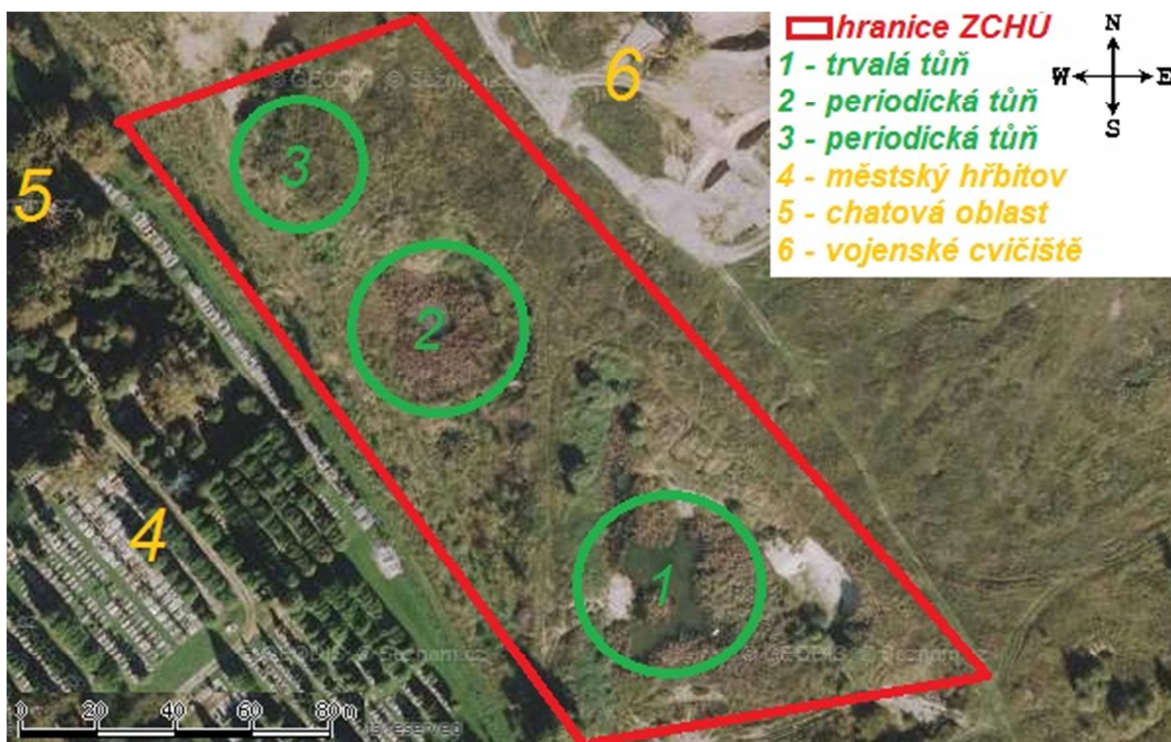
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Přírodní památka Pískovna na cvičišti	I
Příloha 2: Mapa PP Pískovna na cvičišti se zákresem mapovaných lokalit (1 – 3)	II
Příloha 3: Fotodokumentace lokality 1	III
Příloha 4: Fotodokumentace lokality 2	IV
Příloha 5: Fotodokumentace lokality 3	V
Příloha 6: Tabulka hodnot fyzikálně-chemických parametrů povrchové vody studovaných tůní v oblasti PP Pískovna na cvičišti	VI
Příloha 7: Fotodokumentace nalezených druhů Cyanobacteria a Euglenophyta	VII
Příloha 8: Fotodokumentace nalezených druhů Euglenophyta	VIII
Příloha 9: Fotodokumentace nalezených druhů Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyceae a Synurophyceae	IX
Příloha 10: Fotodokumentace nalezených druhů Bacillariophyceae 1	X
Příloha 11: Fotodokumentace nalezených druhů Bacillariophyceae 2	XI
Příloha 12: Fotodokumentace nalezených druhů Bacillariophyceae 3	XII
Příloha 13: Fotodokumentace nalezených druhů Trebouxiophyceae, Chlorophyceae, Coleochaetophyceae a Zygnematophyceae	XIII
Příloha 14: Fotodokumentace nalezených druhů Zygnematophyceae 1	XIV
Příloha 15: Fotodokumentace nalezených druhů Zygnematophyceae 2	XV
Příloha 16: Fotodokumentace nalezených druhů Zygnematophyceae 3	XVI
Příloha 17: Fotodokumentace problematických druhů	XVII

Příloha 1: Přírodní památka Pískovna na cvičišti



Příloha 2: Mapa PP Pískovna na cvičišti se zákresem mapovaných lokalit (1 – 3), zdroj: www.mapy.cz



Příloha 3: Fotodokumentace lokality 1



Příloha 4: Fotodokumentace lokality 2



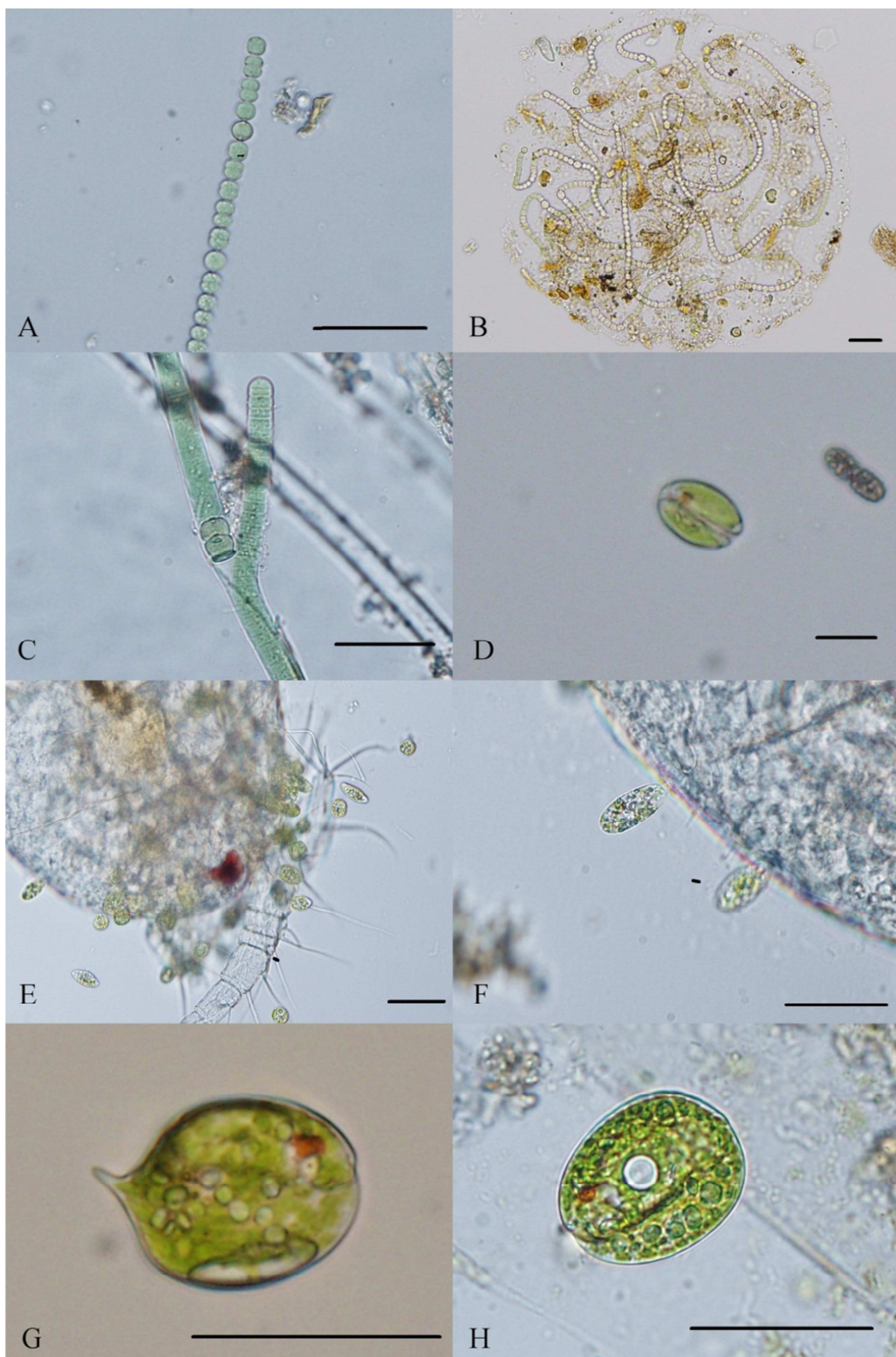
Příloha 5: Fotodokumentace lokality 3



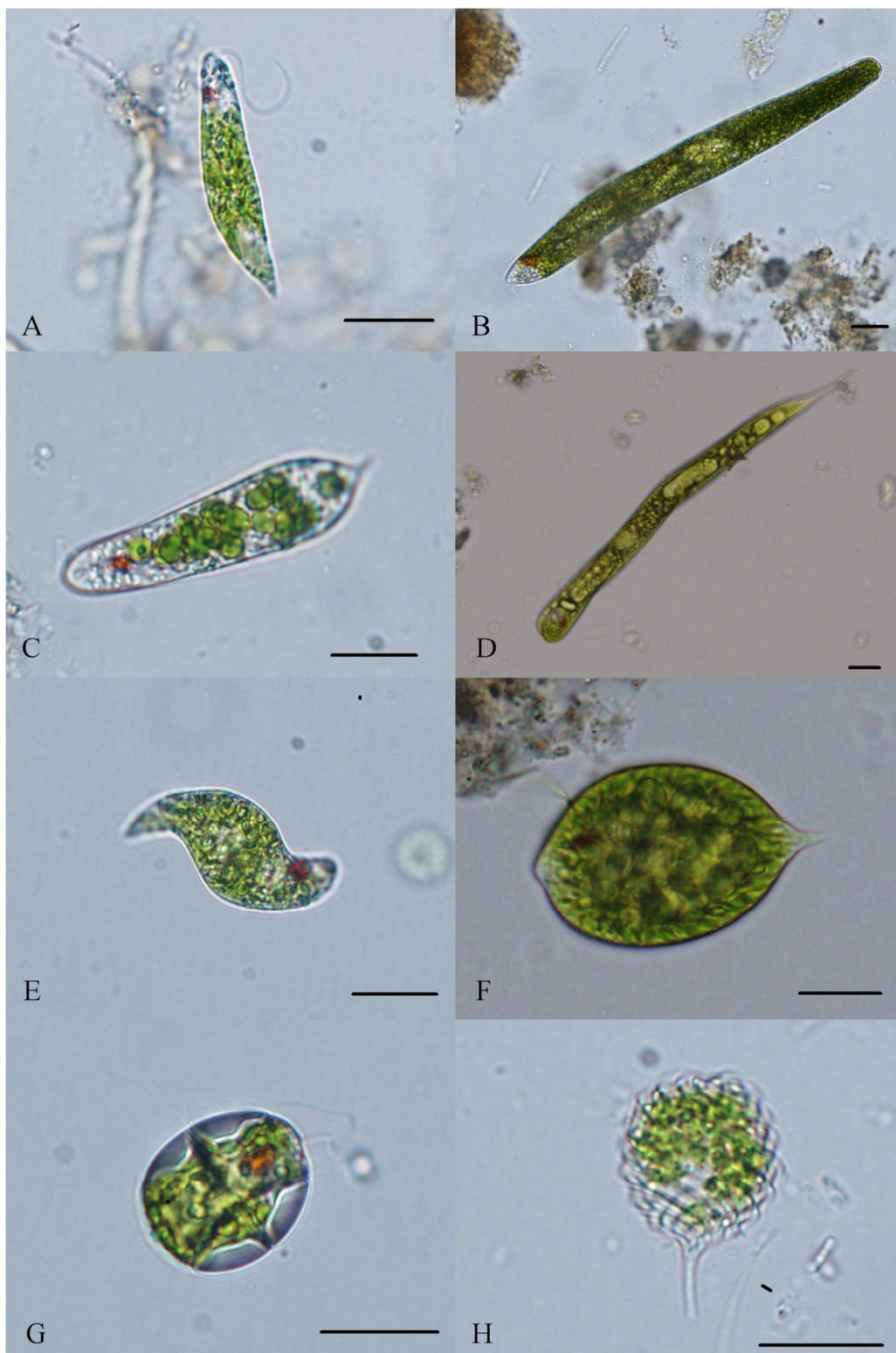
Příloha 6: Tabulka hodnot fyzikálně-chemických parametrů povrchové vody studovaných tůní v oblasti PP Pískovna na cvičišti

Lokalita:	Hodnoty teploty povrchové vody [°C]			Hodnoty pH povrchové vody			Hodnoty konduktivity povrchové vody [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
březen	7,5	8,5	7,9	9,06	9,14	9,59	193	304	211
duben	13,3	14	11,3	7,4	6,5	7,4	150	250	205
květen	15,4	15,1	13,9	7,15	7,01	7,09	243	311	297
červen	18,5	16,1	15,6	7,2	7,07	7,19	316	490	420
červenec	20,6	20,2	19,8	7,9	7,3	7,4	214	196	180
srpen	16,1	15,1	14,5	8,16	7,74	8,5	185	178	205
září	10,3	8,5	8	7,4	8,3	8,4	206	190	356
říjen	10	7,5	-	7,94	8,1	-	309	190	-

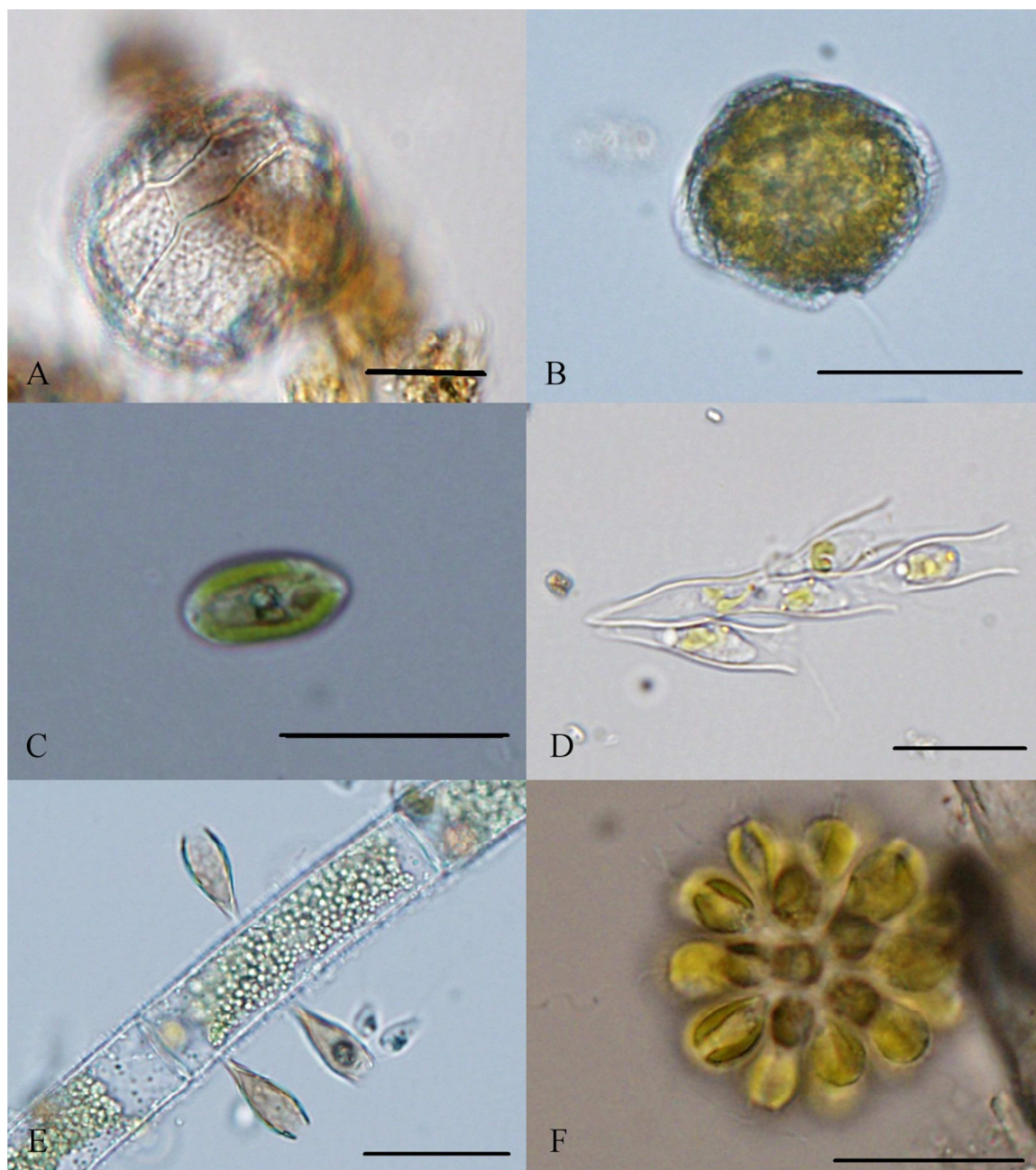
Příloha 7: Fotodokumentace nalezených druhů Cyanobacteria (A – *Anabaena* sp., B – *Nostoc* sp., C – *Tolypothrix tenuis* KÜTZING ex BORNET & FLAHAULT), Euglenophyta (D – *Cryptoglena skujae* MARIN & MELKONIAN, E – F – *Colacium* cf. *cyclopycola*, G – *Phacus alatus* KLEBS, H – *Phacus pleuronectes* (O. F. MÜLLER) NITZSCH ex DUJARDIN), měřítko = 40 μ m



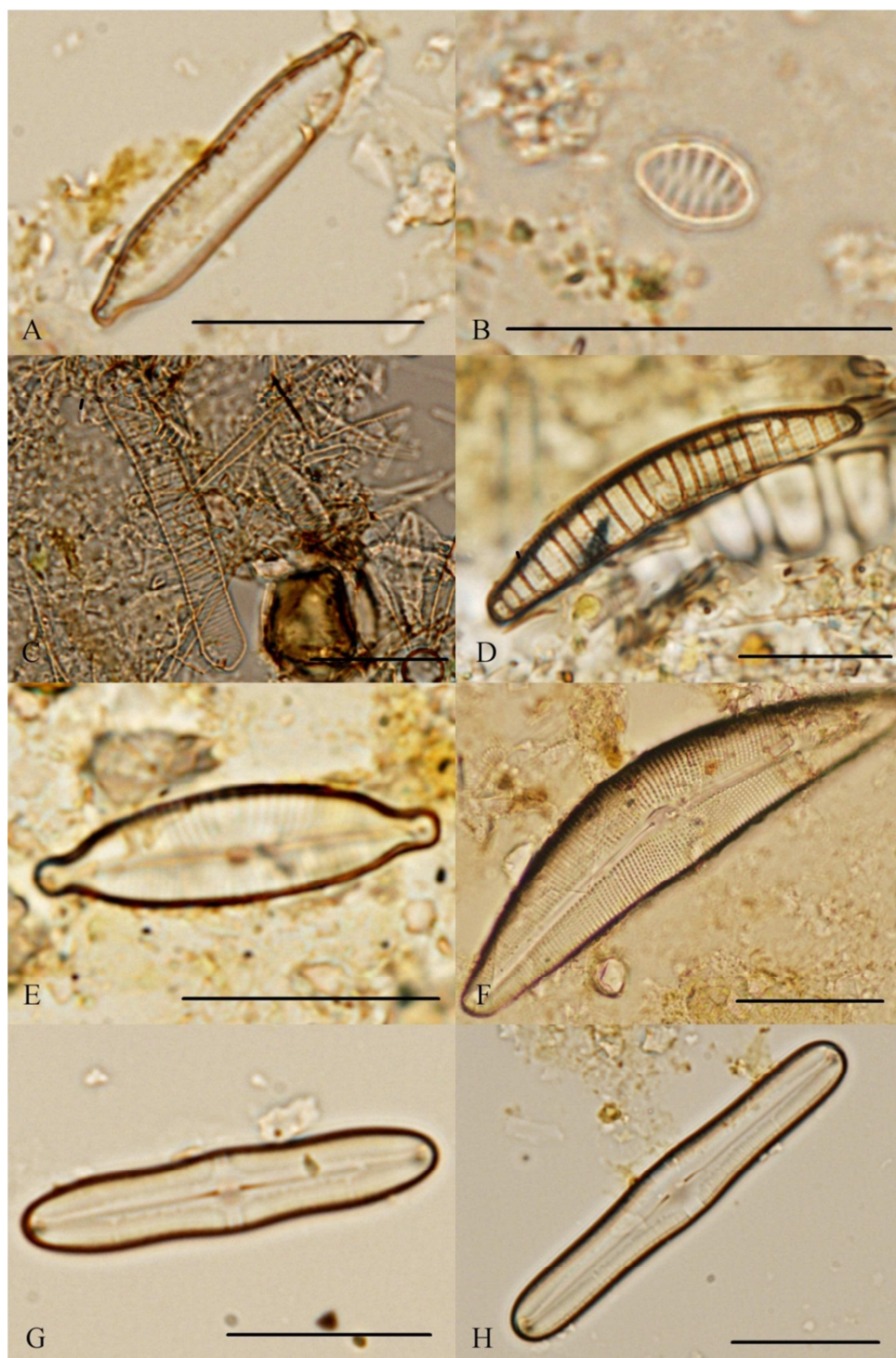
Příloha 8: Fotodokumentace nalezených druhů Euglenophyta (A – *Euglena viridis* EHRENBERG, B – *Euglena ehrenbergii* KLEBS, C – *Euglena gracilis* KLEBS, D – *Euglena oxyuris* SCHMARDA, E – *Euglena proxima* P. A. DANGEARD, F – *Euglena sociabilis* P. A. DANGEARD, G – *Lepocinclis ovum* (EHRENBERG) LEMMERMANN, H – *Monomorpha pyrum* (EHRENBERG) MERESCHKOWSKY), měřítko = 20 μm



Příloha 9: Fotodokumentace nalezených druhů Dinophyta (A – *Peridinium willei* HUITFELDT-KAAS, B – *Peridinium bipes* F. STEIN), Cryptophyta (C – *Cryptomonas* sp.), Chrysophyceae (D – *Dinobryon divergens* O. E. IMHOF, E – *Epipyxis utriculus* EHRENBERG), Synurophyceae (F – *Synura* sp.), měřítko = 30µm



Příloha 10: Fotodokumentace nalezených druhů Bacillariophyceae 1 (A – *Hantzschia amphioxys* (EHRENBERG) GRUNOW, B – *Fragilaria pinnata* EHRENBERG, C – *Eunotia formica* EHRENBERG, D – *Epithemia adnata* (KÜTZING) BRÉBISSON, E – *Cymbopleura naviculiformis* (AUERSWALD ex HEIBERG) KRAMMER, F – *Cymbella aspera* (EHRENBERG) CLEVE, G – *Caloneis silicula* fo. *silicula* EHRENBERG, H – *Caloneis pulchra* MESSIKOMMER), měřítko = 20µm



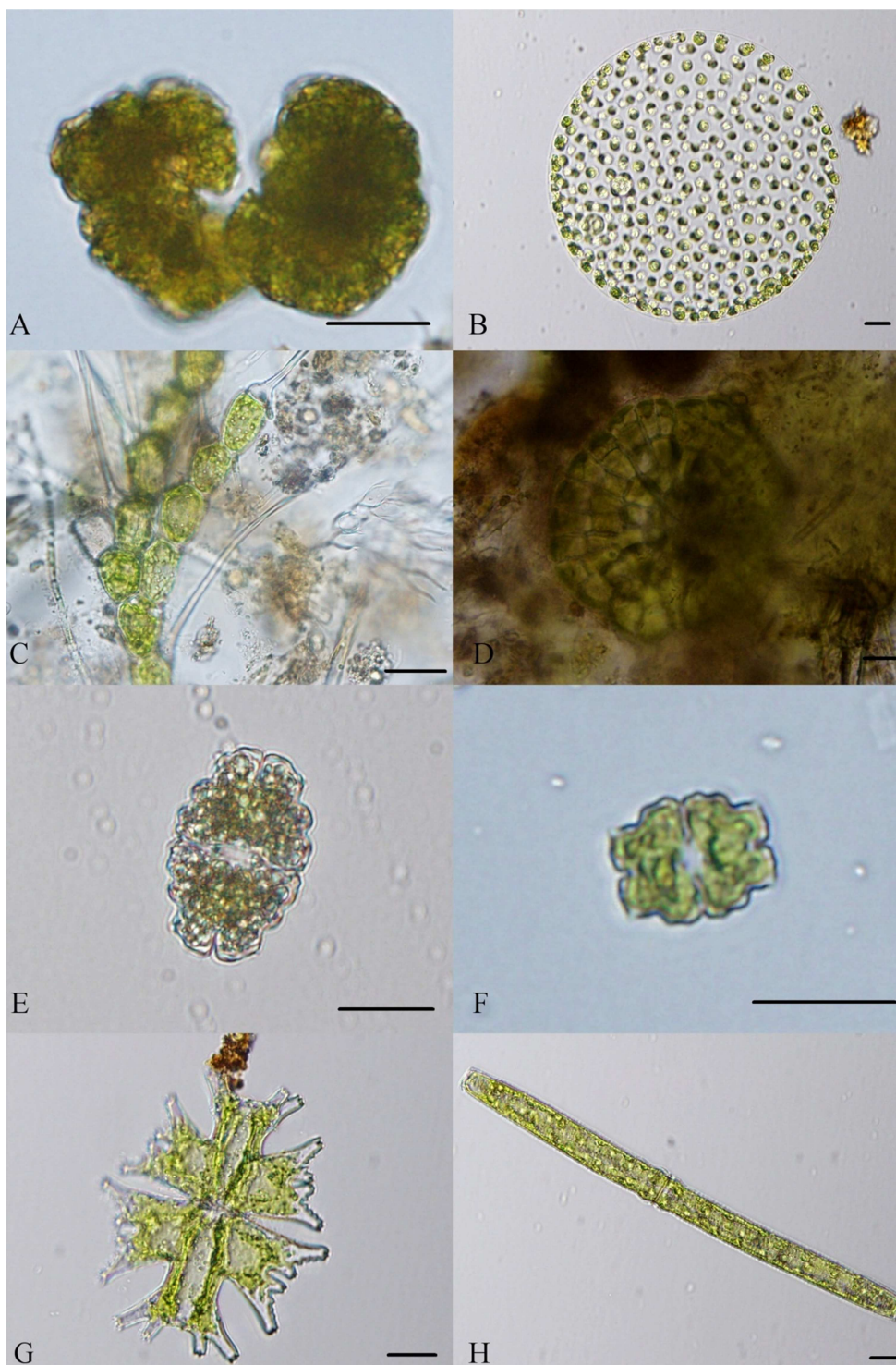
Příloha 11: Fotodokumentace nalezených druhů Bacillariophyceae 2 (A – *Meridion circulare* (GREVILLE) AGARDH, B – *Navicula pupula* KÜTZING, C – *Navicula radiosa* KÜTZING, D – *Rhopalodia gibba* (EHRENBERG) O.F. MÜLLER, E – *Rhopalodia gibba* (EHRENBERG) O.F. MÜLLER, F – *Surirella augusta* KÜTZING), měřítko = 20µm



Příloha 12: Fotodokumentace nalezených druhů Bacillariophyceae 3 (A – *Cymbella silesiaca* BLEISCH, B – *Pinnularia borealis* EHRENBERG, C – *Pinnularia grunowii* KRAMMER, D – *Pinnularia nobilis* var. *regularis* EHRENBERG, E – *Pinnularia nodosa* var. *pseudogracillima* A. MAYER, F – *Pinnularia viridis* (NITZSCH) EHRENBERG), měřítko = 20µm



Příloha 13: Fotodokumentace nalezených druhů Trebouxiophyceae (A – *Botryococcus* sp.), Chlorophyceae (B – *Volvox aureus* EHRENBERG, C – *Bulbochaete* sp.), Coleochaetophyceae (D – *Coleochaete scutata* BRÉBISSON), Zygnematophyceae (E – *Euastrum bidentatum* NÄGELI, F – *Euastrum insulare* var. *insulare* ROY, G – *Micrasterias crux-melitensis* RALFS, H – *Pleurotaenium ehrenbergii* (RALFS) DELPONTE), měřítko = 20 μ m



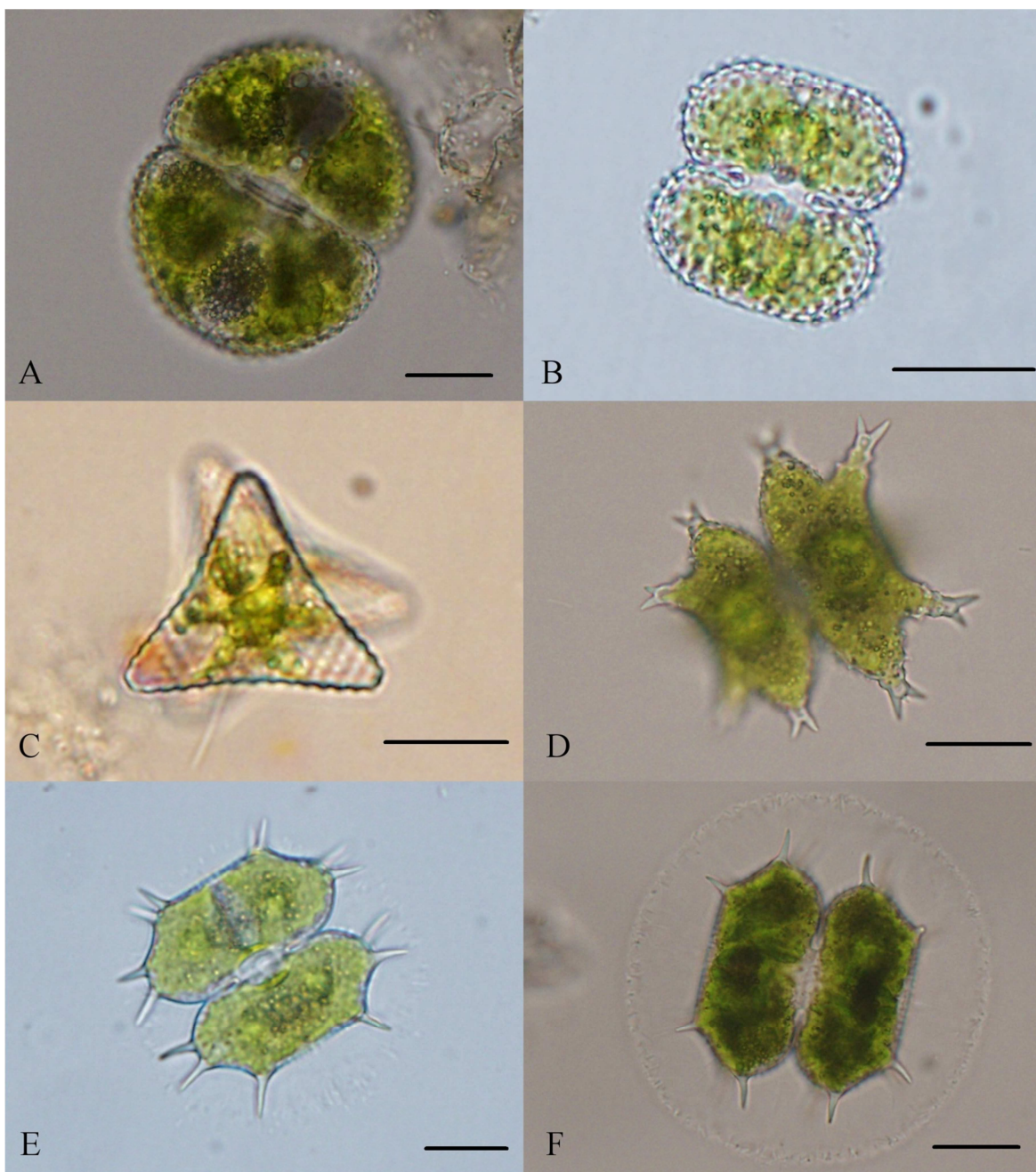
Příloha 14: Fotodokumentace nalezených druhů Zygnematophyceae 1 (A – *Closterium acerosum* var. *angolense* WEST & G.S.WEST, B – *Closterium calosporum* WITTRÖCK, C – *Closterium* cf. *strigosum* var. *elegans*, D – *Closterium diana*e EHRENBERG ex RALFS var. *diana*e, E – *Closterium incurvum* BRÉBISSON var. *incurvum*, F – *Closterium kuetzingii* BRÉBISSON var. *kuetzingii*, G – *Closterium moniliferum* (BORY) EHRENBERG ex RALFS var. *submoniliferum*, H – *Closterium parvulum* NÄGELI), měřítko = 40 µm



Příloha 15: Fotodokumentace nalezených druhů Zygnematophyceae 2 (A – *Closterium praelongum* BRÉBISSON, B – *Closterium pronum* BRÉBISSON var. *prorum*, C – *Closterium setaceum* var. *setaceum* EHRENBERG ex RALFS, D – *Cosmarium botrytis* MENEGHINI ex RALFS, E – *Cosmarium* cf. *biretum*, F – *Cosmarium impressulum* CORDA ex RALFS), měřítko = 50 μ m



Příloha 16: Fotodokumentace nalezených druhů Zygnematophyceae 3 (A – *Cosmarium obtusatum* SCHMIDLE, B – *Cosmarium punctulatum* BRÉBISSON, C – *Staurastrum alternans* BRÉBISSON, D – *Staurastrum* cf. *furcigerum* , E – *Xanthidium antlopaeum* (BRÉBISSON) KÜTZING, F – *Xanthidium antlopaeum* var. *crameri* GRÖNBLAD), měřítko = 20 μ m



Příloha 17: Fotodokumentace problematických druhů (A – *Achnanthes* cf. *montana* KRASSKE, měřítko = 10 μ m, B – *Pinnularia* cf. *neomajor* var. *inflata*, měřítko = 50 μ m, C – *Fragilaria* cf. *pinnata* var. *intercedent*, měřítko = 10 μ m, D – *Cosmarium* cf. *ochthodes*), měřítko = 20 μ m

