

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta



Bakalářská diplomová práce  
Řasová a sinicová flóra v zatopených lomech  
na Skutečsku

Iveta Svobodová

Školitel: RNDr. Jan Kaštovský, Ph.D.

Svobodová, I. 2008. Řasová a sinicová flóra v zatopených lomech na Skutečsku.  
[Algal and Cyanobacterial flora in flooded quarries near Skuteč, BSc. Thesis, in Czech] The University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice. 57 pp.

**Anotace:**

The phytoplankton from 6 flooded quarries near county Skuteč was sampled three times during the year 2007. Species composition and relative abundance of species was noted and abiotic factors like pH, conductivity, temperature and dissolved ions were measured. The main aim was to find out some unusual species of algae and cyanobacteria, which were supposed to occur in these clear waters.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.  
V Českých Budějovicích, 14.12. 2008

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

.....

Iveta Svobodová

**Poděkování:**

*Poděkovat bych chtěla především svému školiteli RNDr. Janu Kaštovskému, Ph.D. za pomoc a trpělivost při psaní bakalářské práce, dále pak RNDr. Jaromíru Lukavskému, CSc. za poskytnutí řady užitečných materiálů o šumavských i tatranských jezerech. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za veškerou podporu a zázemí při práci.*

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
1.1 ŘASY A SINICE .....	6
1.2 CÍLE PRÁCE.....	6
1.3 ČISTÉ STOJATÉ VODY .....	6
1.3.1 Zatopené lomy .....	7
1.3.2 Tůně v inundačních pásmech řek.....	8
1.3.3 Jezera.....	10
1.3.3.1 Šumavská jezera .....	10
1.3.3.2 Tatranská jezera .....	14
<b>2. METODIKA</b> .....	<b>17</b>
2.1 METODIKA ODBĚRU .....	17
2.2 ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ .....	17
2.2.1 Mikroskopické pozorování.....	17
2.2.2 Chemické analýzy .....	18
2.3 POPIS LOKALIT .....	18
2.3.1 Historie kamenoprůmyslu v okolí města Skuteč.....	18
2.3.1.1 Historie jednotlivých zatopených lomů .....	18
2.3.1.1.1 Lom Leštinka.....	18
2.3.1.1.2 Lom Zvěřinov.....	19
2.3.1.1.3 Lom Andrusivův.....	19
2.3.1.1.4 Prosetínské lomy .....	19
2.3.2 Geologie .....	19
2.3.3 Charakteristiky jednotlivých lokalit.....	20
<b>3. VÝSLEDKY</b> .....	<b>21</b>
3.1 NALEZENÉ TAXONY.....	21
3.1.1 Vývoj jednotlivých tříd napříč obdobími .....	21
3.1.1.1 Cyanophyceae.....	21
3.1.1.2 Rhodophyceae .....	21
3.1.1.3 Euglenophyceae.....	21
3.1.1.4 Dinophyceae .....	21
3.1.1.5 Chrysophyceae.....	22
3.1.1.6 Bacillariophyceae .....	22
3.1.1.7 Xanthophyceae .....	22
3.1.1.8 Chlamydomonadales .....	22
3.1.1.9 Chlorophyceae .....	22
3.1.1.10 Trebouxiophyceae .....	22
3.1.1.11 Ulvophyceae .....	23
3.1.1.12 Zygnemophyceae.....	23
3.1.2 Druhová charakteristika jednotlivých lokalit .....	23
3.1.2.1 Lom Leštinka.....	23
3.1.2.2 Lom Zvěřinov .....	24
3.1.2.3 Lom Andrusivův.....	24
3.1.2.4 Lom Družstevní .....	24
3.1.2.5 Lom Kremina.....	25
3.1.2.6 Lom Obec .....	25
3.1.3 Druhová charakteristika jednotlivých období .....	25
3.1.3.1 Jaro .....	25
3.1.3.2 Léto.....	26
3.1.3.3 Podzim.....	27
3.1.4 Zajímavé nálezy .....	28
3.2 ABIOTICKÉ FAKTORY .....	29
3.2.1 pH.....	29
3.2.2 Vodivost.....	29
3.2.3 Průhlednost.....	29
3.2.4 Teplota.....	30
3.2.5 Zooplankton.....	30
3.2.6 Nejdůležitější živiny .....	31
<b>4. DISKUZE</b> .....	<b>32</b>
4.1 POROVNÁNÍ S JINÝMI ZATOPENÝMI LOMY .....	33
4.2 POROVNÁNÍ S JINÝM TYPEM LOKALIT .....	35

4.2.1 Srovnání řasové flóry zatopených lomů s aluviálními tůňemi .....	35
4.2.2 Srovnání řasové flóry zatopených lomů s jezery.....	35
<b>5. ZÁVĚR.....</b>	<b>37</b>
<b>6. SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>38</b>
6.1. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY .....	38
6.2. INTERNETOVÉ ZDROJE .....	40
<b>7. PŘÍLOHY .....</b>	<b>41</b>

# 1. Úvod

## 1.1 Řasy a sinice

Sinice (Cyanobacteria; Cyanoprokaryota) a řasy (Algae) jsou převážně fotoautotrofní organismy s jednobuněčnou nebo mnohobuněčnou stélkou. V přírodě představují obě skupiny nedílné součásti rozmanitých společenstev. Jako takové hrají svojí úlohu v potravních řetězcích. Řasy i sinice řadíme mezi takzvané primární producenty organické hmoty. Takové organismy uskutečňují přeměnu energie ze slunečního záření v energii chemických vazeb organických látek a tato organická hmota primárních producentů je pak zdrojem výživy všech živých organismů v daném ekosystému (KALINA, 1994; KALINA & VÁŇA, 2005). Sinice a řasy jsou v přírodě všude rozšířeny. Rostou nejen v otevřených povrchových vodách, ale také na místech s neobvyklými životními podmínkami, na nichž je doprovází jen málo organismů, nebo jsou vůbec bez konkurence, jako například na vyprahlých skalách, v horkých vřídlech, na sněhu v horách i na polárních ledovcích, atd. Téměř bez světla žijí řasy hlubokých moří a jezer, řasy půdní a jeskynní.

## 1.2 Cíle práce

Hlavním cílem mojí práce bude v první řadě provést základní floristický průzkum na šesti vybraných zatopených lomech na Skutečsku.

Výskyt jednotlivých druhů sinic a řas na určitém stanovišti je odrazem mnoha chemických, fyzikálních, biologických, ale také geografických, a v případě zatopených lomů také geologických ukazatelů. Proto bude jedním ze základních pilířů mojí práce právě zachycení vztahu řasové a sinicové mikrovegetace zatopených lomů k těmto faktorům a dále pak porovnání jednotlivých lokalit lišících se mezi sebou především svou rozlohou, zastíněním, hloubkou a stářím, z hlediska druhové kompozice řas a sinic.

Zatopené lomy jsou zajímavým fenoménem vytvořeným původně zásahem člověka. Po vytvoření lomové jámy a následném opuštění a zatopení, vytváří lomy unikátní přírodní úkaz, který je dále člověkem využíván pro různé účely. Jedná se v podstatě o jeden z posledních typů čisté stojaté vody, se kterým se dnes u nás můžeme setkat. Jako takové, jsou lomy i vyhledávanými potápěčskými lokalitami s průhledností vody až 20 metrů (lom Leštinka). Vzniká tu tedy předpoklad, že se zde budou vyskytovat zajímavé druhy řas a sinic, které jsou náročné na míru trofie vody. Dalším důležitým bodem této diplomové práce bude tedy snaha o identifikaci a dokumentaci těchto nevhedných druhů.

## 1.3 Čisté stojaté vody

Jak již bylo uvedeno výše, zatopené lomy jsou často jedinými zbývajícími zástupci oligotrofních či mezotrofních stojatých vod (s výjimkou horských oblastí) v globálně eutrofizované středo-evropské krajině (BÍLÝ & PITHART, 2002).

Podobný charakter jako zatopené lomy mají například malá lesní jezera ve Fennoskandii (ARVOLA, 1983 in BÍLÝ & PITHART, 2002), mnohá horská jezera, krasová jezera (MASSANA et al., 1996 in BÍLÝ & PITHART, 2002) či malé aluviální tůně (PECHAR et al., 1996 in BÍLÝ & PITHART, 2002).

### 1.3.1 Zatopené lomy

Zatopené lomy jsou antropogenní jezera, mající původ v kamenných lomech, kde dešťová voda nebo pramen podzemní vody naplňuje vyhloubenou lomovou jámu. Ve srovnání s okolním terénem se ponejvíce nacházejí ve vyšších nadmořských výškách, často v kopcovitých, zalesněných oblastech. Obvykle mají jen nepravidelný přítok povrchové vody, a z toho důvodu jsou chráněny před komunálním a hospodářským znečištěním vody. Kamenné břehy i dno poskytují jen minimum na živiny bohatých substrátů (BÍLÝ & PITHART, 2002). Charakteristickými rysy tohoto ojedinelého prostředí jsou: velká relativní hloubka, malá rozloha, absence mělkých litorálních zón, příkré či kolmé kamenné stěny a dobrá ochrana proti větru (BÍLÝ, 2002).

Využití těchto vodních nádrží je omezeno na rybaření, příležitostné koupání a potápění (BÍLÝ & PITHART, 2002).

Zdroje týkající se algologických rozborů zatopených lomů jsou velmi omezené. Dosud byly v ČR publikované pouze tři studie.

Řasovou flóru zatopených lomů analyzuje magisterská práce Kaufnerové (KAUFNEROVÁ, 2006). Řasová a sinicová kompozice byla zjišťována ve čtyřech lokalitách, přesněji třech větších zatopených lomech a soustavě menších propojených lomů v okrese Domažlice. Vzorky materiálu byly shromažďovány odběrem fytoplanktonu a nárostů ze submerzních substrátů. Nejpočetněji zastoupenými třídami zde byly vyhodnoceny Bacillariophyceae, které dominovaly s velkou převahou, následované Chlorophyceae a Zygnemophyceae. K druhům, tvořícím největší procento biomasy patřily například: *Asterionella formosa*, *Dinobryon divergens*, *Peridinium bipes*, *Cymbella helvetica*, *C. silesiaca*, *Fragilaria construens*, *Surirella minuta*, *Cymatopleura elliptica*, *C. solea*, *Cocconeis placentula*, *Navicula radiosa*, *Gomphonema truncatum*, *G. acuminatum*, *Rhopalodia gibba*, *Trachelomonas hispida*, *Pediastrum* spp., *Scenedesmus* spp., *Tetraedron minimum*, *Coelastrum microporum*, *Gymnodinium* sp., *Spirogyra* spp., *Pandorina morum*.

Důkladný průzkum řasového perifytonu (přípevněných bentických řas) v zatopeném mezotrofním lomu Škalí v okrese Strakonice, přinesla práce Bílého (BÍLÝ, 2002). Důraz byl kladen zejména na druhové složení, vertikální distribuci a sezónní změny. Materiál byl získáván pomocí umělých podkladů. Druhové zastoupení bylo typické pro tento typ lokality, převládaly rozsivky, dále zelené řasy, spájkivky a sinice. Překvapivý byl častý nález *Tychonema bornetii*, vyskytující se jinak v alpské a skandinávské oblasti. Byl to zároveň první záznam o výskytu této vláknité sinice u nás. Z druhů dále tvořily největší procento biomasy například *Pseudanabaena* sp., *Aphanothece* sp., *Aphanocapsa* sp., *Fragilaria capucina*, *Diatoma vulgare*, *Cymbella ventricosa*, *Gomphonema olivaceum*, *Synedra ulna*, *Bulbochaete* sp., *Oedogonium* sp., *Geminella interrupta*, *Chaetospheridium* sp., *Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp., *Tetrasporopsis* sp.

Zatopený lom Škalí byl spolu s dalšími dvěma lomy (Balkov, Paštický) v blízkosti města Blatná předmětem i další studie Bílého a Pitharta (BÍLÝ & PITHART, 2002), tentokrát se zaměřením na vertikální rozvrstvení a každodenní migraci. Vodní těleso zatopeného lomu bylo ideálním objektem právě pro výzkum vertikální distribuce z důvodu slabého míchání vodního sloupce, které dovoluje vytvoření silné stratifikace a její udržení. Jev každodenní vertikální migrace (DVM) byl shledán velmi složitým, jelikož je ovlivněn mnoha faktory – umístěním anoxické oblasti, rozvrstvením živin, zastíněním břehů, makrofytickou či ledovou a sněhovou pokrývkou, samozastíněním fytoplanktonu, okamžitými podmínkami počasí (ozářenost), přítomností zooplanktonu atd. Každopádně DVM hraje významnou úlohu v životních strategiích fytoflagelátů, a tím ovlivňuje celý fytoplankton vrstevnatých vodních útvarů, jakými jsou zatopené lomy. Fytoplankton všech tří lomů byl tvořen z více než devadesáti procent bičíkovci, hlavně skupinou Cryptophyceae. Toto specifické druhové

složení bylo zřejmě důsledkem nepromíchaného vodního sloupce, kdy nepohyblivé formy, jinak závislé svým pohybem na vodních turbulencích, jsou nahrazeny pohyblivými jedinci, kteří jsou schopni eliminovat sedimentační ztrátu. Bičíkovci zde mají přístup jak k živinám v hypolimniu, tak k dostatečnému množství světla na povrchu. Nejvýznamnějšími druhy byly: *Cryptomonas curvata*, *C. marssonii*, *C. cf. phaseolus*, *Ceratium hirundinella*, *Synura* sp., *Paulschultzia pseudovolvox*, *Cosmarium pygmeum*, *Rhodomonas lacustris* a *Euglena acus*.

### 1.3.2 Tůně v inundačních pásmech řek

Jak již bylo uvedeno výše, z jiných typů vodních těles lze k fytoplanktonu zatopených lomů přirovnat mimo jiné fytoplankton aluviálních tůň. U nás se autoři zaměřují převážně na stojaté vodní útvary v záplavové oblasti řeky Lužnice, která zastupuje jedno z posledních chráněných aluvií v západní a střední Evropě. Lužnice si zachovává svou přirozenou povahu, tvoří meandry a více než 500 slepých ramen a tůň. Studie zaměřené na tento typ stanoviště se zabývají spíše specifickými pochody, které zde probíhají, než druhovou kompozicí.

Každodenní vertikální migraci (DVM) během zimního rozmachu třídy Cryptophyceae studoval v povodňových tůňích Pithart (PITHART, 1997). Studie byla zaměřena na malou, mělkou a toho času zamrzlou tůň, vzdálenou asi 50 metrů od řeky Lužnice v blízkosti obce Suchdol nad Lužnicí. Tato tůň je součástí 15 km dlouhé a 1 km široké chráněné záplavové oblasti, která obsahuje celkem 500 malých stojatých vodních těles, naplňovaných jak dešťovou, tak říční vodou během povodní. Fytoplankton aluviálních tůň v okolí řeky Lužnice je velmi specifický, skládá se výhradně z bičíkovců, přičemž *Cryptomonas curvata* a *Cryptomonas marssonii* tvoří více než 90 % biomasy, další nalezené druhy byly *Dinobryon divergens*, *Chrysococcus rufescens* a *Koliella planktonica*. Zimní období poskytuje nejlepší podmínky pro výzkum DVM, díky maximu biomasy pohyblivých forem (hlavně Cryptophyceae), ale také díky pokrývce ledu, která nedovoluje významnější pohyby vody, a tím umožňuje ustálení vyvíjejících se gradientů, které jsou v jiných ročních obdobích silně narušovány povodněmi, ale i dalšími nepříznivými faktory, např. větrem. Také vliv filtrujícího zooplanktonu může být v zimě odečten. Byly vyhodnoceny čtyři nejvýznamnější faktory ovlivňující DVM: 1. Ozářenost (po odklizení sněhu z ledové pokrývky výrazný klesající pohyb *Cryptomonas*, po zakrytí povrchu neprůhledným povlakem naopak zřetelné stoupání), 2. Přístup k na dně umístěným živinám, 3. Vyhnutí se poškozujícímu tlaku a 4. Heterotrofní či fagotrofní způsob výživy ve spodních vodních vrstvách.

Další studie Pitharta, tentokrát s Pecharem, se zaměřuje na stratifikaci dvou tůň v náplavu řeky Lužnice (PITHART & PECHAR, 1995). Tyto tůně jsou lokalizovány, stejně jako v předchozím případě, v okolí Suchdolu nad Lužnicí. Jedná se o první detailní a dlouhodobé vyhodnocení stratifikace malého vodního tělesa. Tato stratifikace, konkrétně chemická a teplotní, byla jinak intenzivně prozkoumávána ve větších jezerech a shledána jako velmi významná pro strukturu a fungování celého jezerního ekosystému. V případě aluviálních tůň je termální stratifikace velmi nestálá z důvodu malého obsahu vody a častých záplav. Zato SCB rozvrstvení, což je nově zavedený parametr souhrnného chemického a biologického rozvrstvení, je vyšší stability. Ve vztahu sezónních vývoju obou typů stratifikace byly zaznamenány tři situace: 1. Jak teplotní tak SCB stratifikace je přítomna (obvykle při stabilizovaném počasí po povodních, hlavně v zimě, někdy však také na jaře a v první polovině léta), 2. Netvoří se ani jeden typ rozvrstvení (během nebo bezprostředně po záplavách) a 3. Vzniká pouze SCB stratifikace (v důsledku rychlých teplotních změn, hlavně v létě, kdy se voda v mělkých tůňích velmi rychle vyhřeje). Fytoplankton tůň dominoval bičíkovci, Cryptophyceae převládaly od podzimu do jara se zimním maximem pod ledovou pokrývkou. Jediné období, kdy Cryptophyceae nedominovaly, bylo hned po povodních, kdy převládali zelení flageláti a uprostřed léta, kdy kodominovaly spolu s Chrysophyceae.



Stejní autoři se zaměřili na letní rozmach *Gonyostomum semen* a jeho každodenní vertikální migraci, a to na tomtéž stanovišti (PITHART & PECHAR, 1997). *Gonyostomum semen*, ani celá skupina Raphidophyta, nepatřila k běžným součástem fytoplanktonu v Evropě až do 80. let. Příležitostná pozorování byla omezena na malá dystrofní jezera, tůňe či rybníky. Z toho důvodu zůstávala také dlouho nepopsaná jejich základní biologie a pochopení jejich ekologie je stále omezené. *Gonyostomum semen* nepříznivě ovlivňuje rekreační hodnotu vod, protože jeho buňky vystřelují gelatinózní proužky při kontaktování ejectosomů. Z tohoto důvodu také začaly Skandinávské úřady monitorovat rekreační vody se zaměřením na *G. semen*, a takto vzniklá data také potvrdila rozšiřování tohoto zástupce Raphidophyt. Velmi intenzivní dominance *G. semen* v prozkoumávané tůni byla zaznamenána v srpnu a září. Druhy běžně se v tomto období vyskytující (kokální zelené řasy- např. *Monoraphidium* spp., *Cryptomonas curvata*, *Cryptomonas marssonii*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Pseudanabaena* sp., *Nitzschia* sp. a *Scenedesmus quadricauda*) byly druhotné nebo chyběly úplně. Období rozmachu *G. semen* na konci léta je charakteristické především nejnižší maximální hloubkou z celého roku, nejvyšší dosaženou roční teplotou (s vyvinutou chemickou stratifikací, ale bez termálního rozvrstvení), relativně dlouhým obdobím bez záplav (za současného průběhu rozkladných procesů, a tím pádem i zintenzivnění barvy vodního sloupce), minimálním obsahem sloučenin dusíku, poklesem koncentrace kyslíku (za současného uvolnění P) a nakonec pokrytím vodního povrchu Okřehkem (*Lemna minor*), který se nevyvinul v letech bez zjištěného výskytu *Gonyostomum semen*.

Pochody probíhajícími bezprostředně po povodních v aluviálních tůních a slepých ramenech řeky Lužnice, konkrétně procesem diverzifikace, fytoplanktonem a chemií vody, se zabýval opět Pithart (PITHART, 1999). Na začátku studie tvořily všechny lokality jeden propojený vodní systém, postupně však všechna propojení zanikala a jednotlivá stanoviště se začala oddělovat. Během studovaného období významně vzrůstaly rozdíly mezi studovanými stanovišti. Bylo zjištěno, že proces diverzifikace stojatých vodních těles v aluviu řeky Lužnice je řízen třemi skupinami faktorů: 1. Různou dispozicí lokalit k zaplavování, to znamená, že jednotlivá stanoviště se navzájem lišila počtem i dobou povodní, 2. Mosaikovou strukturou okolní vegetace, která je velice rozmanitá – od vlhkých lesů či listnatých porostů po zpustlé pastviny a pole; obecně byla hojnost fytoplanktonu výrazně nižší u zastíněných lokalit než u těch, které byly plně vystavené světlu a 3. Morfometrií jednotlivých vodních útvarů, která výrazně ovlivnila jak obsah živin, tak režim obsaženého kyslíku (u mělkých stanovišť vzrůst chloridů, extrémně vysoké hodnoty koncentrací  $\text{NH}_4\text{-N}$  a  $\text{PO}_4\text{-P}$ , redukce  $\text{SO}_4^{2-}$  a nízký obsah kyslíku), u mělkých lokalit mají také mnohem zásadnější vliv sedimentační procesy na dně vodní nádrže. Fytoplankton téměř všech lokalit výrazně dominoval třídou Cryptophyceae (např. *Cryptomonas curvata*, *C. marssonii*, *C. reflexa*, *Rhodomonas lacustris*), zastoupení však byli také zástupci Chrysophyceae (např. *Synura* sp., *Dinobryon divergens*, *Ochromonas coronifera*) a kokální formy, zejména Chlorococcales (např. *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus quadricauda*).

Na více typů mokřadních biotopů v okolí Třeboně a jejich charakteristickou řasovou florou se zaměřuje studie hned čtyř autorů (ELSTER et al., 1996). Konkrétně bylo prozkoumáváno šest typů mikrofytických stanovišť, které se navzájem liší svou druhovou skladbou, ekologickou povahou, fungováním ekosystému, sezónními změnami i životními strategiemi druhů, které konkrétní lokalitu obývají, a to: 1. Řeka Lužnice, 2. Stojaté vody a tůňe v záplavové oblasti, 3. Půdní biotopy v aluviu, 4. Prameny, 5. Biotopy aerofytických řas a 6. Eutrofní a hypertrofní extrémní biotopy spojené se zemědělskou aktivitou. Na první dva zmiňované biotopy můžeme pohlížet jako na dynamické systémy, několikrát do roka tu totiž dochází k lokálním záplavám, a ty způsobují interakce mezi fytoplanktonem řeky a okolních stojatých biotopů. Fytoplankton řeky Lužnice lze charakterizovat abundancí zástupců Bacillariophyceae (hlavně *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira* spp.,

*Synedria acus* atd.) a Chlorococcales (*Scenedesmus* sp., *Crucigeniella* sp.) a častým výskytem druhů z tříd Cryptophyceae, Chrysophyceae, Chlamydomphyceae a Euglenophyceae. Řasový a sinicový plankton stojatých vod v inundačním pásmu Lužnice byl z hlediska zastoupených druhů velmi bohatý. Obecně převládali flageláti, hlavně z tříd Cryptophyceae (např. *Cryptomonas curvata*, *C. marssonii*, *Rhodomonas lacustris*), Euglenophyceae (*Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis*) a Chrysophyceae (*Synura* sp., *Chrysococcus* spp., *Dinobryon* spp.) na úkor nepohyblivých forem. Na hranici záplavových oblastí se často nacházejí prameny, některé z nich stále fungují jako refugia ohrožených druhů řas a sinic (např. *Merismopedia glauca*, *Woronichinia ruzickae*, *Ankistrodemus census* atd.), charakteristických pro oligotrofní vody.

### 1.3.3 Jezera

Posledním typem čistých stojatých vod, který ještě zbývá zmínit, jsou jezera. Dále bude pozornost soustředěna pouze na jezera v České republice a na Slovensku. Americká, kanadská a fennoskandijská jezera budou vynechána z důvodu velkých geografických odlišností, díky kterým by hledání shodných rysů ve složení řasové a sinicové flóry ztratilo na významu.

#### 1.3.3.1 Šumavská jezera

Na našem území je pouze jediný region, kde se nacházejí přírodně vzniklá jezera, a tím je Šumava. Tato oblast zahrnuje osm jezer ledovcového původu, z nichž pět je na území České republiky (Černé jezero, Čertovo jezero, Plešné jezero, Prášílské jezero a jezero Laka) a tři zbývající v Německu (Rachelsee, Grosser Arbersee a Kleiner Arbersee). Všechna jezera jsou situována v zalesněné oblasti, přibližně v 1000 m.n.m. (FOTT et al., 1993). Podloží je složeno ze svor, svorových rul a pararul s komponenty vápenců a křemenců (AMBROŽOVÁ, 1995).

Stejně jako celá Střední Evropa, i oblast Šumavy byla během minulého století vystavena velkému znečištění ovzduší, přičemž ukládání sloučenin S a N dosáhlo maxima začátkem 90. let 20. století. Od této doby až do současnosti docházelo ke kontinuálnímu snižování emisí, a také s nimi spojeného procesu acidifikace (KOPÁČEK & VRBA, 2006). K té dochází, pokud pH dešťové vody poklesne pod hodnotu 4,5, a zároveň leží-li povodí na citlivém geologickém podloží. Obě tyto podmínky platí pro většinu jezer v Čechách i na Slovensku (FOTT et al., 1993). Kvůli okyselování došlo k velmi výrazným změnám v biodiverzitě jezer a ve struktuře potravních řetězců, a to především z důvodu vyhubení ryb a podstatně zredukovaného zooplanktonu. V současné době dochází k obnově zdejší krajiny i vodních ekosystémů (KOPÁČEK & VRBA, 2006).

Systematický ekologický průzkum Šumavských jezer započal v roce 1990, po pádu železné opony. Pro podrobnější studie byla vybrána tři jezera: Plešné, Čertovo a Černé jezero. Na téma Šumavských jezer bylo napsáno mnoho studií, zabývajících se především procesy, které tu probíhají: zejména acidifikací vod v minulosti a postupnou obnovou ekosystému v současné době, ale také dalšími faktory s okyselováním spojenými či jím ovlivňovanými.

Plešné jezero bylo detailně studováno i z palaeologického hlediska. Všechny rozbory byly prováděny na 549 cm tlusté sedimentační vrstvě. Průzkum pozdně glaciální a holocenní historie Plešného jezera a jeho přilehlé krajiny, založený na rozborech pylových zrn a na palaeoalgotických analýzách, provedla Jankovská (JANKOVSKÁ, 2006). Na základě pylových analýz může být odhalena skladba vegetace, která příslušnou oblast obklopovala a tyto informace mohou být následně využity pro odhady, týkající se rozličných faktorů, jako například fauny, klimatu, hydrologie, pedologie, a dokonce datování lidské kolonizace, a také měřítko lidské aktivity v daném regionu. Současné palaeobotanické výsledky z Plešného jezera jsou srovnatelné s těmi z Labského dolu v Krkonoších, kde podle dřívějších

palaeoalgotologických analýz dlouho existovalo glaciální jezero. V obou lokalitách byla zaznamenána dominance *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* a častý výskyt *Pediastrum integrum*. Oba druhy patří mezi indikátory chladných oligotrofních vod. Nově bylo pozorováno podobné složení řasové flóry v polských jezerech Welki a Mali Staw. Práce (PRAŽÁKOVÁ et al., 2006) se zaměřuje na zbytky Cladocera a následné vztahování četnosti i druhové diverzity příslušných druhů k různým faktorům, zahrnujících především teplotu, pH a přístup živin do jezera. Bylo identifikováno 11 litorálních a bentických druhů čeledi Chydoridae a sedimentační jádro jezera bylo na základě výskytu jednotlivých druhů rozděleno na šest zón. Další studie (TÁTOSOVÁ et al., 2006) zkoumá palaeologický výskyt larev čeledi dvoukřídlého hmyzu, Chironomidae. Tato čeleď je taxonomicky velmi významná, obvykle tvoří více než 20% ze všech sladkovodních hmyzích zástupců v jezerech. Kvůli své krátké generační době odpovídají zástupci Chironomidae rychle na jakékoli změny prostředí. Larvy Chironomid nesou v hlavové části chitinové pouzdro, odolné proti rozkladu, které může být zachováno v sedimentu jezera po tisíce let. Tato chitinová schránka umožňuje také determinaci larvy na úroveň rodu, méně často také druhové skupiny. Moderní znalosti ekologie Chironomid dovolují použití jejich fosilií k rekonstrukci vývoje palaeoproduktivity, acidifikace, palaeosalinity a v neposlední řadě také teplotního kolísání.

Řasy největšího ze Šumavských jezer, Černého jezera, detailně popsal Lukavský (LUKAVSKÝ, 2006). Výsledky byly porovnány také s průzkumy z let 1889, 1935-7 a 1941, a také s paleolimnologickými záznamy z jezerního jádra. Dlouhá historie monitorování poskytuje jedinečnou příležitost ke sledování reakcí v prostředí jezera, na již zmíněný vývoj okyselování a její postupný obrat od roku 1990. Překážkou v porovnávání druhové kompozice a diverzity historických a současných dat, je omezení koncentračních i vzorkovacích metod v minulosti, a také taxonomický vývoj, ke kterému v průběhu více než sta let došlo. Všechny tyto aspekty zřejmě také přispěly k zvýšení druhové diverzity, ke kterému podle tohoto nejnovějšího průzkumu došlo. Celkem bylo v Černém jezeře determinováno 420 taxonů řas a sinic, přičemž většina druhů (143) byla popsána v bentosu. Mezi třídami svou druhovou diverzitu dominovaly Bacillariophyceae (227 druhů, z toho 157 druhů v jezerním jádře), poté Chlorophyceae (103) a Cyanophyceae (42). Byly nalezeny některé, pro Českou Republiku nové druhy, a to Stomatocyst 35 DUFF & SMOL (1989), Stomatocyst 73 DUFF & SMOL (1991) a *Coelastrum pascheri* sp. n. Některé řasy, zmiňované v dřívějších analýzách, zřejmě zanikly, například většina druhů rodu *Oedogonium* byla nahrazena rody *Binuclearia*, *Microspora*, *Microthamnion*, *Ulothrix* a především *Mougeotia*, která je také považována za indikátor zvýšené kyselosti. Z epifytických zástupců na *Isoëtes lacustris* dominovali především *Scytonema cinncinatum*, *Mougeotia* sp. steril, *Oedogonium* sp., *Microspora amoena* a *Melosira* sp. Obecně největší množství biomasy však tvořily druhy: *Peridinium* spp., *Monallanthus stichococcoides*, *Chromulina* sp., *Chrysomonads* sp., *Carteria* sp., *Chlamydomonas* sp., *Merismopedia* sp., *Dinobryon protuberans*, *Diceras allula* a *Cryptomonas*.

Práce (LUKAVSKÝ, 2003) popisuje mimo jiné také řasovou flору šumavských jezer, konkrétně jezer Černého, Čertova a Laka. Černé jezero s pH 4,6 patří mezi kyselé vody, což mělo za následek, jak už bylo popsáno výše, postupné mizení některých druhů zooplanktonu a nakonec i úplné vymizení rybí osádky. Acidifikace má však také vliv na druhovou kompozici řas a sinic, mimo jiné nástup druhů jako *Mougeotia*, které indikují takovéto změny. Také Čertovo jezero, s pH 4,3-4,5, má status kyselých vod, navíc s vysokým obsahem toxického hliníku. Z Čertova jezera, stejně jako z jezer Plešného a Černého, byl v roce 1987 odebrán takzvaný core – profil sedimentů dna do hloubky 91 cm a analyzován. V tomto profilu bylo identifikováno 144 druhů rozsivek, některé z nich jsou vymezené na určité prostředí (teplota, kyselost vody) a z postupných změn jejich výskytu lze rekonstruovat změny v chemismu vody. Dále byly určeny a spočteny šupiny řas zlativek a pylová zrna. Jezero Laka je průtočné,

mělké, s poměrně bohatou vegetací a plovoucími rašelinnými ostrovy. Hodnota pH se pohybuje v rozmezí 4,8-6,1. Toto jezero se výrazně odlišuje od ostatních ledovcových jezer, a to včetně řasové a sinicové flóry. Vyskytují se tu některé druhy z Červené knihy ohrožených druhů ČR, v litorálu a odtoku dominantní ruducha *Batrachospermum vagum*, *Lemanea Fluviatilis*, porosty na submersní vegetaci tvoří zelená řasa *Binuclearia tectorum*. Z planktonních druhů se v jezeře Laka vyskytují např. sinice *Eucapsis alpina*, *Aphanocapsa hyalina*, různé druhy obrněnek a zlativek. V porostech rašeliníků jsou hojné krásivky, sinice *Cyanothece aeruginosa* či *Hapalosiphon fontinalis*.

Stejný autor se ve své studii z roku 2006 zabývá podrobně novou řasou, *Coelastrum pascheri* sp. n., nalezenou v Šumavských jezerech (LUKAVSKÝ, 2006). Konkrétně byla tato zelená řasa objevena v litorálu Černého jezera, jezer Grosser Arbersee a Kleiner Arbersee, a také v malé tůni na Upolínové louce ve Slavkovském lese, kde byla obklopena *Sphagnum*. Tento nový druh se svou morfologií nejvíce podobá druhu *Coelastrum morum* W. & G. S. West sensu Skuja (1930), *Coelastrum pascheri* sp. n. je však výrazně menších rozměrů.

Cyklus fosforu a jeho dostupnost v závislosti na obsahu hliníku ve třech Šumavských jezerech (Čertově, Prášílské a Plešném) analyzuje skupina autorů (VRBA et al., 2006). Všechna tři jezera mají nízké pH (průměrně 4,51 – 5,11), v některých dalších parametrech, jako např. celkovém obsahu P a Al, rozsah extracelulární kyselý fosfatázové aktivity (AcPA), planktonní biomasy a kompozice, se však liší. Tyto rozdíly mezi jednotlivými jezery jsou způsobené především odlišnou chemickou povahou jejich přítoků. Koncentrace rozpuštěného P je nejnižší v Čertově, o něco málo vyšší v Prášílském a až pětikrát vyšší v Plešném jezeře (celkový obsah biomasy planktonních mikroorganismů je tu však jen dvakrát vyšší než ve zbylých dvou). Další rozdíl je v koncentraci rozpuštěného Al v jednotlivých přítocích, která dosahuje nejnižších hodnot v Prášílském jezeře, kde má také, jako v jediné lokalitě, větší význam korýšovitý zooplankton. Jezera se významně liší v poměru partikulární a iontové formy Al, s nejvyšším podílem iontového Al v nejvíce acidifikovaném Čertově jezeře. V porovnání s roky 1998 a 2003 byly pozorovány změny (pH a poměry jednotlivých forem Al), které vedly k výraznému nárůstu fytoplanktonní biomasy ve všech jezerech. Stejně tak ovšem došlo k zvýšení poměru sestonných C: P, což spolu s enormní AcPA značí dále trvající nedostatek P v jezerech. Předpokládá se tedy, že Al (partikulární i iontová forma) spolu s procesy uvnitř jezera, kontrolujícími formování partikulárního Al, mají klíčovou úlohu v dostupnosti P pro planktonní mikroorganismy, navíc tím formují složení planktonu a mají vliv i na regeneraci planktonu z kyselého stresu.

Obsah chlorofylu na úrovni fytoplanktonních buněk v Plešném jezeře, studovaný novou metodou obrazové analýzy, ve své práci podrobně popisuje Nedoma a Nedbalová (NEDOMA & NEDBALOVÁ, 2006). Metoda obrazové analýzy zahrnuje vztažení autofluorescence chlorofylu na buněčné úrovni na obsah chlorofylu v jednotlivých buňkách, a to pomocí takzvaného převodního faktoru, určeného jako porovnání celkové autofluorescence fytoplanktonu v mikroskopovém poli se spektrofotometricky determinovanou celkovou koncentrací chlorofylu. V Plešném jezeře tvořily více než 95% biomasy fytoplanktonu tři dominantní druhy: zelená řasa *Monoraphidium dybowskii* a dvě vláknité sinice *Pseudanabaena* sp. či *Limnothrix* sp. Jak bylo zjištěno, vertikální profily koncentrace chlorofylu a obsahu buněčného chlorofylu závisí na úrovni stratifikace vodního sloupce. Během období stabilního teplotního rozvrstvení byl přítomen metalimnetický pík celkového obsahu chlorofylu a obsah buněčného chlorofylu byl zřetelně vyšší v metalimniu a hypolimniu ve srovnání s jeho obsahem na povrchu, přičemž buněčný obsah chlorofylu *Monoraphidium* byl v hypolimniu přibližně dvojnásobně vyšší než při povrchu, zatímco u vláknitých sinic byl tento rozdíl o poznání výraznější; v průměru dosahoval šestnásobných hodnot v hypolimniu oproti povrchu (maximální hodnoty tohoto rozdílu byly však až

11,6násobné). Podobné rozdíly mezi sinicemi a eukaryotickými řasami byly nedávno zaznamenány také u fytoplanktonu subtropického Atlantického Oceánu.

V roce 2003 proběhl limnologický průzkum osmi jezer v šumavské oblasti, který přinesl nové informace o průběhu biologické obnovy těchto jezer po předchozím okyselení (NEDBALOVÁ et al., 2006). Na základě chemie přítoků byla jezera rozdělena do dvou následujících skupin: 1. Stále chronicky acidifikovaná jezera (Plešné, Černé, Čertovo, Rachelsee) a 2. Jezera s již obnovenou kyseliny neutralizující kapacitou (Kleiner Arbersee, Prášílské jezero, Grosser Arbersee a Laka). Byla stanovena chemie přítoků i povrchových vrstev samotných jezer, druhová kompozice i biomasa planktonu, a nově bylo také provedeno porovnání litorálního makrozoobentosu všech jezer. Hlavním účelem této studie pak bylo porovnání nově získaných výsledků s daty z roku 1999 a staršími, za účelem vyhodnocení vývoje v biologické obnově jezer z kyselého stresu. Obecně byla ve skupině více acidifikovaných jezer nižší celková planktonní biomasa s velkým podílem vláknitých a jednobuněčných bakterií (> 50%), přičemž ve druhé skupině byly hodnoty celkové planktonní biomasy vyšší a fytoplankton se zooplanktonem tvořily většinu biomasy. Výjimku z první skupiny tvořilo jediné mezotrofní jezero, Plešné jezero. Byla zde o poznání vyšší planktonní biomasa než v ostatních stanovištích stejné kategorie, s převahou fytoplanktonu (70% biomasy), zřejmě díky vyššímu přítokovému zdroji P. Tento nejnovější průzkum nezaznamenal žádné změny fytoplanktonního druhového složení oproti minulosti, ve všech jezerech, kromě Plešného, převládali bičíkovci z tříd Dinophyceae (*Peridinium umbonatum* a *Gymnodinium uberrimum*) a Chrysophyceae (*Dinobryon* spp.). V Plešném jezeře dominovala kokální zelená řasa *Monoraphidium dybowskii*. Z hlediska zooplanktonu došlo v některých jezerech k jistým změnám, v Černém jezeře se znovu objevila *Ceriodaphnia quadrangula* a v Plešném jezeře se zvýšila hojnost vířníků (tři zástupci rodu *Keratella*). Také makrozoobentos zaznamenal návrat některých zástupců, např. rodu Ephemeroptera a Plecoptera. Závěrem studie je zjištění, že proces biologické obnovy zaostává téměř o dvě desetiletí za změnou chemie vody.

Fytoplankton Černého a Čertova jezera v letech 1992-1994 zkoumala diplomová práce (AMBROŽOVÁ, 1995). Dohromady bylo identifikováno 21 druhů řas a sinic, přičemž většinu biomasy tvořily bičíkaté formy z tříd Chrysophyceae (*Dinobryon pediforme*, *Ochromonas* sp., *Chromulina* sp. a *Bitrichia ollula*), Dinophyceae (*Gymnodinium uberrimum*, *Peridinium umbonatum*) a Cryptophyceae (*Cryptomonas gracilis*, *Cryptomonas ovata*). Dále byli nalezeni zástupci tříd Cyanophyceae (*Pseudanabaena* sp., *Synechococcus elegans*), Chlorophyceae (*Carteria multifilis*, *Chlamydomonas bourrellyi*, *Chloromonas acidophila*, *Chlorogonium fusiforme*, *Scenedesmus* sp., *Tetraedron* sp. a *Raphidonema nivale*) a Bacillariophyceae (*Achnanthes* sp., *Fragilaria* sp., *Melosira* sp. a *Tabellaria* sp.).

Studie (FOTT et al., 1993) se zabývá acidifikací šumavských a tatranských jezer, konkrétně jezer Černého, Čertova a Prášílského na Šumavě a více než 40 jezer ve Vysokých Tatrách. Pozornost byla soustředěna na fytoplankton a zooplankton. Obecně byl fytoplankton zkoumaných šumavských jezer chudý v počtu nalezených druhů a dominovali zde především bičíkovci. K nejvýznamnějším druhům patřili: *Dinobryon pediforme*, *Chromulina* sp., *Bitrichia ollula*, *Gymnodinium uberrimum*, *Peridinium umbonatum* a *Carteria* sp. Tato druhová kompozice sestávající hlavně ze zástupců schopných přežít v takto acidifikovaných vodách dobře odpovídá druhové skladbě jiných kyselých jezer. Všechna tři šumavská jezera jsou v současnosti bez jakékoli rybí populace. Koryšovitý zooplankton naprosto chybí v Černém i Čertově jezeře, Prášílské jezero obsahuje druhy *Daphnia longispina* a *Cyclops abyssorum*. Tento stav šumavských jezer, co se týče zastoupení zooplanktonu a ryb, je zřejmě způsoben vysokým obsahem toxického hliníku. Tatranská jezera jsou také bez ryb. Podle změn v obsahu zooplanktonu je lze rozdělit do tří skupin: 1. bikarbonátní, 2. přechodné a 3.

kyselý. Tyto tři skupiny se liší kromě skladby zooplanktonu také gradientem kalcia, pH a kyseliny neutralizující kapacitou.

### 1.3.3.2 Tatranská jezera

Také na Slovensku je pouze jedna oblast kde se vyskytují původní jezera, a tou jsou Tatry (FOTT et al., 1993).

Tatranská jezera jsou situována v západní (Západní Tatry) a centrální (Vysoké Tatry) části pohoří Tatry, které se rozkládá podél slovensko-polské hranice. Všechna jezera (celkem 261 permanentních či sezónních) se nachází v rozmezí nadmořských výšek 1089-2189 m.n.m., přičemž asi 70% z nich je v alpské zóně nad 1800 m.n.m. Rozloha jezer se pohybuje mezi 0,01-34,5 ha a jejich maximální hloubka v rozmezí 0,5-79,3 m. Vegetace obklopující jednotlivá jezera se liší v závislosti na jejich nadmořské výšce. Nachází se tu jehličnaté lesy s občasné se vyskytujícími opadavými stromy pod 1550 m.n.m., v rozmezí 1550-1800 m.n.m. borovice kleč a v takzvané alpské zóně nad 1800 m.n.m. jsou to alpské louky a skály. Jezera jsou z většiny bez ryb, kromě některých v Západních Tatrách, která jsou osídlena vrankou alpskou a dále několika jezer ve Vysokých Tatrách, kde byl uměle vysazen siven americký či pstruh obecný (STUHLÍK et al., 2006).

Z hlediska sezónního vývoje a prvních reakcí na pokles kyselý deprese, zkoumá trojice autorů (NEDBALOVÁ et al., 2006) fytoplankton horského jezera, L'adového plesa. Fytoplankton jezera dominoval jednobuněčnými bičíkovci z tříd Cryptophyceae a Chrysophyceae, přičemž nejčastějšími zástupci z hlediska biomasy byli *Plagioselmis lacustris* (dříve *Rhodomonas*), *Cryptomonas cf. erosa* a *Ochromonas spp.* Významný byl také výskyt zelené kokální řasy *Koliella longiseta*. Celkem bylo identifikováno 16 planktonních druhů řas a sinic, příležitostně se ve vzorcích objevilo také několik druhů litorálních a bentických (hlavně mezi rozsivkami). Jak fytoplanktonní abundance, tak množství živé hmoty, vykazovalo výrazný sezónní vývoj s dvěma píky. Prvním na podzim nebo v časně zimním období a druhým po roztátí ledové pokrývky. Obecně zůstávala fytoplanktonní biomasa velmi nízká po většinu ledem pokryté periody, nejnižších hodnot bylo dosaženo v květnu. Ve většině testovacích období byla patrná vertikální distribuce, a to jak z hlediska druhového složení, tak z hlediska celkového množství biomasy. Množství chlorofylu-*a* na jednotku objemu velmi kolísalo, nejvyšších hodnot bylo dosaženo ve vzorcích z období s částečnou či kompletní ledovou pokrývkou. Data získaná tímto průzkumem (2000-2001) byla porovnána s daty pocházejícími z předešlé studie (1990-1991). Z hlediska dlouhodobého trendu pH a kyseliny neutralizující kapacity došlo ke zřetelnému zvýšení obou hodnot, jako odpověď jezerní chemie na pokles kyselý deprese. Byl pozorován jistý posun v druhovém složení, a také důležitý nárůst celkové abundance fytoplanktonu.

Rozbor druhové kompozice epilithických rozsivek za účelem klasifikovat vybraná jezera právě podle jejich druhového složení a relativní četnosti rozsivek, přináší Štefková (STEFKOVÁ, 2006). Bylo vybráno 34 vysokohorských jezer ve slovenské části Tater, situovaných v různých nadmořských výškách (1549-2145 m.n.m.). Dohromady bylo nalezeno 127 druhů rozsivek, patřících do 26 rodů. Na základě analýzy hierarchického seskupování byl vytvořen dendrogram k rozdělení jezer do homogenních skupin podle rozdílů v druhovém složení a relativní abundanci epilithických rozsivek. Byly rozlišeny dvě základní skupiny, které téměř odpovídaly chemickému statutu jezer. První skupina zahrnuje čtyři silně acidifikovaná jezera (pH 4,9-5,3), ve kterých bylo dohromady identifikováno pouze 30 druhů rozsivek, a devět jezer ohrožených okyselením (pH 5,8-6,6) s 87 druhy. V této skupině dominovali acidofilní zástupci, jako například *Achnanthes helvetica*, *A. marginulata*, *Aulacoseira distans*, *Tabellaria flocculosa* a *Eunotia spp.* Druhou skupinu tvoří devatenáct

neacidifikovaných jezer (pH vyšší než 6,6), ve kterých převládaly neutrální a alkalifilní druhy, jako *Achnanthes minutissima*, *Cymbella minuta*, *Denticula tenuis* a *Navicula gallica* var. *perpusilla*. Obecně byla druhá skupina diverzifikovanější, bylo zde celkem determinováno 105 druhů rozsivek.

Chemickou charakteristiku Tatranských jezer v odpovědi na acidifikaci rozebírá další studie (STUHLÍK et al., 2006). Byla použita jak data z roku 1984, zaměřená na 53 jezer ve slovenských Vysokých Tatrách, tak data z průzkumu provedeného v roce 1993-1994, zahrnující 92 jezer v Západních, a také v polské části Vysokých Tater. Cílem bylo odhalit hlavní faktory, které způsobují prostorovou odlišnost ve složení živin a iontů. Takovými faktory byly vyhodnoceny především skladba podloží a význam okolní vegetace a půdy. Jezera nacházející se v Západních Tatrách, jejichž podloží obsahuje částechy metamorfovaných hornin, jako rula či slída, měla vyšší alkalitu i celkový obsah základních kationů, než jezera ve Vysokých Tatrách, jejichž podloží je výhradně žulové. Celkový obsah P, organického C i N, chlorofylu-*a* i celková primární produkce byly vyšší v lesních, níže položených jezerech a postupně klesaly se snižující se vegetací a půdním pokryvem. Opačný trend byl pozorován pro koncentraci  $\text{NO}_3^-$ , která byla nejvyšší ve vysoko položených skalistých jezerech. Půda a vegetace tudíž hrají významnou úlohu v utváření trofického statutu jezer. Konduktivita se pohybovala v rozmezí 1,1-4,7 mS/m, průměrná hodnota pH dosahovala 5,3 a 23% ze všech pozorovaných jezer mělo vyčerpaný uhličitánový vyrovnávací systém.

Další, a prozatím nejnovější chemické rozborů Tatranských jezer pocházejí z roku 2004 (KOPÁČEK et al., 2006). Tyto výsledky byly porovnány s daty z let 1984 a 1993-1994 za účelem zjistit, jak pokročila obnova jezerních ekosystémů z okyselování, které vrcholilo právě v době průzkumu z roku 1984 a dále začalo být po roce 1989 systematicky redukováno. Koncentrace  $\text{SO}_4$  a  $\text{NO}_3$  v jezerních vodách poklesly od roku 1984 v obou případech průměrně o 50%, a to v závislosti na konkrétním prostředí, koncentrace  $\text{SO}_4$  klesala nejrychleji v lesních jezerech, a naopak  $\text{NO}_3$  v jezerech obklopených skálami. Koncentrace základních kationů i kyseliny neutralizující kapacita (ANC) se také významně snížily, především mezi lety 1994-2004, a to hlavně ve vyšších kamenitých polohách. Největšího poklesu v koncentraci  $\text{H}^+$  a Al bylo dosaženo v nejkyselějších stanovištích. Pro celkový obsah P, celkový organický N a rozpuštěný organický C v letech 1994-2004 nebyly zaznamenány významné změny, jen u lesních jezer byl patrný určitý nárůst hodnot.

Průzkum letního řasového planktonu a nárostů z 87 z celkem 120 jezer ve slovenské části Vysokých Tater provedl Lukavský (LUKAVSKÝ, 1993). Práce, která přináší výsledky tohoto průzkumu, probíhajícího od roku 1982, se zabývá především zajímavými, ojedinělými či nově na Slovensku nalezenými druhy řas, a to například: *Binuclearia tectorum*, *Botryococcus pila*, *Chroococcus quaternarius*, *Chroococcus subnudus*, *Clastidium setigerum*, *Coelastrum printzii*, *Coenocystis quadriguloides*, *Colacium calvum*, *Oocystis naegelii*, *Pseudokephyrion tatricum* atd. Druhovú diverzitu vykazovala snižování se zvyšující se nadmořskou výškou a snižujícím se pH. Byla zjištěna také závislost alkality na nadmořské výšce, zatímco závislost pH na nadmořské výšce byla zanedbatelná.

Fytoplankton je předmětem také další studie (FOTT et al., 1999). Tentokrát především se záměrem charakterizovat rozdíly v druhovém složení a biomase s hloubkou, časem a acidifikační úrovní jezer. Pro tento účel byla vybrána tři žulová tatranská jezera, Starolesnianske Pleso jako zástupce kyselých vod (pH= 4,6-5,3), Długi Staw jako jezero přechodné kyselosti (pH= 5,6) a Nižné Terianske Pleso jako bikarbonátní typ (pH= 6,5). Jezera se však lišila také svou velikostí, hloubkou a obsaženým množstvím živin (P). Nejvyšší množství biomasy bylo nalezeno v jezeře Starolesnianske Pleso, které je ze všech tří zkoumaných lokalit nejmenší, má nejnižší maximální hloubku, nejvyšší obsah P a patří k nejkyseljším vysokohorským jezerům v Tatrách. Naopak nejmenší množství biomasy

obsahovalo polské jezero Dlugi Staw, středně velké i hluboké jezero s velmi nízkým obsahem P. Nižné Terianske Pleso bylo ze tří vybraných stanovišť největší a nejhlubší, obsah biomasy a celkové množství P dosahovalo standardních hodnot alpínského jezera. Druhy nejvíce přispívající biomase fytoplanktonu byly z většiny bičíkovci, konkrétně v Nižném Terianskem Plese hlavně zástupci zlativek a dinoflagelátů; největší procento biomasy tvořily druhy: *Woloszynskia* sp., *Gymnodinium uberrimum*, *Cryptomonas* sp., *Rhodomonas* sp. a *Chromulina* sp. Ve Starolesnianskem Plese byli nejvýznamnější zelení flageláti a dinoflageláti, nejčastějšími druhy byly: *Chlamydomonas* sp., *Peridinium inconspicuum*, *Koliella longiseta*, *Woloszynskia ordinata*, *Gymnodinium* sp., *Katodium* sp. a *Ochromonas crenata*. Nakonec v jezeře Dlugi Staw dominovaly druhy: *Woloszynskia* sp., *Rhodomonas* sp., *Chromulina* sp., a také nepohyblivé druhy- *Oocystis* sp., *Cyclotella* sp. a *Chroococcus* sp. Podle ustanovených limitů, týkajících se trofického statutu můžeme označit Nižné Terianske Pleso za oligotrofní, Starolesnianske Pleso za mezotrofní a Dlugi Staw za ultraoligotrofní jezero.



## 2. Metodika

### 2.1 Metodika odběru

V dubnu, červenci a září 2007 jsem provedla odběry vzorků v šesti zatopených lomech na Skutečsku (obr.1). Odběry fytoplanktonu jsem prováděla pomocí planktonní sítě s oky o velikosti 10  $\mu\text{m}$ . Vzorky byly na místě fixovány formaldehydem na výslednou koncentraci 1,5% a uchovány v chladničce v plastových zkumavkách o objemu 50 ml. Nárostové řasy a sinice byly získávány oškrábáním ze submerzních substrátů– z kamenů a větví, pomocí kapesního nože a taktéž uskladněny v chladničce v 50-ti ml lahvičkách a fixovány formaldehydem. Kromě odběrů biologického materiálu jsem ve všech lomech po všechny tři období sledovala také fyzikálně-chemické parametry – pH, teplotu a vodivost vody pomocí kapesního multimetru Hanna. Měřila jsem také průhlednost vody pomocí tzv. Secchiho desky. Na každé lokalitě byly rovněž odebírány vzorky 50 ml vody pro následné analýzy obsahů nejdůležitějších živin (dusičnany, amoniakální dusík, fosforečnanový fosfor), tyto vzorky byly po odebrání zamrazeny.

### 2.2 Zpracování vzorků

#### 2.2.1 Mikroskopické pozorování

Vzorky byly vyhodnocovány optickou mikroskopií za použití mikroskopu Olympus BX51, fotodokumentace byla provedena kamerou Olympus DP71. Současně jsem provedla determinaci jednotlivých druhů pomocí následující literatury: GEITLER 1932, HINDÁK 2001, KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1999; 2005, KOMÁREK & FOTT 1983, KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986; 1988; 1991, LENZENWEGER 1999; 2003, SLÁDEČEK & SLÁDEČKOVÁ 1996, WOŁOWSKI & HINDÁK 2005. Zaznamenávala jsem také relativní četnosti jednotlivých nalezených druhů podle tabulky (HINDÁK et al., 1978):

Tabulka 1: Relativní četnosti druhů

	Status	Relativní abundance
+	druh ojediněle zastoupený	< 0,1%
1	druh velmi zřídka	0,1-1%
2	druh zřídka	1-5%
3	druh dost hojný	5-20%
4	druh hojný	20-50%
5	druh velmi hojný	50-90%
6	Druh masově zastoupený	90-100%

V každém vzorku jsem také určila relativní obsah zooplanktonu, a to podle škály:

- 1 – bez nebo jen malé množství zooplanktonu
- 2 – přiměřené množství zooplanktonu
- 3 – velké množství zooplanktonu

## 2.2.2 Chemické analýzy

V každém vzorku byly zjišťovány koncentrace nejdůležitějších živin: fosforečnanových, dusičnanových a amonných iontů. Všechna měření byla prováděna na přístroji FIA (FIAstar 5012 analyzátor, 5042 detektor, 5027 autosampler, výrobce: Foss Tecator, Švédsko), který funguje na principu spektrofotometrického měření.

Jarní vzorky nemohly být vyhodnoceny z důvodu špatného označení jednotlivých odběrových lahvíček, kdy došlo ke smazání označujících symbolů.

## 2.3 Popis lokalit

Lomy vybrané k algologickým rozborům pro tuto práci se všechny nacházejí v okrajové oblasti Českomoravské vysočiny, v okolí města Skuteč, které je známé svou lomařskou tradicí a kvalitní tmavomodrou skutečskou žulou. Konkrétně byly vybrány tři zatopené lomy v okolí obce Leštinka (Leštinka, Zvěřinov, Andrusivův lom) a tři lomy v okolí obce Prosetín (Družstevní, Kremina, Obec). Rozloha, hloubka, stáří a zeměpisné souřadnice jednotlivých lokalit jsou zaznamenány v tabulce 1.

### 2.3.1 Historie kamenoprůmyslu v okolí města Skuteč

Lámání žuly na Skutečsku má více než stoletou tradici, jeho historie sahá až do roku 1870, kdy byl otevřen první lom, lom Horákův (dnes lom Silika) (ŠILHÁNKOVÁ, 1983). Za hlavní rozvoj lámání žuly v okolí města Skuteč se však považuje období až od roku 1893, kdy začala Vídeň odebírat intenzivněji známou Vídeňskou dlažbu. Svého času zastával žulový průmysl v této oblasti díky své rozloze a pracovní kapacitě druhé místo v československém žulovém průmyslu, a to hned za mohutnou slezskou žulovou oblastí (HÁJEK, 1931). K jeho rozvoji přispělo mimo jiné vznikání silnic a velká spotřeba dlažebních kostek na jejich výstavbu, jež byly lomy na Skutečsku ve 30. letech s to dodat ročně 600 000m<sup>2</sup>, čili na 100km silnic o vozovce široké 6m (HÁJEK, 1931). Dlažbou z prosetínských lomů byly dlážděny komunikace většiny našich měst a obcí, ulice Vídně a Bělehradu i německých a polských měst (ŠILHÁNKOVÁ, 1983).

#### 2.3.1.1 Historie jednotlivých zatopených lomů

Většina lomů nacházejících se v oblasti města Skuteč několikrát změnila svoje jméno, jejich původní jména většinou prozrazují zároveň jméno jejich majitele či zakladatele a mění se tak často, jak se mění jejich vlastníci. Dnes má většina z nich své místní pojmenování, které více či méně odráží jejich historii. Všechny lomy na skutečsku jsou opuštěné, až na lom Zachův, kde se stále aktivně těží.

##### 2.3.1.1.1 Lom Leštinka

Stěnový lom Leštinka (obr. 15) byl pojmenován podle obce, u které se nachází a jeho jméno mu zůstalo dodnes. Kámen, zde těžený, byl využíván pro výrobu dlažebních kostek, obrubníků, stavebního a regulačního kamene. Byl to kámen vynikající kvality, vhodný i pro náročné kamenické a dekorační práce. Dodávky rozličně upraveného kamene odsud putovali po celém území Čech a Moravy, z části i do zahraničí. Tento lom byl z části zahloubený a ze

zatopených partií bylo nutné vodu odčerpávat. Lom Leštinka byl opuštěn během druhé světové války (VODIČKA, 1970).

#### **2.3.1.1.2 Lom Zvěřinov**

V tomto původně stěnovém, později převážně jámovém lomu, se kámen lámal již od počátku 20. století a byl využíván podobně jako u lomu Leštinka převážně pro výrobu dlažebních kostek, dále jako obkladový či tesaný kámen. Ze zahloubených partií bylo nutno vodu pravidelně odčerpávat. Materiál z lomu Zvěřinov (obr. 16) se dodával do celého území Čech a Moravy (VODIČKA, 1970).

#### **2.3.1.1.3 Lom Andrusivův**

Tento jámový lom byl založen na počátku 20. století. Jeho přítoky nebyly příliš dobře zvládnutelné, a proto byla v roce 1942 těžba zastavena a lom byl opuštěn. Do celého území Čech se odtud dovážely převážně dlažební kostky a kámen k regulaci řek (VODIČKA, 1970). Mezi místními obyvateli se traduje, že po odklizení techniky z Andrusivova lomu (obr. 17), byl zatopen takřka během několika hodin.

#### **2.3.1.1.4 Prosetínské lomy**

V okolí obce Prosetín se těžila žula v celkem sedmi jámových lomech se stejným majitelem, a to ČMPK Hradec Králové. Pro svoje účely jsem vybrala tři zatopené lomy: Družstevní lom (obr. 18), lom Kremina (obr. 19) a lom Obec (20). Vytěžený kámen ze všech Prosetínských lomů byl používán pro výrobu dlažby, lomového a stavebního kamene a kamene drceného. Veškerý materiál byl následně použit ve Vídni, Praze, Bělehradě, v různých městech severovýchodních Čech, k regulaci Labe a stavbě státních silnic.

Družstevní lom, dříve lom Benešův, byl založen v roce 1918 a opuštěn roku 1942.

Lom Kremina byl založen v roce 1904 a opuštěn byl taktéž v roce 1942. Dlažbou z tohoto lomu byla mimo jiné vydlážděna horní část Václavského náměstí v Praze (HÁJEK, 1931).

Lom Obec, jak je nyní pomístně pojmenován, často měnil své majitele. Dříve se lom, který patřil družstvu Žula, nazýval Obecní. Později byl přejmenován na lom Triga, a to poté, co přešel do vlastnictví stejnojmenné společnosti. Opuštěn byl v roce 1933 (SOLDÁN, 1970).

### **2.3.2 Geologie**

Východočeská žulová oblast se rozprostírá od Skutče přes Nasavrky a Trhovou Kamenici až po Seč a lze ji rozdělit do čtyř velkých skupin: Skutečsko, Prosetínsko, Nasavrcko a Hlinecko. Patří sem však ještě dvě menší oblasti, a to Prosečsko a Trhová Kamenice (HÁJEK, 1931). Všechny tyto oblasti tvoří souhrnně jeden mohutný nasavrcký masiv (VEPŘEK, 1906).

Obecně můžeme rozdělit horniny do třech kategorií: 1. horniny vyvěřelé neboli magmatické, 2. horniny usazené a 3. horniny přeměněné neboli metamorfované. Tyto druhy hornin se navzájem liší svým původem, svým složením a způsobem výskytu a všechny souhrnně budují zemskou kůru. Do hloubky kolem 5 km převládají usazené horniny povahy kyselejší, po nich ruly a lehčí, světlé vyvěřeliny, hlavně žuly. Níže se zvyšuje procento hornin přeměněných a současně i magmatických. V nejhlubších částech zemské kůry jsou magmatické horniny jedinou složkou. Žula patří spolu s např. čedičem či znělcem mezi první zmiňované, horniny magmatické, tedy mezi horniny, které vznikly utužením magmatu, žhavotekuté taveniny, která má svůj původ v hlubších částech zemské kůry (BOUČEK & KODYM, 1954).

Žula je hrubozrnná až jemnozrnná krystalická směs (VEPŘEK, 1906). Obecně za žuly považujeme všechny hlubinné horniny, které obsahují podstatné množství draselných živců, kyselých plagioklasů a křemene. Mineralogickými složkami žuly jsou především živce (ortoklas a plagioklas), křemen, slídy (muskovit a biotit) a amfibolit. Žula obsahuje také malé příměsí magnetitu, granátu, zirkonu a apatitu. Vzácně může být přítomen i pyroxen a velmi vzácně železem bohatý olivín a fatalit.

Zdejší šedomodrá žula, která by se podle svých příměsí měla správně nazývat amfiboliticko-biotitický granodiorit, je prvohorní, přesněji devonskou, vyvřelinou.

### 2.3.3 Charakteristiky jednotlivých lokalit

Tabulka 2: Odhad rozlohy i hodnoty zeměpisných souřadnic jednotlivých lokalit jsou zpracovány pomocí: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz); odhad hloubky a stáří podle: Soldán (1970) a Vodička (1970). Stáří jednotlivých lomů udává rok, kdy se na příslušné lokalitě přestalo těžit.

Jednotlivé lokality	Rozloha (m <sup>2</sup> )	Hloubka (m)	Stáří	Zeměpisné souřadnice	
				Východní délky	Severní šířky
<b>Leštinka</b>	6500	26	2.sv.válka	15°58'24.416"E	49°50'26.206"N
<b>Zvěřinov</b>	15000	40	1970	15°56'47.838"E	49°50'36.349"N
<b>Andrusivův</b>	700	26	1942	15°58'23.974"E	49°50'37.98"N
<b>Družstevní</b>	3000	35-40	1942	15°56'52.212"E	49°49'46.43"N
<b>Kremina</b>	17000	35-40	1942	15°56'59.649"E	49°49'42.808"N
<b>Obec</b>	550	20	1933	15°56'47.838"E	49°49'42.904"N

Tabulka 3: Odhad zastínění jednotlivých lokalit (v rozmezí 1-5; 1→ žádné zastínění např. obklopení polem či loukami, 2→ na břehu je pár stromů, které jen minimálně zastiňují vodní hladinu, 3→ lom obklopují stromy, ne však víc než z poloviny, 4→ břeh je obrostlý stromy více než z poloviny, 5→ maximální možné zastínění, např. uprostřed lesa).

Jednotlivé lokality	Hodnota zastínění
<b>Leštinka</b>	2
<b>Zvěřinov</b>	1
<b>Andrusivův</b>	5
<b>Družstevní</b>	3
<b>Kremina</b>	2
<b>Obec</b>	4

Mapa lokalit viz přílohy, obr. 21, fotografie jednotlivých zatopených lomů viz přílohy, obr. 16-20.

## 3. Výsledky

### 3.1 Nalezené taxony

V šesti vybraných zatopených lomech na Skutečsku bylo dohromady identifikováno 149 druhů řas a sinic, přičemž nejbohatšími třídami z hlediska druhové diverzity byly Bacillariophyceae s 31 determinovanými druhy a Chlorophyceae se stejným počtem zástupců, poté Cyanophyceae s 29, Zygnemophyceae s 21, Euglenophyceae se 14, Trebouxiophyceae s 8, Dinophyceae a Chlamydomonadales po 4 druzích, Ulvophyceae se 3, Chrysophyceae s 2 a Rhodophyceae i Xanthophyceae s jedním zástupcem.

#### 3.1.1 Vývoj jednotlivých tříd napříč obdobími

##### 3.1.1.1 Cyanophyceae

Na jaře se sinice vyskytovaly málo, ve dvou lokalitách (Leštinka a Obec) dokonce nebyl zaznamenán žádný výskyt. Hojněji byla zastoupena jen vláknitá sinice *Phormidium* sp. (obr. 5). V létě už se Cyanophyceae objevily ve všech zatopených lomech o poznání ve větší míře, a to jak z hlediska počtu druhů, tak z hlediska množství biomasy. Významně vzrostl výskyt kokálních forem (*Aphanothece* sp., *Aphanocapsa* sp. a *Snowella litoralis*), z vláknitých byla nově ve velkém počtu nacházena *Anabaena* sp. Maximum výskytu sinic nastalo však až na podzim, kdy byly nejběžněji nacházeny druhy *Woronichinia naegeliana* (obr. 10), *Chroococcus limneticus* či *Pseudanabaena* sp. Nejzajímavější byl však nález *Tolypothrix tenuis* (obr. 9), který jsem objevila hned ve třech lokalitách (Leštinka, Andrusivův a Družstevní lom). V nárostech Družstevního lomu tvořila tato vláknitá sinice dokonce hlavní složku biomasy.

##### 3.1.1.2 Rhodophyceae

Ruduchy byly ve vzorcích fytoplanktonu zastoupeny pouze jedním druhem, a to *Hildenbrandia* sp. v podzimních odběrech z lomu Leštinka.

##### 3.1.1.3 Euglenophyceae

Také krásnoočka byla na jaře zaznamenána nejméně ze všech tří pozorovaných období, ve třech lomech (Leštinka, Kremina, Obec) nebyla nalezena vůbec. Výjimkou byl lom Andrusivův, kde *Trachelomonas* sp. (obr. 5) spolu s *Trachelomonas hispida* tvořila hlavní složku fytoplanktonu. V létě i na podzim byla četnost Euglenophyceae obecně větší než na jaře, i když v některých lokalitách chyběla i tak, v létě v lomu Kremina a Obec a na podzim v lomu Leštinka. Po všechna sledovaná období byly mezi krásnoočky nejhojněji zastoupenými druhy zástupci rodu *Trachelomonas*.

##### 3.1.1.4 Dinophyceae

Na jaře se Dinophyceae v prvních třech lokalitách (Leštinka, Zvěřínov, Andrusivův) nevyskytovaly vůbec, ve druhých třech stanovištích (Družstevní, Kremina, Obec) byly naopak nalezeny v hojné míře, v lomu Obec dokonce zástupci rodu *Peridinium* (obr. 1, 2) naprosto převládaly. V létě a na podzim byly obrněnky četné ve všech lomech.

### 3.1.1.5 Chrysophyceae

Stejně jako Dinophyceae se Chrysophyceae, konkrétně *Dinobryon divergens* (obr. 4, 5), na jaře vyskytovaly jen ve druhé skupině lomů, kde taktéž tvořily, hlavně v lomech Kremína a Obec, jednu z hlavních složek fytoplanktonu. V létě byl zaznamenán rapidní pokles biomasy Chrysophyceae, kromě lomu Kremína, kde byl *Dinobryon divergens* opět jednou z dominantních skupin. Na ostatních stanovištích nebyly však nalezeny vůbec. Na podzim tvořily zlativky své maximum výskytu, byly identifikovány ve všech šesti lokalitách hojně. V lomu Obec byl dokonce identifikován málo běžný *Dinobryon bavaricum* (obr. 14). Z hlediska množství biomasy byl *Dinobryon divergens* obecně jedním z nejčastěji nacházených druhů.

### 3.1.1.6 Bacillariophyceae

Rozsivky se vyskytovaly hojně ve všech lokalitách po všechna tři období. Maximum výskytu i druhové diverzity bylo zaznamenáno na jaře, v létě pak nastal znatelný úbytek Bacillariophyceae ve všech pozorovaných lomech a na podzim opět vzrůst četnosti rozsivek. Z hlediska množství biomasy byly rozsivky jednou z nejčastěji nacházených tříd, konkrétně byla nejvíce frekventovaným druhem *Asterionella formosa* (obr. 14), dále pak *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Cymbella* sp. a *Navicula radiosa*, která je poměrně citlivá na znečištění vody.

### 3.1.1.7 Xanthophyceae

Jediný zástupce třídy žlutozelených řas byl determinován na podzim, a to *Vaucheria* sp. v lomu Leštinka.

### 3.1.1.8 Chlamydomphyceae

Třída Chlamydomphyceae byla více zastoupena v létě a na podzim než na jaře. Nejvýraznějším letním druhem byl *Volvox aureus* (obr. 7), který jsem ve větší míře identifikovala v lomu Leštinka. Dalším hojně se vyskytujícím druhem byla *Pandorina morum* (obr. 8), která tvořila významnou složku letního i podzimního fytoplanktonu, a to hlavně Andrusivova lomu, kde byla po obě dvě sezóny dominantní.

### 3.1.1.9 Chlorophyceae

Zástupci zelených řas patřili k nejvýraznějším druhům ve všech obdobích, přičemž jejich výskyt od jara do podzimu stoupal. Na podzim tedy Chlorophyceae dosáhly maxima svého výskytu. Na jaře byly dominantnější snad jen *Oedogonium* sp. a druhy rodu *Pediastrum*, v létě se ve větší míře objevily *Coelastrum microporum* a *Ankyra ancora*, na podzim pak *Tetraedron minimum*, *Desmodesmus* sp. a opět všechny druhy rodu *Pediastrum*.

### 3.1.1.10 Trebouxiophyceae

Třída Trebouxiophyceae nedominovala ani v jednom z odběrových období. V létě a na podzim se vyskytovala hustěji než na jaře, kdy byly poměrně vzácné. Nejčastější byly zástupci rodů *Dictyosphaerium* a *Oocystis*.

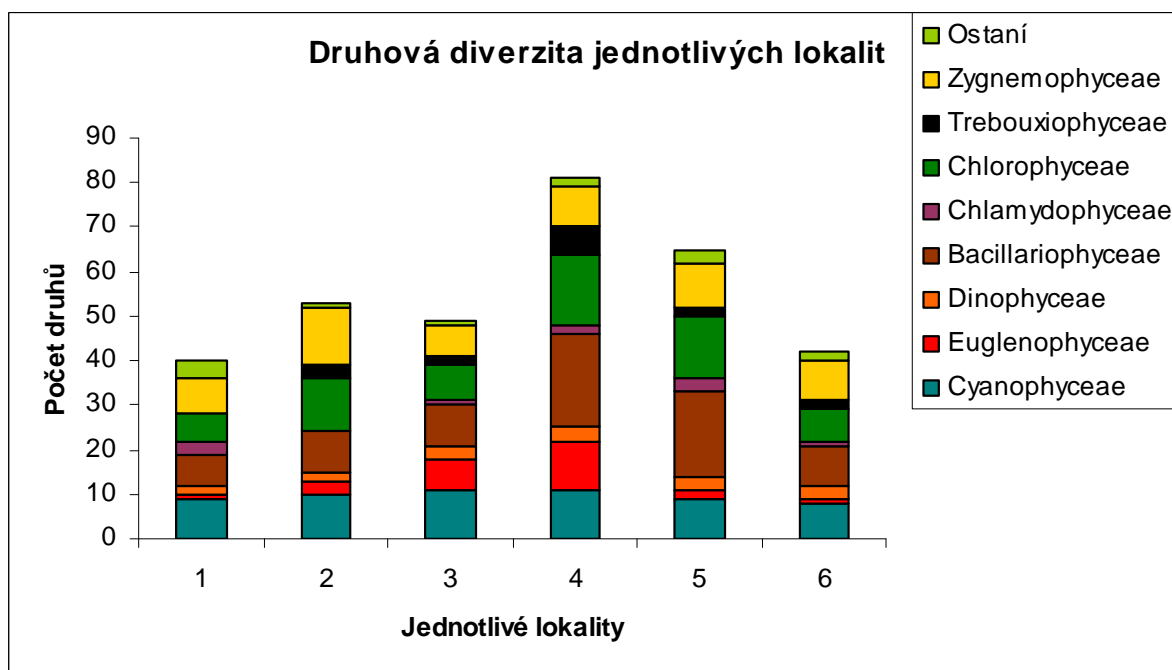
### 3.1.1.11 Ulvophyceae

Ulvophyceae byly mezi nejméně často nalézánými třídami. Jejich výskyt byl sporadický po všechna tři prozkoumávaná období.

### 3.1.1.12 Zygnemophyceae

Spájivky byly z hlediska hustoty jejich výskytu jednou z nejpočetněji zastoupených tříd, ve vzorcích nárůstů z některých lomů (Kremina, Obec) dokonce naprosto převládaly.

Zygnemophyceae byla zároveň jedinou třídou, u které nebyly zaznamenány žádné poklesy či nárůsty četnosti napříč jednotlivými obdobími, vyskytovaly se ve velkém množství ve všech lokalitách jarního, letního i podzimního fytoplanktonu a epifytu. Nejčastější byly druhy *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp., *Mougeotia* sp., různé druhy *Cosmarium* a *Staurastrum*.



Graf 1: Druhá diverzita jednotlivých lokalit souhrnně za všechna tři odběrová období, 1- lom Leštinka, 2- lom Zvěřinov, 3- Andrusivův lom, 4- Družstevní lom, 5- lom Kremina, 6- lom Obec.

## 3.1.2 Druhá charakteristika jednotlivých lokalit

### 3.1.2.1 Lom Leštinka

Na jaře byla jediným druhem vyskytujícím se v lomu Leštinka (obr. 15) *Fragilaria* sp. V létě už však byla druhová diverzita i hustota biomasy o poznání větší. Nejvíce druhů bylo nalezeno mezi Zygnemophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae a Chlorophyceae. Nejvýraznějšími letními druhy z hlediska množství biomasy byly *Cyanothece aeruginosa*, *Ceratium hirundinella*, *Asterionella formosa*, již zmiňovaný *Volvox aureus*, dále pak *Ankyra ancora*, *Mougeotia* sp. a druhy rodu *Spirogyra* a *Closterium*. Zajímavý byl nález vláknité

sinice *Oscillatoria* cf. *limosa* (obr. 6). Na podzim převládaly tytéž třídy jako v létě, s tím že největší procento biomasy tvořil druh *Asterionella formosa*, významněji byla zastoupena i *Navicula* sp. Nevšední podzimní nálezy byly stejně jako v létě mezi vláknitými sinicemi - *Komvophoron* sp. a *Tolypothrix tenuis*, ale také mezi zástupci tříd Rhodophyceae a Xanthophyceae, a to *Hildenbrandia* sp. a *Vaucheria* sp, které byly jediným nálezem z těchto tříd na mých lokalitách vůbec. Celkově za všechna tři období jsem v lomu Leštinka identifikovala nejnižší počet druhů, a to 40.

### 3.1.2.2 Lom Zvěřinov

V lomu Zvěřinov (obr. 16) jsem pozorovala oproti ostatním lokalitám absolutně nejnižší hustotu řasové a sinicové biomasy. V jarních odběrech z lomu Zvěřinov naprosto dominovaly Zygnemophyceae, další významnější složkou byly pak Bacillariophyceae. Nejvíce zastoupenými druhy byly konkrétně *Cymbella* sp., *Nitzschia* sp., *Zygnema* sp. a druhy rodu *Spirogyra*. V létě pak vzrostl výskyt Cyanophyceae a Chlorophyceae, které spolu se Zygnemophyceae také tvořily většinu biomasy. Výskyt jednotlivých druhů byl v letním období dost rovnoměrně rozložen, hlavně mezi zástupce těchto tří tříd, ale žádný z nich výrazněji nepřevládal. Na podzim opět vzrostl výskyt Bacillariophyceae, a ty také spolu s Zygnemophyceae a Chlorophyceae byly nejpočetněji zastoupenými třídami. Z druhů tvořily nejvíce biomasy *Dinobryon divergens* a *Asterionella formosa*.

### 3.1.2.3 Lom Andrusivův

V jarním fytoplanktonu Andrusivova lomu (obr. 17) byly nejbohatšími třídami z hlediska druhové diverzity Bacillariophyceae a Zygnemophyceae, na množství biomasy však naprosto převládaly druhy rodu *Trachelomonas*, přesněji *Trachelomonas* sp. (obr. 5) a *Trachelomonas hispida*. *Trachelomonas* zůstaly dominantní i v létě, tentokrát však v jiné druhové skladbě – *T. cervicula*, *T. volvocina* a *T. volvocinopsis*. Další významnou složkou byla *Pandorina morum* (obr. 8). Také třída Zygnemophyceae byla v letních odběrech početná. Na podzim byla v Andrusivově lomu zaznamenána největší druhová diverzita ze všech sledovaných období. Nejvíce zastoupeny byly stejně jako v létě třídy Euglenophyceae a Zygnemophyceae, k nim se přidaly Cyanophyceae a Chlorophyceae. Nejvýraznějšími druhy z pohledu biomasy byly opět druhy rodu *Trachelomonas* a *Pandorina morum*, nově pak *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa* a *Tetraedron minimum*.

### 3.1.2.4 Lom Družstevní

V Družstevním lomu (obr. 18) bylo nalezeno hned ve dvou odběrových obdobích nejvíce druhů, bylo zde také dosaženo absolutně největší druhové diverzity ze všech sledovaných lokalit souhrnně za všechna tři období, a to 81 druhů. Na jaře tu bylo identifikováno 28 druhů, v létě 44 a na podzim 42 druhů. Na jaře zde naprosto dominovala třída Bacillariophyceae, spolu s *Dinobryon divergens*. Zajímavý byl výskyt *Tolypothrix tenuis*, který byl významně zastoupen především v nárostech tohoto lomu. V létě byly rozsivky nahrazeny zelenými řasami, které byly nejvíce druhově diverzifikované, po nich pak Cyanophyceae a Euglenophyceae. Z druhů pak tvořily největší část biomasy *Trachelomonas* spp., *Ceratium hirundinella* a *Fragilaria crotonensis*. Na podzim nastal opět nárůst Bacillariophyceae, které na množství druhů také převládaly. Nejvýraznější druhy podzimní fytoplanktoní biomasy byly však *Chroococcus limneticus*, *Woronichinia naegeliana*, *Ceratium hirundinella*,



*Peridinium bipes*, *Dinobryon divergens* a *Asterionella formosa*. Ojedinělý byl nález *Chroococcus turgidus* (obr. 4).

### 3.1.2.5 Lom Kremina

Na jaře, stejně jako v lokalitách 2 a 3, největší druhovou diverzitu také v lomu Kremina (obr. 19) vykazovaly rozsivky a krásivky. *Peridinium bipes*, *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa* a druhy *Navicula* tvořily většinu biomasy. Objevil se tu také *Ulothrix* sp. (obr. 13), který jinak nebyl běžný. V létě byl v této lokalitě patrný celkový úbytek biomasy i diverzity. Lom Kremina byl také jedinou lokalitou, kde i v letním období zůstaly poměrně významnou složkou biomasy rozsivky, a to přestože oproti jaru byly také v úbytku. Nejvíce zastoupeným druhem byl však opět *Dinobryon divergens*. V letních vzorcích lomu Kremina byl také zaznamenán jediný výskyt *Calothrix* sp. (obr. 3). Na podzim se jako v jediném období v lomu Kremina výrazněji vyskytovaly sinice, hlavně rod *Pseudanabaena*, který tvořil největší část nárostové biomasy. Významně zastoupeny byly také *Trachelomonas volvocina*, *Dinobryon divergens* a *Asterionella formosa*. Nejvíce druhů bylo na podzim však identifikováno mezi Chlorophyceae, z nichž nejpočetnější byl *Scenedesmus* sp.

### 3.1.2.6 Lom Obec

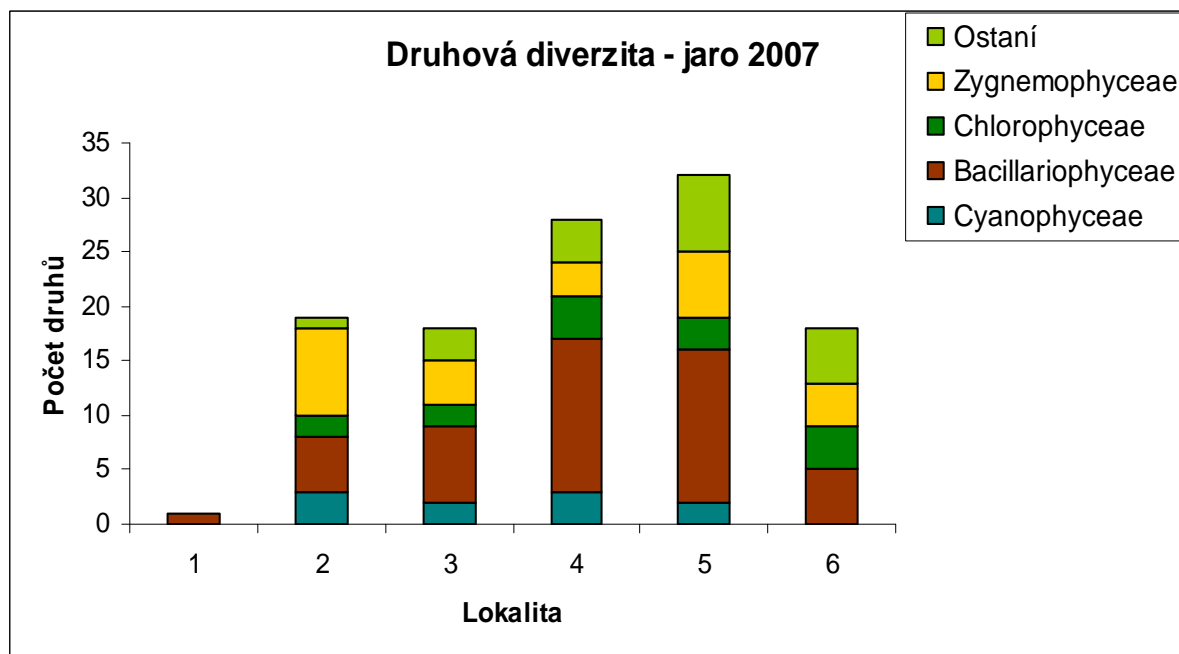
Jarní druhová diverzita lomu Obec (obr. 20) byla poměrně nízká, nebyl tu dokonce nalezen jediný zástupce Cyanophyceae, ani ostatní třídy však nebyly příliš početné. Naprostou většinu biomasy v jarních vzorcích tvořilo *Peridinium bipes*. V létě došlo ještě k dalšímu snížení hustoty biomasy a početnosti druhů, přičemž objevené druhy byly rozděleny jen mezi čtyři třídy – Cyanophyceae, Dinophyceae, Bacillariophyceae a Zygnemophyceae. Převládající složkou fytoplanktonu bylo tentokrát *Ceratium hirundinella*. Na podzim byla druhová kompozice lomu Obec nejrozmanitější. Významně vzrostl výskyt sinic, které také spolu se zelenými řasami měly nejvíce zástupců. Zvláštní byl nízký počet rozsivek. Nejčastěji nacházenými podzimními druhy byly *Chroococcus limneticus*, *Woronichinia naegeliana*, *Peridinium bipes*, *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa*, *Desmodesmus* sp. a druhy *Staurastrum*. Neobvyklý byl nález vláknité sinice *Arthrospira* sp. a v takto čistých vodách také kokální sinice *Microcystis flos-aquae* (obr. 12).

## 3.1.3 Druhová charakteristika jednotlivých období

### 3.1.3.1 Jaro

Na jaře bylo ve všech šesti lokalitách celkem identifikováno 61 druhů řas a sinic. Absolutně největší druhová diverzita byla zaznamenána u Bacillariophyceae (20 druhů), a poté u Zygnemophyceae (14 druhů). Méně druhů bylo nalezeno mezi Chlorophyceae (9) a Cyanophyceae (7). V ostatních třídách byla druhová diverzita nízká. Vzhledem k 14dennímu odstupu odběrů mezi první a druhou skupinou lomů, se výskyt jednotlivých druhů v těchto dvou skupinách lišil. Vzorky z lomů Leštinka, Zvěřinov a Andrusivův byly odebrány 8. 4. 2007, odběry v lomech Družstevní, Kremina a Obec proběhly 22. 4. 2007. Rozdíl byl především v množství biomasy tvořené zástupci Dinophyceae a Chrysophyceae. Zatímco v první skupině lomů se nenašel jediný zástupce zlativek ani obrněnek, ve druhé skupině tvořily tyto druhy (konkrétně *Dinobryon divergens* a *Peridinium bipes*) jednu z dominantních složek. Jinak tvořili shodně pro všechny lokality většinu biomasy jarního fytoplanktonu zástupci rozsivek (hlavně *Asterionella formosa*, *Navicula radiosa*, *Navicula* sp., *Nitzschia* sp.

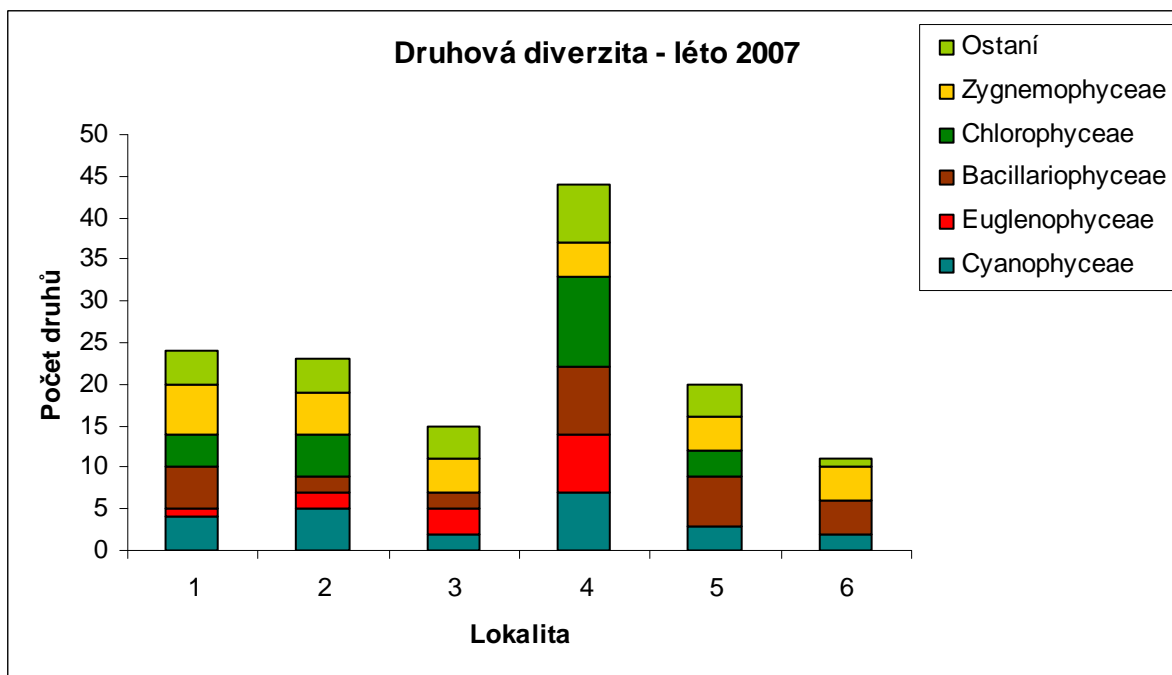
a *Cymbella* sp.), které zároveň na jaře dosáhly svého maxima výskytu, a také krásivek (*Spirogyra* sp. steril., *Zygnema* sp. steril. a *Mougeotia* sp. steril.). Výjimkou byl lom Leštinka, kde byl nalezen pouze jeden druh, *Fragilaria* sp., navíc ve velmi malé hustotě (jeden zástupce na šest podložních skel). V jarních vzorcích z lomu Leštinka pak nebyl nalezen ani žádný zooplankton. Netypický byl také Andrusivův lom, kde většinu biomasy tvořily druhy *Trachelomonas*.



Graf 2: Druhá diverzita při jarních odběrech, 1- lom Leštinka, 2- lom Zvěřinov, 3- Andrusivův lom, 4- Družstevní lom, 5- lom Kremina, 6- lom Obec.

### 3.1.3.2 Léto

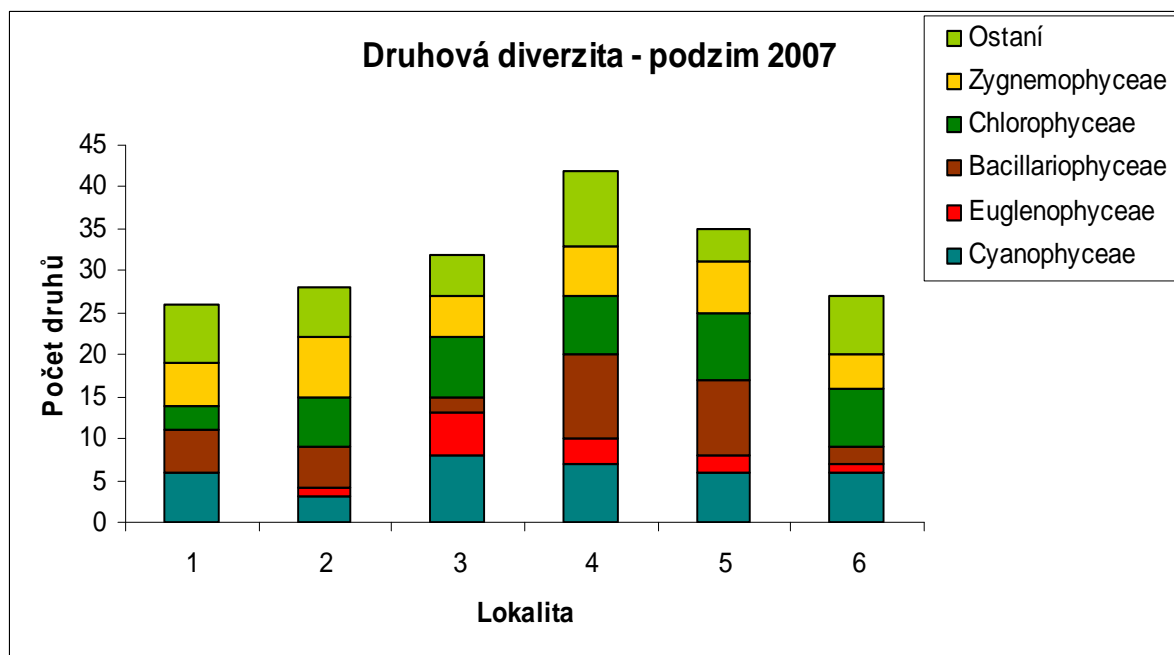
V letních odběrech jsem celkem identifikovala 79 druhů řas a sinic. Nejvíce druhů bylo nalezeno mezi Chlorophyceae (17), Bacillariophyceae (15), Cyanophyceae (12), Zygnemophyceae (12) a Euglenophyceae (9). Největší množství biomasy tvořily zástupci Zygnemophyceae (konkrétně *Cosmarium* spp., *Staurastrum planktonicum*, *Spirogyra* sp.), Dinophyceae (*Pediastrum bipes*, *Ceratium hirundinella*), Euglenophyceae (*Trachelomonas hispida*) a Cyanophyceae (hlavně *Anabaena* sp., *Phormidium* sp., *Snowella litoralis*). Významné byly i některé zelené řasy (*Ankyra ancora*, *Coelastrum microporum*, *Pediastrum tetras*). V některých lokalitách byl zaznamenán masový výskyt druhů skupiny Chlamydomonadales, a to především *Volvox aureus* v lomu Leštinka a *Pandorina morum* v Andrusivově lomu. Poklesla druhová diverzita i biomasa rozsivek, někteří zástupci, například *Navicula* sp., však zůstali i tak dost výrazní. V letních vzorcích byl determinován větší počet druhů než v jarních, patrný byl však významný úbytek fytoplanktonní biomasy oproti jarnímu období, takzvané období "clear water".



Graf 3: Druhová diverzita při letních odběrech, 1- lom Leštinka, 2- lom Zvěřinov, 3- Andrusivův lom, 4- Družstevní lom, 5- lom Kremina, 6- lom Obec.

### 3.1.3.3 Podzim

Na podzim jsem ve svých lokalitách celkem determinovala 98 druhů řas a sinic. Největší počet druhů jsem zaznamenala mezi Cyanophyceae (20) a Bacillariophyceae (20), následovaly Chlorophyceae (17), Zygnemophyceae (15) a Euglenophyceae (10). Ostatní skupiny byly zastoupeny malým množstvím druhů. Oproti letním vzorkům se zvýšil výskyt rozsivek a sinic, a to jak z pohledu počtu nalezených druhů, tak z hlediska množství biomasy. Velmi významné byly stejně jako v předchozích dvou obdobích krásivky. Největší procento řasové a sinicové biomasy tvořily druhy: *Chroococcus limneticus*, *Woronichinia naegeliana*, *Ceratium hirundinella*, *Peridinium bipes*, *Dinobryon divergens*, *Pandorina morum*, *Scenedesmus* sp., *Tetraedron minimum*, *Spirogyra* spp. steril, *Zygnema* sp. steril. Absolutně nejvíce zastoupeným druhem podzimního fytoplanktonu však byla *Asterionella formosa*. Na podzim jsem v odběrech ze všech šesti lokalit pozorovala největší množství biomasy ze všech sledovaných období. Také druhová diverzita byla na podzim o poznání vyšší než na jaře a v létě.



Graf 4: Druhová diverzita při podzimních odběrech, 1- lom Leštinka, 2- lom Zvěřinov, 3- Andrusivův lom, 4- Družstevní lom, 5- lom Kremina, 6- lom Obec.

### 3.1.4 Zajímavé nálezy

Ve svých lokalitách jsem našla některé řasy a sinice, které nejsou běžnou součástí fytoplanktonu. Patřily především mezi sinice, a to *Arthrospira* sp. v lomu Obec, *Calothrix* sp. a *Tolypothrix* sp. v lomu Kremina, *Komvophoron* sp. v lomu Leštinka, *Tolypothrix tenuis* v lomech Leštinka, Andrusivův a Družstevní. V Andrusivově a Družstevním lomu jsem identifikovala také typického zástupce rašelinišť, *Chroococcus turgidus*, který tedy vyžaduje kyselé pH. Lokality, kde jsem tento druh našla, zastupují však spíše slabě alkalické vody (pH 7,63 a 7,88). Jediného zástupce ruduch, *Hildenbrandia rivularis*, jsem objevila v podzimním vzorku z lomu Leštinka, stejně jako jediný druh z třídy Xanthophyceae, *Vaucheria* sp. Ze zlativek byl v lomu Obec kromě běžně se vyskytujícího *Dinobryon divergens*, identifikován nevšední zástupce, *Dinobryon bavaricum*. Z třídy Chlamydomophyceae byl zajímavý výskyt *Tetraspora gelatinosa* v lomu Kremina a *Volvox aureus* v letním odběru z lomu Leštinka. Ze zelených řas byly neobvyklé druhy *Phacotus lenticularis* a *Planktosphaeria gelatinosa* v lomu Zvěřinov, a také zvýšený výskyt *Ankyra ancora* v lomech Kremina a Leštinka. Z třídy Ulvophyceae byl pak zajímavý nález *Binuclearia* sp. v Družstevním lomu a *Ulothrix variabilis* také v lomu Kremina.

## 3.2 Abiotické faktory

### 3.2.1 pH

Naměřené hodnoty pH byly ve všech lokalitách podobné, v průběhu jednotlivých období kolísaly jen minimálně, na jaře byly průměrně nejvyšší a na podzim nejnižší. Obecně lze hodnoty pH ve všech zatopených lomech charakterizovat jako slabě alkalické, což je vzhledem k žulovému podloží, které je citlivé k acidifikaci, neobvyklé (ŠTEFKOVÁ, 2006).

Tabulka 4: Hodnoty pH vody jednotlivých lomů v příslušných obdobích

Jednotlivé lokality	Hodnoty pH		
	Duben	Červenec	Září
Leštinka	8,21	7,85	7,63
Zvěřinov	8,06	8,2	7,84
Andrusivův	8,32	8,32	7,63
Družstevní	7,8	7,8	7,88
Kremina	8,28	8,28	7,8
Obec	8,6	8,6	7,8

### 3.2.2 Vodivost

Hodnoty vodivosti vody kolísaly mezi jednotlivými lokalitami více. Absolutně nejnižší vodivost jsem naměřila v lomu Obec, který paradoxně vykazoval nejnižší průhlednost vody. Nejvyšších hodnot bylo naopak po všechny tři období dosaženo v lomu Leštinka, kde byla jinak zaznamenána absolutně nejvyšší průhlednost vody. Mezi jednotlivými odběrovými obdobími byly rozdíly ve vodivosti minimální.

Tabulka 5: Hodnoty vodivosti vody jednotlivých lomů v příslušných obdobích

Jednotlivé lokality	Vodivost vody ( $\mu\text{S}$ )		
	Duben	Červenec	Září
Leštinka	268	261	258
Zvěřinov	241	237	234
Andrusivův	239	133	135
Družstevní	168	151	140
Kremina	241	217	207
Obec	87	79	79

### 3.2.3 Průhlednost

Průhlednost vody byla ve všech zatopených lomech vysoká. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v lomu Leštinka, nejnižších v lomech Obec a Andrusivově. Tyto dvě lokality s nejnižší průhledností vody byly zároveň nejmenší a nejvíce zastíněné ze všech stanovišť. Nízké hodnoty průhlednosti zde byly zřejmě způsobeny především masovým výskytem obrněnek v případě lomu Obec a zástupců Trachelomonas v lomu Andrusivově. Největší průhlednost

byla ve všech lokalitách pozorována v létě, kdy nastalo takzvané období “clear water“ (HINDÁK, 1978), také množství biomasy bylo v červencových vzorcích nejmenší.

Tabulka 6: Hodnoty průhlednosti vody jednotlivých lomů v příslušných obdobích

Jednotlivé lokality	Průhlednost vody (cm)		
	Duben	Červenec	Září
Leštinka	400+	400+	400+
Zvěřinov	250	400+	400+
Andrusivův	270	270	235
Družstevní	245	400+	235
Kremina	200	400+	400+
Obec	135	230	175

### 3.2.4 Teplota

Teploty vody kolísaly mezi jednotlivými lokalitami především na jaře (rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou hodnotou téměř 7 °C), což bylo způsobeno 14-ti denním odstupem mezi odběry v první a druhé skupině lomů (první tři lomy 8.4., druhé tři 22.4.). V létě a na podzim už byla měření teplot vody prováděna v tomtéž termínu, hodnoty proto tolik nekolísaly.

Tabulka 7: Hodnoty teploty vody jednotlivých lomů v příslušných obdobích

Jednotlivé lokality	Teplota vody (°C)		
	Duben	Červenec	Září
Leštinka	10	19,8	16,3
Zvěřinov	14,5	21,3	15,9
Andrusivův	12	20,3	14,1
Družstevní	17	20,8	16,6
Kremina	16,8	21,6	17,3
Obec	16,4	21	15,5

### 3.2.5 Zooplankton

Relativní množství zooplanktonu bylo ve většině lokalit vyhodnoceno jako malé či žádné. Zvýšený výskyt byl zaznamenán na jaře a na podzim v lomu Zvěřinov, velké množství jsem pak pozorovala v jarním vzorku z Andrusivova lomu.

Tabulka 8: Množství zooplanktonu (v rozmezí 1-3; 1→ bez zooplanktonu nebo jen malé množství, 2 → přiměřené množství, 3→ velké množství zooplanktonu).

Jednotlivé lokality	Množství zooplanktonu		
	Duben	Červenec	Září
Leštinka	1	1	1
Zvěřinov	2	2	1
Andrusivův	3	1	1
Družstevní	1	1	1
Kremina	1	1	1
Obec	1	1	1

### 3.2.6 Nejdůležitější živiny

Ve všech zatopených lomech jsem měřila koncentrace dusičnanových, fosforečnanových a amonných iontů. Jarní hodnoty nebyly vyhodnoceny z důvodu špatného označení odběrových lahvíček. Všechny základní živiny byly obsaženy v malém množství, což odpovídá oligotrofnímu charakteru lomů (CHRISTER BRÖNMARK & LARS-ANDERS HANSSON, 2005). Vyšším obsahem dusičnanových iontů se vymyká podzimmí vzorek z lomu Leštinka.

Tabulka 9: Obsahy nejdůležitějších živiny, dusičnanových, fosforečnanových a amonných iontů.

Období	Lokalita	NH <sub>4</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
		µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l
Léto	Leštinka	7,52	0,008	8,60	0,009	6,15
	Zvěřinov	8,08	0,008	9,75	0,010	2,24
	Andrusivův	7,68	0,008	8,64	0,009	5,05
	Družstevní	11,90	0,012	10,80	0,011	4,81
	Kremina	8,76	0,009	10,90	0,011	1,62
	Obec	13,40	0,013	17,70	0,018	6,25
Podzim	Leštinka	13,10	0,013	50,10	0,050	12,40
	Zvěřinov	12,30	0,012	23,40	0,023	2,31
	Andrusivův	10,60	0,011	11,70	0,012	2,10
	Družstevní	11,90	0,012	17,50	0,018	2,82
	Kremina	9,07	0,009	18,30	0,018	5,53
	Obec	18,70	0,019	16,30	0,016	7,86

## 4. Diskuze

Všech šest zatopených lomů tvořilo z hlediska druhového zastoupení řas a sinic poměrně homogenní skupinu. Druhová diverzita byla obecně chudší a ani množství biomasy nebylo veliké, což je však pro oligotrofní vody, jakými zatopené lomy jsou, typické. Vybrané lokality se všechny nacházejí na žulovém podkladu a nepříliš se liší svou nadmořskou výškou, stářím, hloubkou a průhledností vody (tabulka č.1). Odlišnosti mezi jednotlivými lomy jsou pak především v různém zastínění (od úplného po žádné zastínění) a velikosti (550-17000 m<sup>2</sup>).

Identifikovala jsem běžné zástupce planktonu eutrofních rybníků, jako například *Pediastrum* spp., *Scenedesmus* spp., *Staurastrum planktonicum*, *Coelastrum microporum*, *Oocystis lacustris*, *Chroococcus limneticus*, *Euglena acus*, atd., masový výskyt *Trachelomonas* spp. v Andrusivově lomu je také charakteristický především pro vody s vyšší mírou trofie či dokonce znečištěné. Vyskytovaly se tu dokonce sinice, tvořící vodní květy, a to *Woronichinia naegeliana*, *Microcystis flos-aquae*, *Anabaena* sp., ale pouze v minimálním množství. Na druhou stranu jsem ve vzorcích objevila některé druhy náročnější na míru trofie vody: *Chroococcus turgidus*, *Volvox aureus*, *Tetraspora gelatinosa*, *Navicula radiosa*, *Bulbochaete* sp., *Hildenbrandia rivularis*, *Dinobryon divergens*, *Epithemia sorex*, *Gomphonema ventricosum* a *Cymbella helvetica*, která je vázaná na čisté alkalické vody (HINDÁK et al., 1978; KAUFNEROVÁ, 2006). Největší procento biomasy pak tvořily v planktonu *Ceratium hirundinella*, *Peridinium bipes*, *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa*, *Navicula* sp., a v nárostech pak *Mougeotia* sp.steril., *Zygnema* sp.steril. a *Spirogyra* spp.

Nejnižší množství řasové a sinicové biomasy jsem zaznamenala v největším, a zároveň nejméně zastíněném lomu Zvěřinov, kde jsem navíc pozorovala vyšší výskyt zooplanktonu než v ostatních lokalitách, což mohl být také důvod této snížené hustoty biomasy.

Určitou výjimkou mezi lokalitami byl lom Obec, nejmenší a nejstarší lom, s nejmenší maximální hloubkou a nejnižší průhledností. Lom Obec je navíc lokalitou, kde byl naměřen nejvyšší obsah amonných iontů, jak v létě, tak na podzim, a v letním období také nejvyšší obsah dusičnanových a fosforečnanových iontů. Navíc jsem zde po všechna tři období naměřila nejnižší hodnoty vodivosti vody. Bylo zde nalezeno poměrně malé množství druhů a to zejména na jaře, kdy tvořilo téměř jedinou složku biomasy *Peridinium bipes*. Ostatní nalezené druhy byly zastoupeny jen sporadicky. Mezi jarními a letními odběry byl pak zajímavý přechod od jednoho dominantního zástupce dinoflagelát k jinému. V letním vzorku pro změnu totiž převládalo *Ceratium hirundinella* a z jarní dominanty *Peridinium bipes* nebyl v létě nalezen jediný zástupce. Velkou část letní biomasy tvořili také zástupci rozsivek, což bylo v tomto období pro ostatní sledované lokality neobvyklé, a také krásivek. Na podzim pak v lomu Obec vzrostla druhová diverzita, velké množství biomasy tvořily stejně jako v předchozích obdobích obrněnky (tentokrát jak *Peridinium bipes*, tak *Ceratium hirundinella*), dále pak sinice a zelené řasy, což je typické spíše pro eutrofní typy lokalit. Biomasa i diverzita rozsivek se na podzim snížily. Obecně platný trend rozsivek, kdy je dosaženo maxima výskytu na jaře a na podzim (HINDÁK, 1978), byl v tomto lomu tedy zcela opačný.

Podobně netypický byl také Andrusivův lom, jediný zcela zastíněný lom. Na jaře tvořily naprostou většinu biomasy druhy rodu *Trachelomonas*, které zůstaly dominantní také v létě a na podzim. V této lokalitě byl také jako v jediné zaznamenán velký výskyt zooplanktonu, a to v jarních odběrech. Jeden z důvodů tohoto jinak ojedinělého druhového zastoupení by mohl být právě fakt, že lom je uprostřed lesa, a tedy úplně zastíněný. Na hladinu tudíž dopadá méně světla, potřebného k fotosyntéze. Vyskytovali se tu tedy ti zástupci planktonu, kteří jsou schopni žít se mixotrofně, a těmi Euglenophyta jsou. Mixotrofní organismy nejsou zcela závislé na fotosyntéze, jako na zdroji energie, ale konzumují například bakterie či detritus



(CHRISTER BRÖNMARK & LARS-ANDERS HANSSON, 2005). Velké množství zooplanktonu v jarním vzorku z Andrusivova lomu by mohlo být způsobeno tím, že lom je špatně přístupný a není tedy vhodný pro rybaření. Z toho důvodu zde zooplankton nemá přirozeného predátora v podobě rybí osádky.

Nejvíce zajímavých druhů bylo identifikováno v lomu Leštinka, kde bylo také dosaženo absolutně největší průhlednosti vody. Na jaře zde byl nalezen pouze jeden druh, *Fragilaria* sp., a to ve velmi malé hustotě (pouze jeden objekt na šest podložních skel). Zooplankton nebyl v jarních odběrech zastoupen vůbec. V lomu Leštinka byla naměřena také nejvyšší hodnota vodivosti vody, a také nejvyšší obsah dusičnanových a fosforečnanových iontů v podzimních odběrech, což bylo vzhledem k vysoké průhlednosti vody v tomto lomu zvláštní. Tento paradox mohl být způsoben například tím, že se zde nevyskytoval absolutně žádný zooplankton, který by jinak část živin vyčerpával, a který se v ostatních lomech s nižší průhledností vyskytoval ve vyšší míře. Mezi nevšední druhy řas a sinic, které se v tomto lomu vyskytly, patřily především: *Volvox aureus*, *Ankyra ancora*, *Tolypothrix tenuis*, *Komvophoron* sp., *Hildenbrandia rivularis*.

## 4.1 Porovnání s jinými zatopenými lomy

Průzkum z roku 2006, který se zaměřuje na čtyři zatopené lomy na Poběžovicku, okres Domažlice (KAUFNEROVÁ, 2006), prokázal podobné výsledky co se týče řasové a sinicové vegetace jako v mých lokalitách. Nejpočetněji zastoupenými skupinami tu byly Bacillariophyceae, Chlorophyceae a Zygnemophyceae, které tvořily významnou složku biomasy také při mých analýzách. Jen poměr jednotlivých tříd byl poněkud odlišný. V lomech na Domažlicku dominovaly svou druhovou diverzitou v naprosté převaze rozsivky, v některých lomech tvořily až tři čtvrtiny druhového zastoupení. Vždy tu byli nalezeni také zástupci zelených řas a krásivek, ne však ve velkém počtu druhů. Mezi ostatními skupinami (Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae) bylo identifikováno jen malé množství druhů. V mém případě byly podíly jednotlivých skupin na druhové diverzitě více vyrovnané, většina nalezených druhů byla rovnoměrně rozdělena mezi Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Chlorophyceae a Zygnemophyceae, nezanedbatelný podíl zastávaly také Euglenophyceae (především rod *Trachelomonas*). Zmíněné odchylky mezi zatopenými lomy na Domažlicku a mými lokalitami na Skutečsku mohou být způsobeny například různým geologickým podkladem (živcový pegmatit, křemen a gabrodiorit na poběžovicku; granodiorit na skutečsku), následně také odlišnými hodnotami pH (v poběžovických lomech hodnoty více kolísavé s různými ročními obdobími, 8,69-4,2, průměrně kolem 6,7; ve skutečských lomech hodnoty více vyvážené, průměrně kolem 8), a obecně větším stářím, a tedy i větším prostorem pro rekultivaci v případě mých lokalit oproti lomům Kaufnerové. Určitou roli zřejmě sehrál také fakt, že práce Kaufnerové je evidentně zaměřená především právě na určování Bacillariophyceae. Na rozdíl od mé práce byly pak v případě Kaufnerové zhotovovány také trvalé pleuraxové preparáty rozsivek, čímž druhová diverzita rozsivek značně narůstá. Jinak je mezi fytoplanktonem lomů na Domažlicku a mými lokalitami na Skutečsku mnoho shodných rysů. Na jaře byla jedním z nejdominantnějších druhů v obou případech *Asterionella formosa*. Také silný rozvoj Dinophyceae (konkrétně *Peridinium bipes*) a zlativky *Dinobryon divergens* v jarním fytoplanktonu byl v obou případech shodný. Hodně druhů řas a sinic se pak v obou rozborech shoduje. Konkrétně je stejných 41 druhů z celkem 149 nalezených druhů v mých lokalitách a 126 druhů v lomech Kaufnerové.

Mezotrofní zatopený lom Škalí v okrese Strakonice byl podroben analýzám se zaměřením na řasový perifyton (BÍLÝ, 2002), zatímco v mém případě byl důraz kladen především na fytoplankton a epifyton. Přesto bylo druhové zastoupení lomu Škalí ve shodě s mými výsledky, v obou případech převládaly rozsivky, zelené řasy, spájivky a sinice,

příčemž rozsivky tvořily v lomu Škalí, stejně jako v Poběžovických lomech, výraznější dominantu než ostatní skupiny, s největším počtem determinovaných druhů (55 z celkem 84 druhů). To však mohlo být částečně způsobeno, stejně jako v práci Kaufnerové, detailní determinací po přípravě trvalých preparátů. Lom Škalí svými abiotickými faktory poměrně dobře odpovídá mým lokalitám, je umístěn také na žulovém podkladu, pH dosahovalo slabě alkalických hodnot kolem 8, hloubka 25 metrů. Liší se však svou trofií, zatímco lomy na Skutečsku jsou oligotrofní, Škalí je lom mezotrofní. Druhová kompozice, stejně jako vývoj jednotlivých skupin během sezónních období, byly v lomu Škalí podobné jako v mých lokalitách. Na jaře dominovaly rozsivky a objevovaly se zlativky. Na přelomu jara a léta Chrysophyceae mizí a Bacillariophyceae jsou nahrazeny vláknitými formami Chlorophyceae a Zygnemophyceae. V létě dominují kokální sinice a na podzim se znovu objevují rozsivky. Mezi druhy je v obou analýzách mnoho shodných zástupců, například *Aphanocapsa* sp., *Pseudanabaena* sp., *Tolypothrix tenuis*, *Vaucheria* sp., *Bulbochaete* sp., *Oedogonium* sp., *Ulothrix* sp., *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., *Cosmarium botrytis*, *Asterionella formosa*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella helvetica*, *Epithemia sorex*, *Fragilaria construens*, *Navicula radiosa*, *Rhopalodia gibba*, atd.

Práce (BÍLÝ & PITHART, 2002) studuje fytoplankton z hlediska vertikální distribuce a každodenní migrace, a to ve třech zatopených lomech v okolí města Blatná na jihu Čech. Všechny lomy jsou menší rozlohy (0,35-0,42 ha), mají žulové podloží a oligo- či mezotrofní charakter. Více než 90 procent biomasy fytoplanktonu všech tří lomů tvořili fytoflageláti. Z tříd výrazně dominovaly Cryptophyceae (v lomu Paštický dokonce 42 procent biomasy), především *Cryptomonas curvata*. Z druhů dále v různých hloubkách převládaly: *Cryptomonas marssonii*, *C. cf. phaseolus*, *Ceratium hirundinella*, *Synura* sp., *Paulschultzia pseudovolvox*, *Cosmarium pygmeum*, *Rhodomonas lacustris* a *Euglena acus*. Celkem bylo ve fytoplanktonu všech tří lokalit identifikováno 48 druhů řas a sinic, z toho 33 bičíkovců.

Složení fytoplanktonu těchto zatopených lomů odpovídá spíše níže popsaným aluviálním tůňm, s mými výsledky se příliš neshoduje. Některé konkrétní druhy jsou sice v obou průzkumech stejné, například *Ceratium hirundinella*, *Asterionella formosa*, *Navicula radiosa*, *Epithemia sorex*, *Rhopalodia gibba*, *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum boryanum*, *Mougeotia* sp., atd., jde však o běžné zástupce fytoplanktonu, které lze nalézt prakticky ve všech typech vod u nás. Navíc skupina Cryptophyceae, masově se vyskytující v lomech v Blatné, se v mých lokalitách neobjevila vůbec. Druhová diverzita byla pak v lomech na Skutečsku o poznání větší než v Blatné. Navíc nebyla tolik vyhrazena pro bičíkovce, ale identifikovala jsem zde také mnoho kokálních forem. Rozdíly mohly být způsobeny mimo jiné tím, že ve skutečných lomech nevznikla tolik výrazná stratifikace, která by vytvářela pro nepohyblivé formy nevýhodné prostředí. Pro vytvoření stratifikace zde totiž nebyly tak ideální podmínky jako v lomech v Blatné. Nejsou tu vysoké břehy (v Blatné až 10 metrů vysoké) a ve většině lokalit ani významnější vegetační bariéra (všechny tři lomy v Blatné jsou uprostřed lesa). Na druhou stranu ve dvou z mých lomů, které měly větší předpoklady pro vytvoření stratifikace (menší rozloha než ostatní lokality, vyšší břehy a větší vegetační bariéra) jsem ve fytoplanktonu zaznamenala masový výskyt pohyblivých forem. Tyto populace byly však jednodruhové, a navíc tvořené jinými zástupci (*Peridinium bipes* v jarním, *Ceratium hirundinella* v letním a oba druhy v podzimním fytoplanktonu lomu Obec, *Trachelomonas* spp. v Andrusivově lomu) než v Blatné, až na *Ceratium hirundinella*, které tvořilo dominantu v obou průzkumech.

## 4.2 Porovnání s jiným typem lokalit

### 4.2.1 Srovnání řasové flóry zatopených lomů s aluviálními tůněmi

Obecně tvoří řasovou a sinicovou vegetaci aluviálních tůní především bičíkovci (PITHART, 1997), tedy převážně třída Cryptophyceae (hlavně *Cryptomonas curvata*, *Cryptomonas marssonii*, *Rhodomonas lacustris* atd.), (ELSTER et al., 1996; PITHART, 1999; PITHART & PECHAR, 1997 & 1995; PITHART, 1997), kdy *Cryptomonas curvata* a *Cryptomonas marssonii* mohou tvořit až 97% biomasy (PITHART, 1997). Z dalších skupin bývají výrazněji zastoupeni flageláti třídy Euglenophyceae (hlavně *Trachelomonas volvocina*, *T. volvocinopsis*) a Chrysophyceae (*Synura* spp., *Chrysococcus* spp., *Dinobryon divergens*, *Dinobryon* spp., *Ochromonas conifera*), (ELSTER et al., 1996; PITHART, 1999). Biotop řeky Lužnice s biotopem tůní a jiných stojatých vod v inundačním pásmu řeky však fungují jako dynamické systémy, a to kvůli častým záplavám, ke kterým tu dochází několikrát do roka, a díky kterým dochází ke stejně častým interakcím mezi fytoplanktonem řeky a okolních stojatých biotopů (ELSTER et al., 1996). Bezprostředně po povodních je tedy skladba fytoplanktonu tůní v podstatě totožná s druhovou kompozicí fytoplanktonu řeky, tato skladba se však rychle mění a po krátké době se ustanoví určitá rovnováha, kdy fytoplankton tůní tvoří zase převážně bičíkovci. V určitém období po záplavách lze v tůních tedy nalézt také kokální zelené řasy (např. *Monoraphidium* spp., *Scenedesmus quadricauda*, *Coelastrum microporum*).

Vzhledem ke specifickým pochodům, spojených s častým zaplavováním, kterému jsou aluviální tůně vystavovány, jejich řasová a sinicová flóra je také unikátní a s flórou v zatopených lomech se příliš neshoduje. Třída Cryptophyceae, která v tůních naprosto dominovala, se v mých lokalitách nevyskytovala vůbec, přestože (BÍLÝ & PITHART, 2002) popisuje zatopené lomy jako vhodné prostředí pro skupinu kryptomonád. Některé z ostatních flagelátů, kteří byli v tůních zastoupeni, jsem identifikovala také ve svých vzorcích, a to *Trachelomonas volvocina*, *T. volvocinopsis* a *Dinobryon divergens*, stejně jako zelené kokální zástupce *Monoraphidium* spp., *Scenedesmus quadricauda*, *Coelastrum microporum*.

Dříve uváděný předpoklad podobné skladby fytoplanktonu v aluviálních tůních jako v zatopených lomech (BÍLÝ & PITHART, 2002) se tedy nenaplnil. Celkově byla při mých analýzách zaznamenána větší druhová bohatost, a také rovnoměrnější zastoupení jednotlivých tříd řas a sinic než v tůních. Důvodem těchto rozdílů je zřejmě, jak už bylo uvedeno výše, časté vyplavování stojatých vod v inundačním pásmu Lužnice říční vodou.

### 4.2.2 Srovnání řasové flóry zatopených lomů s jezery

Převážnou část biomasy šumavských i tatranských jezer většinou tvoří, stejně jako v aluviálních tůních, bičíkovci, a to převážně z tříd Dinophyceae, Chrysophyceae a Cryptophyceae, konkrétně například *Peridinium umbonatum*, *Dinobryon* spp., *Gymnodinium uberrimum*, *Ochromonas* spp., *Chromulina* sp., *Woloszynskia* sp., *Cryptomonas gracilis*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas* spp., *Katodium* sp., atd. (FOTT et al., 1999; NEDBALOVÁ et al., 2006; AMBROŽOVÁ, 1995; LUKAVSKÝ, 2006; FOTT et al., 1993). Ze zelených bičíkovců byl významný výskyt například *Carteria* sp., *Chlamydomonas* spp., *Chlorogonium fusiforme* (FOTT et al., 1993; AMBROŽOVÁ, 1995; LUKAVSKÝ, 2006). Z nepohyblivých forem byl v jezerech zaznamenán například výskyt sinic: *Pseudanabaena* sp., *Synechococcus elegans*, *Merismopedia* sp., zelených řas: *Chloromonas acidophila*, *Scenedesmus* sp., *Tetraedron* sp., *Raphidonema nivale*, *Koliella longiseta*,

rozsivek: *Achnanthes* sp., *Fragilaria* sp., *Melosira* sp., *Tabellaria* sp., tyto nemotilní formy byly však většinou identifikovány v menší míře než bičíkaté (AMBROŽOVÁ, 1995; LUKAVSKÝ, 2006; FOTT et al., 1999; NEDBALOVÁ et al., 2006). Výjimkou bylo mezotrofní Plešné jezero, kde byla celkově výrazně vyšší fytoplanktonní biomasa v porovnání s ostatními šumavskými jezery a dominovala zde kokální zelená řasa *Monoraphidium dybowskii* a dvě vláknité sinice *Pseudanabaena* sp. a *Limnothrix* sp. (NEDBALOVÁ et al., 2006). Tato odlišnost zřejmě pramenila z vyššího přítokového zdroje fosforu v Plešném jezeře, který umožnil vyvinutí těchto nepohyblivých forem. Také v polském jezeře Długi Staw, který obsahoval extrémně málo fytoplanktonní biomasy, byl zaznamenán vyšší výskyt nepohyblivých forem, a to *Oocystis* sp., *Chroococcus* sp. a *Cyclotella* sp. (FOTT et al., 1999).

Při porovnání fytoplanktonu horských jezer a zatopených lomů lze nalézt některé shodné rysy, není jich však mnoho. Podobný je především významný příspěvek obrněnek a zlativek celkové biomase v obou typech lokalit. Konkrétní zástupci Dinophyceae a Chrysophyceae se však mezi těmito dvěma typy čistých vod liší. Navíc tento velký výskyt bičíkatých forem zlativek a obrněnek jak v lomech, tak v jezerech, se zřejmě shoduje pouze náhodně. V jezerech je jejich přítomnost nejspíš způsobena nízkým pH a následným snížením obsahu živin. Bičíkovci zde totiž mají mnoho výhod pro přežití oproti nepohyblivým druhům, jelikož mohou vertikálně migrovat a vyhledávat tak vrstvy vodního sloupce s vyšší koncentrací živin (AMBROŽOVÁ, 1995). Zatímco v lomech se slabě alkalickými hodnotami pH tato příčina odpadá. Mezi nepohyblivými formami řas a sinic jsou některé shodné druhy (např. *Pseudanabaena* sp., *Scenedesmus* sp., *Tetraedron* sp. či *Fragilaria* sp., *Mougeotia* sp. steril., *Oocystis* sp., *Chroococcus* sp., atd.), není jich však moc a jejich příspěvek biomase je většinou v jezerech jiný než v zatopených lomech. Rozdíl mezi fytoplanktonem mnou prozkoumaných lomů a horských jezer byl pak ve výskytu třídy Cryptophyceae. Zatímco tito bičíkovci se v mých lokalitách nevyskytovali vůbec, v jezerech tvořili vedle obrněnek a zlativek další dominantní složku. Naopak některé významné druhy, které jsem identifikovala v mých lokalitách (*Ceratium hirundinella*, *Asterionella formosa*, *Navicula* sp., *Spirogyra* sp. steril., *Zygnema* sp. steril.) se v jezerech vyskytovaly výjimečně nebo vůbec. Obecně pak byla řasová a sinicová flóra v mých lokalitách diverzifikovanější než ve většině zkoumaných horských jezer na Šumavě i v Tatrách.

Ani v tomto případě se tedy předpoklad podobného druhového složení fytoplanktonu v zatopených lomech a horských jezerech (BÍLÝ & PITHART, 2002) nepotvrdil. Hlavním důvodem byl zřejmě fakt, že jak šumavská, tak tatranská jezera jsou z většiny stále silně acidifikovaná. Hodnoty pH v mnou prozkoumaných zatopených lomech se pohybovaly spíše v rozmezí neutrálních až slabě alkalických. Dalším důvodem rozdílné druhové kompozice lomů a jezer by mohla být odlišná nadmořská výška, kdy některá z tatranských jezer leží v nadmořské výšce nad 2000 m.n.m. (STUHLÍK et al., 2006). Nadmořská výška mých lokalit se pohybuje okolo 400 m.n.m. Druhová diverzita totiž vykazuje snižování se zvyšující se nadmořskou výškou a také se snižujícím se pH (LUKAVSKÝ, 1993). Také chemická stránka jezerní vody je často nepříznivá, obsah základních živin (C, P, N) je snížený a naopak vysoký je obsah toxického Al. Proto jsou zřejmě součástí fytoplanktonu šumavských i tatranských jezer, jak už bylo řečeno, převážně pohyblivé formy.

## 5. Závěr

Celkem jsem ve svých lokalitách identifikovala 149 druhů řas a sinic, z toho nejvíce mezi Chlorophyceae (31) a Bacillariophyceae (31), dále mezi Cyanophyceae (29) a Zygnemophyceae (21). Největší procento biomasy tvořily v planktonu *Ceratium hirundinella*, *Peridinium bipes*, *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa*, *Navicula* sp., a v nárostech pak *Mougeotia* sp. steril., *Zygnema* sp. steril. a *Spirogyra* spp. steril.

Šestice zatopených lomů jinak tvořila poměrně homogenní skupinu, co se týče druhové kompozice řas a sinic. Poněkud netypické byly lomy Obec a Andrusivův, dva nejmenší, nejvíce zastíněné lomy s nejmenší průhledností vody. V lomu Obec výrazně dominovaly Dinophyceae, a to hlavně na jaře, kdy *Peridinium bipes* tvořilo naprostou většinu fytoplanktonní biomasy. V létě se pro změnu masově vyskytovalo *Ceratium hirundinella*, na podzim oba zástupci obrněnek současně. V lomu Obec byl navíc převrácený trend rozsivek oproti ostatním lokalitám, maximum výskytu Bacillariophyceae jsem zde pozorovala v letním období. V Andrusivově lomu jako v jediném z lokalit výrazně převládaly druhy *Trachelomonas* spp., také hlavně na jaře. Navíc jsem zde jako v jediném stanovišti zaznamenala velký výskyt zooplanktonu, a to v jarním vzorku.

Podle předpokladu jsem v zatopených lomech determinovala některé zajímavé druhy řas a sinic. Ze sinic byly neobvyklé: *Arthrospira* sp. v lomu Obec, *Calothrix* sp. a *Tolypothrix* sp. v lomu Kremina, *Komvophoron* sp. v lomu Leštinka, *Tolypothrix tenuis* v lomech Leštinka, Andrusivův a Družstevní. V Andrusivově a Družstevním lomu jsem identifikovala také typického zástupce rašelinišť, *Chroococcus turgidus*, což bylo v mých lokalitách, se slabě alkalickými hodnotami pH, neobvyklé. Jediného zástupce ruduch, *Hildenbrandia rivularis*, jsem objevila v podzimním vzorku z lomu Leštinka, stejně jako jediný druh z třídy Xanthophyceae, *Vaucheria* sp. Ze zlativek byl v lomu Obec identifikován nevšední zástupce, *Dinobryon bavaricum*. Z třídy Chlamydoephyceae byl zajímavý výskyt *Tetraspora gelatinosa* v lomu Kremina a *Volvox aureus* v letním odběru z lomu Leštinka. Ze zelených řas byly neobvyklé druhy *Phacotus lenticularis* a *Planktosphaeria gelatinosa* v lomu Zvěřinov, a také zvýšený výskyt *Ankyra ancora* v lomech Kremina a Leštinka. Z třídy Ulvophyceae byl pak zajímavý nález *Binuclearia* sp. v Družstevním lomu a *Ulothrix variabilis* v lomu Kremina.

## 6. Seznam literatury

### 6.1. Přehled použité literatury

- Ambrožová, J. (1995): Kvalita a kvantita fytoplanktonu Černého a Čertova jezera v letech 1992-1994, diplomová práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze (manuskript), 108 p.
- Bílý, M. (2002): Periphyton algal communities from the flooded quarry Škalí: species composition, vertical distribution and seasonal changes. – Archiv für Hydrobiologie/Algological Studies 104: 145-168.
- Bílý, M.; Pithart D. (2002): The phytoplankton vertical distribution and diurnal migration in three quarry lakes in South Bohemia, Czech Republic. – Archiv für Hydrobiologie/Algological Studies 106: 185-201.
- Bouček, B.; Kodym, O. (1954): Geologie, I. díl – Všeobecná geologie. – Československá akademie věd, Praha, 557 p.
- Brönmark, Ch.; Hansson, L. (1995): The biology of the Lakes and Ponds, Biology of Habitats. – Oxford University Press, Oxford, 285 p.
- Fott, J.; Blažo, M.; Stuchlík, E.; Strunecký, O. (1999): Phytoplankton in three Tatra Mountain lakes of different acidification status. – Pelagic food web in mountain lakes, Journal of Limnology, 58(2): 107-116.
- Fott, J.; Pražáková, M.; Stuchlík, E.; Stuchlíková, Z. (1993): Acidification of lakes in Šumava (Bohemia) and in the High Tatra Mountains (Slovakia). – Hydrobiologia 274 (1-3): 37-47.
- Hájek, V. (1931): Žulový průmysl na Skutečsku. – Prométheus, Praha, 28 p.
- Hindák, F.; Cyrus, Z.; Marvan, P.; Javornický, P.; Komárek, J.; Ettl, H.; Rosa, K.; Sládečková, A.; Popovský, J.; Punčochářová, M.; Lhotský, O. (1978): Sladkovodné riasy. – Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 724p.
- Jankovská, V. (2006): Late Glacial and Holocene history of Plešné Lake and its surrounding landscape based on pollen and palaeoalgological analyses. – Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research, 61/Suppl. 20: S371-386. – Veda, Bratislava.
- Kalina, T. (1994): Systém a vývoj sinic a řas. – Karolinum, Praha, 165 p.
- Kalina, J.; Váňa, J. (2005): Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné Biologii. – Karolinum, Praha, 606 p.
- Kaufnerová, V. (2006): Řasová flóra zatopených lomů na Poběžovicku, magisterská práce, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni (manuskript), 60 p.
- Kopáček, J.; Stuchlík, E.; Hardekopf, D. (2006): Chemical composition of the Tatra Mountain lakes: Recovery from acidification. – Biologia – Limnology of lakes in the Tatra Mountains, 61/Suppl. 18: S21-S33. – Veda, Bratislava.
- Kopáček, J.; Vrba, J. (2006): Integrated ecological research of catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): A preface. – Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research, 61/Suppl. 20: S363-370. – Veda, Bratislava.
- Krautová, M. (2006): Sinice a řasy pískovcových skal NPR Broumovské stěny, bakalářská práce, Biologická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice (manuskript), 37p.
- Lederer, F.; Lukavský, J. (2003): Šumava, Řasy Šumavy. – Baset, Praha, 185-190 p.
- Lukavský, J. (2006): *Coelastrum pascheri* sp. n., a new alga from lakes of Bohemian Forest. – Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research, 61/Suppl. 20: S485-490. – Veda, Bratislava.
- Lukavský, J. (1993): Algal flora of lakes in the High Tatra Mountains (Slovakia). –

- Hydrobiologia 274 (1-3): 65-74.
- Lukavský, J. (2006): Algae of Černé Lake in the Šumava Mts. (the Bohemian Forest, Czech Republic). – *Silva Gabreta* 15: 1-46.
- Nedbalová, L.; Stuchlík, E.; Strunecký, O. (2006): Phytoplankton of a mountain lake (Ľadové pleso, the Tatra Mountains, Slovakia): Seasonal development and first indications of a response to decreased acid deposition. – *Biologia – Limnology of lakes in the Tatra Mountains*, 61/Suppl. 18: S91-S100. – Veda, Bratislava.
- Nedbalová, L.; Vrba, J.; Fott, J.; Kohout, L.; Kopáček, J.; Macek, M.; Soldán, T. (2006): Biological recovery of the Bohemian Forest lakes from acidification. – *Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research*, 61/Suppl. 20: S453-466. – Veda, Bratislava.
- Nedoma, J.; Nedbalová, L. (2006): Chlorophyll content of Plešné Lake phytoplankton cells studied with image analyses. – *Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research*, 61/Suppl. 20: S491-498. – Veda, Bratislava
- Pithart, D. (1997): Diurnal vertical migration study during a winter bloom of cryptophyceae in floodplain pool. – *Int. revue ges. hydrobiology* 82: 33-46.
- Pithart, D. (1999): Phytoplankton and water chemistry of several alluvial pools and oxbows after the flood event – a process of diversification. – *Archiv für Hydrobiologie/Algological Studies* 95: 93- 113.
- Pithart, D.; Pechar, L. (1997): Summer blooms of raphidophyte *Gonyostomum semen* and its diurnal vertical migration in a floodplain pool. – *Archiv für Hydrobiologie/Algological Studies* 85: 119-133.
- Pithart, D.; Pechar, L. (1995): The stratification of pools in the alluvium of the river Lužnice. – *Int. revue ges. hydrobiology* 80: 61-75.
- Pithart, D.; Elster, J.; Komárek O.; Klabouchová, A. (1996): Microphyte vegetation. – *Floodplain Ecology and Management. The Lužnice River in the Třeboň Biosphere Reserve, Central Europe.*, Amsterdam, pp. 99-112.
- Pražáková, M.; Veselý, J.; Fott, J.; Majer, V.; Kopáček, J. (2006): The long-term succession of cladoceran fauna and palaeoclimate forcing: A 14,600-year record from Plešné Lake, the Bohemian Forest. – *Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research*, 61/Suppl. 20: S386-400. – Veda, Bratislava.
- Soldán, J. (1970): Inventarizace M-33-80-D, Geofond-Praha (manuskript).
- Stuchlík, E.; Kopáček, J.; Fott, J.; Hořícká, Z. (2006): Chemical composition of the Tatra Mountain lakes: Response to acidification. – *Biologia- Limnology of lakes in the Tatra Mountains*, 61/Suppl. 18: S11-S20. – Veda, Bratislava.
- Šilhánková, E. (1983): Ze soutěžního záznamu III. celonárodní soutěže kronikářů, část : Kamenoprůmysl, manuskript uložen v Městské knihovně Skuteč, 12 p.
- Štefková, E. (2006): Epilithic diatoms of mountain lakes of the Tatra Mountains (Slovakia). – *Biologia- Limnology of lakes in the Tatra Mountains*, 61/Suppl. 18: S101-S108. – Veda, Bratislava.
- Tátosová, J.; Veselý, J.; Fott, J.; Majer, V.; Kopáček, J. (2006): Holocene subfossil chironomid stratigraphy (Diptera: Chironomidae) in the sediment of Plešné Lake (the Bohemian Forest, Czech Republic): Palaeoenvironmental implications. – *Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research*, 61/Suppl. 20: S401-412. – Veda, Bratislava
- Vepřek, P. (1906): Chrudimsko a Nasavrcko, díl I. – *Obraz přírodní. – nákladem výboru ku popisu okresu Chrudimského a Nasavrckého*, Chrudim, 324 p.
- Vodička, J. (1970): Soupis lomů č. (v rámci lokality 82), inventarizace M-33-80-B,

Geofond-Praha (manuskript).

Vrba, J.; Kopáček, J.; Bittl, T.; Nedoma, J.; Štrosová, A.; Nedoma, L.; Kohout, L.; Fott, J. (2006): A key role of aluminium in phosphorus availability, food web structure, and plankton dynamics in strongly acidified lakes. – *Biologia – Catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): An integrated ecological research*, 61/Suppl. 20: S441-452. – Veda, Bratislava.

## 6.2. Internetové zdroje

<http://www.lestinkalom.cz>

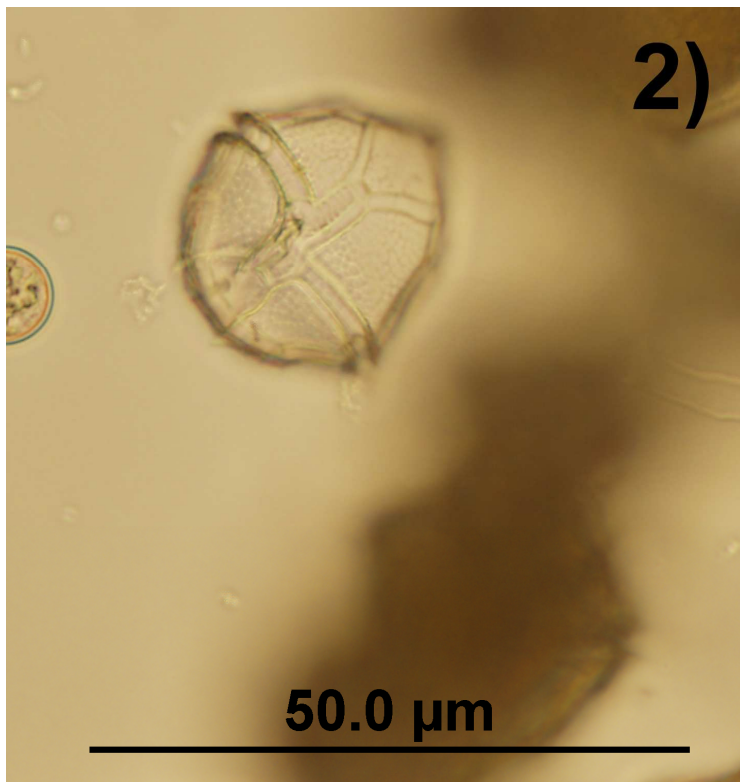
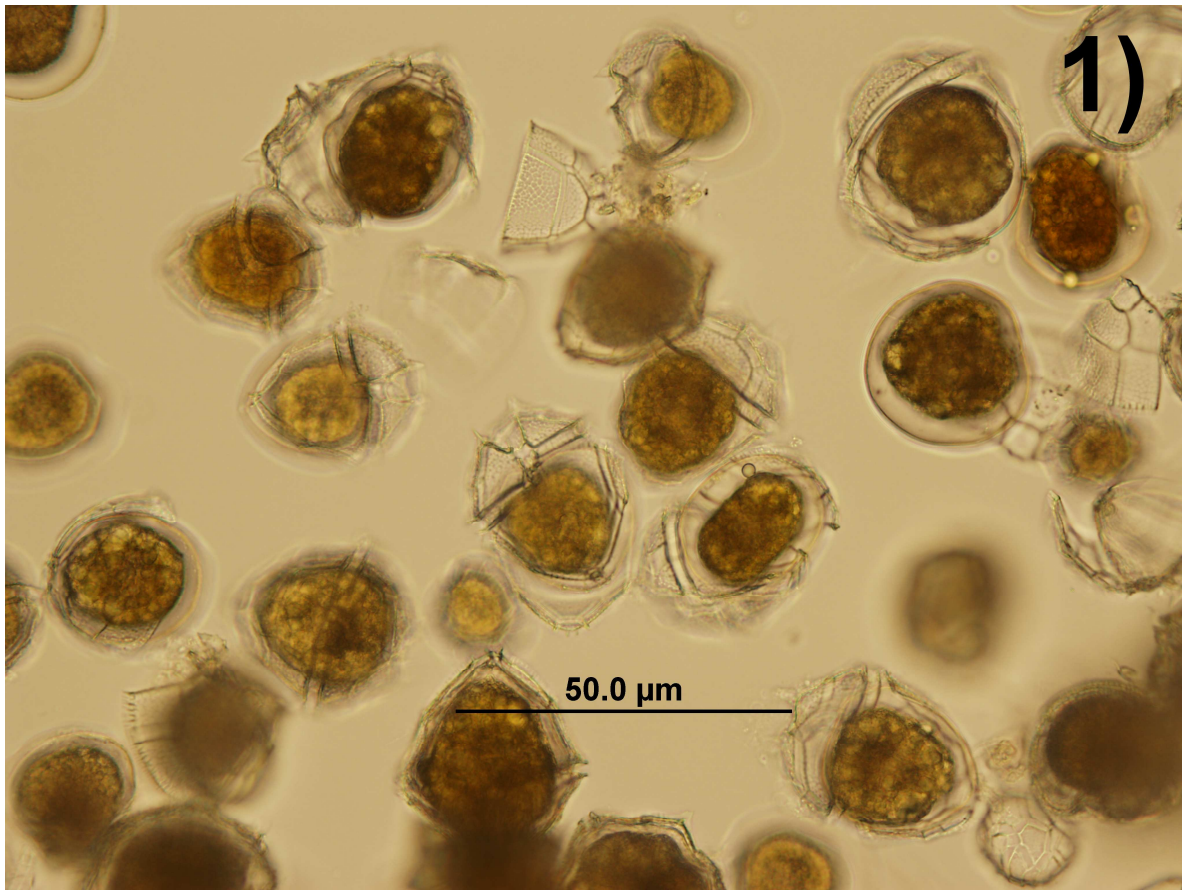
<http://www.knihovna-skutec.cz/vylety/12-zatopene-lomy.html>

<http://www.knihovna-skutec.cz/vylety/24-zatopene-lomy-2.html>

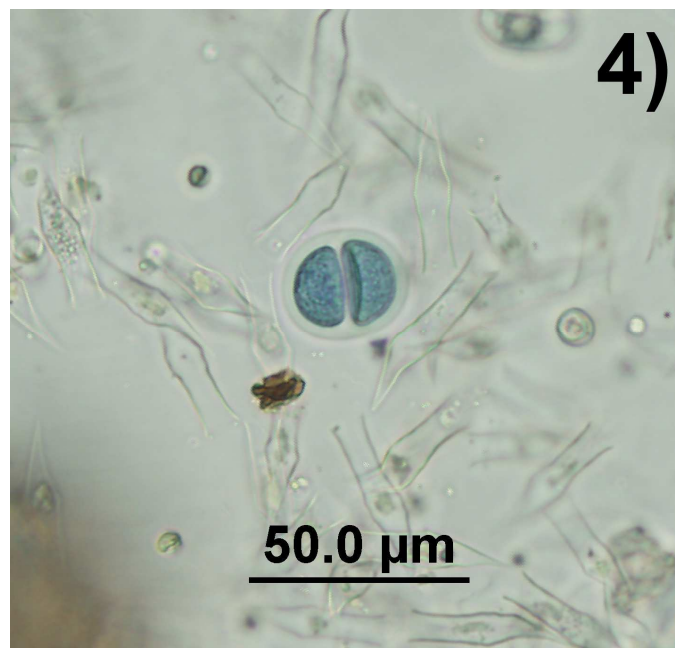
<http://www.mapy.cz>



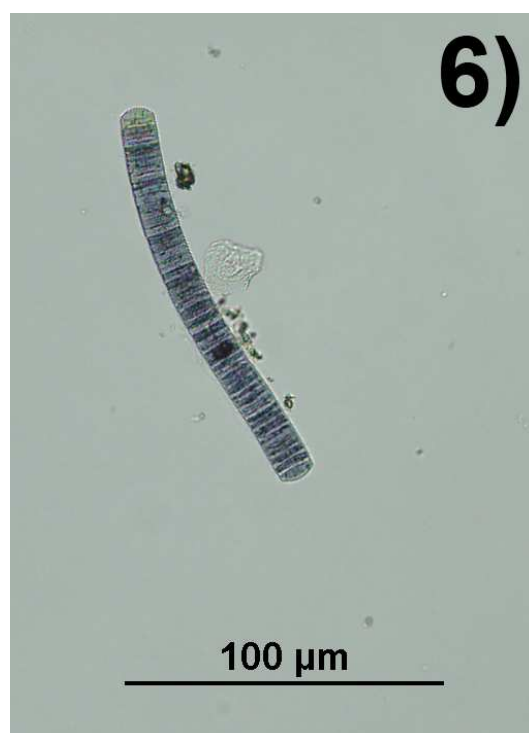
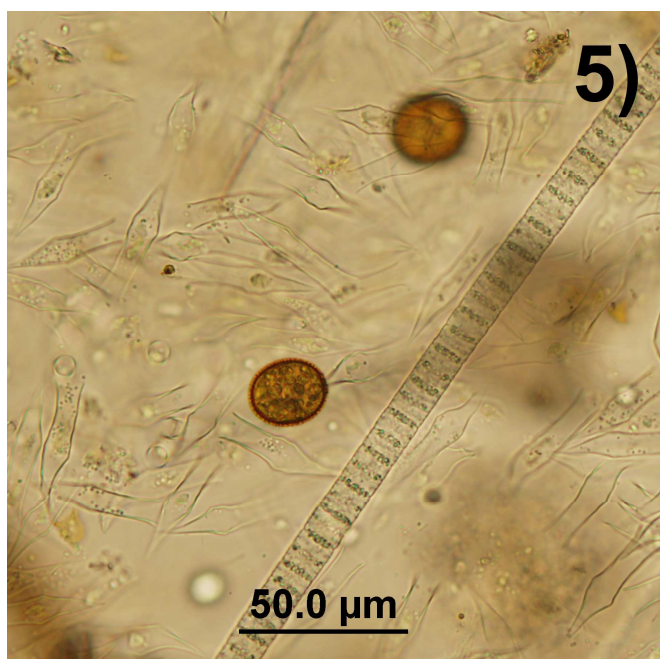
# 7. PŘÍLOHY

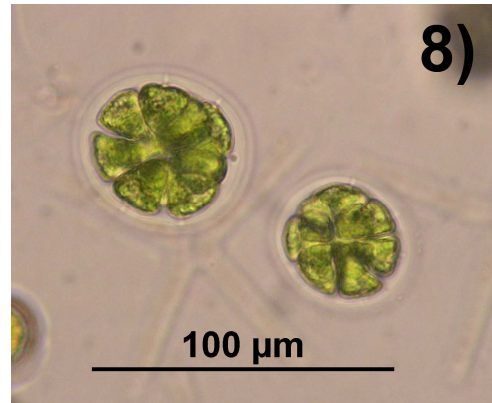


**Obrázek:** 1) *Peridinium bipes*  
2) *Peridinium bipes* - detail

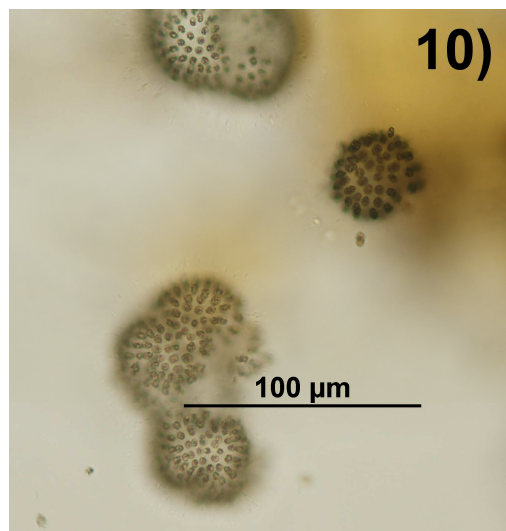
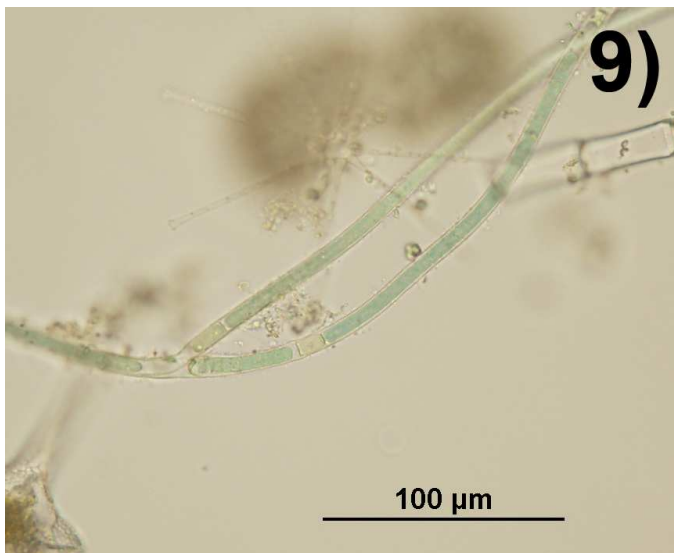


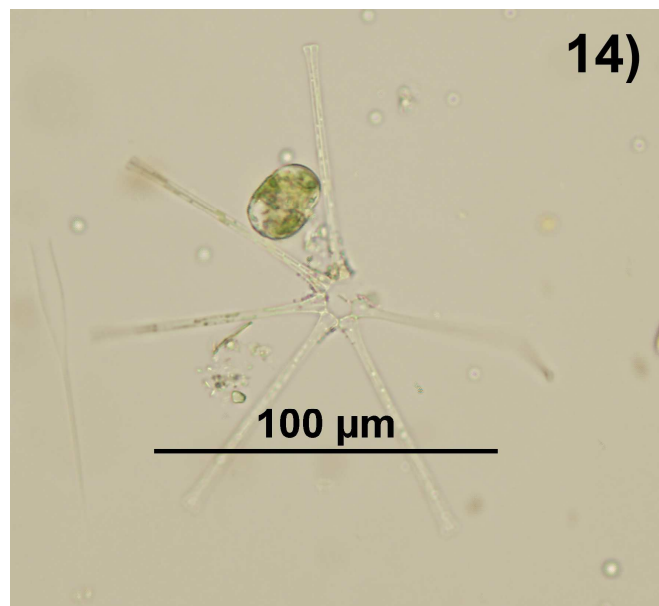
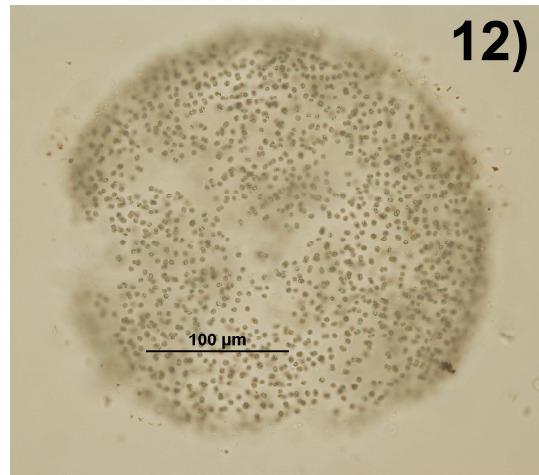
**Obrázek:** 3) *Calothrix* sp.  
 4) *Chroococcus turgidus*, v pozadí  
*Dinobryon divergens*  
 5) *Phormidium* sp., *Trachelomonas* sp.,  
*Dinobryon divergens*  
 6) *Oscillatoria* cf. *limosa*





**Obrázek:** 7) *Volvox aureus*  
8) *Pandorina morum*  
9) *Tolypothrix tenuis*  
10) *Woronichinia naegeliana*





- Obrázky:** 11) Komvophoron sp.  
 12) Microcystis flos-aquae  
 13) Ulothrix sp.  
 14) Asterionella formosa, vlevo Dinobryon bavaricum

**Obrázek: 15)** Lom Leštinka



**Obrázek: 16)** Lom Zvěřinov



**Obrázek: 17)** Lom Andrusivův



**Obrázek: 18)** Lom Družstevní



**Obrázek: 19)** Lom Kremina



**Obrázek: 20)** Lom Obec





**Obrázek: 21)** Mapa lokalit



1 : Lom Zvěřinov  
2 : Lom Andrusivův  
3 : Lom Leštinka

4 : Lom Obec  
5 : Lom Družstevní  
6 : Lom Kremina

**Tabulka 10: Seznam nalezených druhů**

Nalezené druhy	8.4., resp.22*.4.2007						24.7.2007						30.9.2007					
	1	2	3	4*	5*	6*	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	Relativní četnost						Relativní četnost						Relativní četnost					
<b>Cyanophyceae</b>																		
Anabaena inaequalis (Kützing) Bornet & Flahault																	2	
Anabaena sp.							2	3	2		1						1	1
Aphanocapsa incerta (Lemmermann) Cronberg & Komárek															1			
Aphanocapsa sp.			1					2		1		2				1		
Aphanothece sp.										1						1		
Arthrospira sp.																		1
Calothrix sp.											1							
Cyanothece aeruginosa (Nägeli) Komárek							3											
Geitlerinema sp.													1					
Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann		+	+															
Chroococcus limneticus (Lemmermann)				1										3	2	3	2	3
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli															1	1		
Chroococcus sp.		+	+															
Komvophoron sp.													1					
Leptolyngbia sp.													1					
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing										2								2

Microcystis flos-aquae (Wittrock) Kirchner																		1
Oscillatoria cf. limosa							1											
Phormidium sp.		1	2	2	2		2	2		1	2	2	2		1	1		
Phormidium splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis & Komárek										1								
Pseudanabaena galeata (Böcher)																		3
Pseudanabaena limnetica (Lemmermann) Komárek															2			
Pseudanabaena sp.									2				1	1				3
Snowella litoralis (Häyrén) Komárek & Hindák								3	3	2								
Stichococcus sp.					1													
Tolypothrix sp.																		1
Tolypothrix tenuis (Kützing)				2								1		1	2			
Woronichinia naegeliana (Unger) Elenkin												1	1	1	4			3
Woronichinia sp.								3										
<b>Rhodophyceae</b>																		
Hildenbrandia rivularis												1						
<b>Euglenophyceae</b>																		
Euglena acus (Ehrenberg)														2				
Euglena gracilis (Klebs)															1			
Euglena sp.								2		1								1
Phacus elegans (Pochmann)															1			
Phacus monilatus (Stokes)										1								
Phacus sp.										1								1
Trachelomonas abrupta (Svirenko)										1								

Trachelomonas cervicula (A. Stokes )									3									
Trachelomonas hispida (Perty) F. Stein			3				2	3		2				1	2			
Trachelomonas nigra (Svirenko)																2		
Trachelomonas planctonica (Svirenko)										1					2			
Trachelomonas sp.		1	5	2														
Trachelomonas volvocina (Ehrenberg)									3						2		3	
Trachelomonas volvocinopsis (Svirenko)									2	2					2			
<b>Dinophyceae</b>																		
Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Dujardin					2	1	3	3		3	2	4		3	2	3		2
Cystodinium cornifax (Schilling)																1		
Peridinium bipes (F. Stein)				2	3	5	2	3	3	2			1	2	2	3	2	3
Peridinium sp.				1	1				2									
<b>Chrysophyceae</b>																		
Dinobryon bavaricum (Imhof)																		1
Dinobryon divergens(O.E.Imhof)				4	4	2					4		2	4	3	3	3	3
<b>Bacillariophyceae</b>																		
Achnanthes sp.				+	+													
Amphora sp.					1													
Amphora subcapitata (Kisselev) Hustedt																	2	
Asterionella formosa (Hassall)		3	2	2	3	1	3			2			4	4	4	4	3	3
Aulacoseira aff. fennoscandica (A. Cleve-Euler) R. Ross										1								
Centrales		2		1	1			2		1	2							

Cocconeis placentula (Ehrenberg)				+	+	+										1		
Cymbella minuta Hilse ex Rabenhorst				1		1										2		
Cymbella helvetica (Kützing)											2							
Cymbella sp.		3	2		2		2					3						1
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck											2							
Encyonema sp.				+	+													
Epithemia sorex (Kützing)										1						2	2	
Epithemia sp.				1	1						1							
Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow											2							1
Fragilaria crotonensis (Kitton)				2	1		2			3			1	2		1		
Fragilaria sp.	6		2		1								2					
Gomphonema sp.																		1
Gomphonema truncatum (Ehrenberg)				+	+	+						2				1		
Gomphonema ventricosum (Gregory)														1				
Gyrosigma sp.										1			1					
Gyrosigma spenceri (J.W. Bailey ex Quekett) Griffith & Henfrey																	1	
Navicula germainii (J. H. Wallace)				1														
Navicula lanceolata (C. Agardh) Kützing																		1
Navicula radiosa (Kützing)		3	2		1	1										2	2	
Navicula sp.			2	3	2	1	2	3	3		2	3	3	2			1	
Nitzschia sp.		3	1	1	1		2			1		3				1		
Pinnularia sp.				2	2	1			3	1				2			2	

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O.F. Müller					+	+										1	1
Rhopalodia sp.				+	+												
Synedra sp.			2														
Xanthophyceae																	
Vaucheria sp.													1				
<b>Chlamydomphyceae</b>																	
Eudorina elegans (Ehrenberg)				1	2		2						2				
Pandorina morum (O.F. Müller) Bory de Saint-Vincent									4	1	2		2		3	2	2
Tetraspora gelatinosa (Vaucher) Desvaux					+	+											
Volvox aureus (Ehrenberg)							4										
<b>Chlorophyceae</b>																	
Aktinastrum sp.																	1
Ankistrodesmus fusiformis (Corda ex Korshikov)				1													
Ankyra ancora (G.M. Smith) Fott							3			2							
Bulbochaete sp.																	1
Coelastrum microporum (Nägeli)					1	2	3		1			1		1	1		1
Crucigeniella apiculata (Lemmermann)								2									
Desmodesmus sp.				1		1							2		2		3
Chaetophora elegans (Roth) C. Agardh					+	+											
Korshikoviella gracilipes (Lambert) P. C. Silva										2							
Lagerheimia subsalsa (emmermann)														1			
Microspora sp.													1				

Monoraphidium nanum (Ettl) Hindak							1											
Oedogonium sp. steril			1	2	2		1			1								
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini		2	1			1				1			2	1	1	2	1	
Pediastrum duplex (Meyen)										1			2		1	1	1	
Pediastrum simplex (Meyen)										1			2	1		1	1	
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs				1		1		3			2				1		1	
Phacotus lenticularis (Ehrenberg) Stein								1										
Planktonema sp.					+	+												
Planktosphaeria gelatinosa (G.M. Smith)		+	+															
Radiococcus sp.											1							
Podohedra sp.										1								1
Scenedesmus obtusus (Meyen)															2			
Scenedesmus obtusus var. alternans (Reinsch) Compère										2								
Scenedesmus perforatus (Lemmermann)																	1	
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson								3										
Scenedesmus sp.													3	1	2	3		
Tetraedron caudatum (Corda) Hansgirg																	1	
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg										2	2		2	3	2			
Tetrastrum elegans (Playfair)														1				
Tetrastrum triangulare (Chodat) Komárek										1								

<b>Trebouxiophyceae</b>																		
Dictyosphaerium pulchellum (H.C. Wood)													2					
Dictyosphaerium pulchellum var. minutum (Deflandre)									1									
Dictyosphaerium sp.			2					2							2	2	2	
Dictyosphaerium tetrachotomum (Printz)																1		
Ocystis marssonii (Lemmermann)									1									
Oocystis borgei (J. Snow)									1									
Oocystis lacustris (Chodat)									1						1			
Oocystis sp.					2		3	3					1	1	1			2
Ulvophyceae																		
Binuclearia sp.															1			
Ulothrix sp.				2								1	1					
Ulothrix variabilis (Kützing)										1								
<b>Zygnemophyceae</b>																		
Closterium acerosum (Schrank) Ehrenberg ex Ralfs							2						2					
Closterium acutum (Brébisson)							2											
Closterium sp.												2				1		
Cosmarium botrytis (Meneghini ex Ralfs)						+	+											
Cosmarium depressum (Nägeli) P. Lundell											2					2		
Cosmarium formulosum (W.E. Hoffmann ex Nordsted)													1		1			
Cosmarium laeve (Rabenhorst)						+	+	2										
Cosmarium sp.1-hladké		1			2			2			1							2



Cosmarium sp.2-vroubkaté, nesymetrické					+	+												
Cosmarium sp.3-vroubkaté, symetrické		+	+	+	+	+	2	2	2	1	2	3		1	1		2	
Mougeotia sp. steril		2	3		2		3		3	1	2	3	1		1		2	1
Pleurotaenium sp.					1								1	1				
Spirogyra sp. steril 1						1												
Spirogyra sp. steril 2		1																
Spirogyra sp. steril 3		2	2				2							2	2		2	
Spirogyra sp. steril 4		2	2		2	2	2		3			3	2			2		2
Staurastrum inflexum (Brébisson)																	1	2
Staurastrum planktonicum (Teiling)		1						2	3		3					1		2
Staurastrum sp.													1	2	1			
Staurastrum tetracerum (Ralfs)				1										2				
Zygnema sp. steril		3	2	2				3		1				2	1	2	2	