

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Algologický průzkum rybníku Tofa

Algological survey of Tofa pond

Bc. Adéla Strmisková

Olomouc 2024

Vedoucí práce: Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

Bibliografický záznam

Autor:	Adéla Strmisková
Název práce:	Algologický průzkum rybníku Tofa
Studijní program:	Učitelství přírodopisu a environmentální výchovy pro 2. stupeň základních škol + Geografie (učitelství)
Vedoucí práce:	Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.
Konzultant:	Mgr. Jana Růžicková, Ph.D.
Akademický rok:	2023/2024
Počet stran:	68+20
Klíčová slova:	sinice, zelené řasy, rybník, Tofa, algologický průzkum, eutrofizace, lineární (regresní) modely

Bibliographic record

Author:	Adéla Strmisková
Title of thesis:	Algological survey of Tofa pond
Degree programme:	Natural history and environmental education with a focus on education
Supervisor:	Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.
Conzultant:	Mgr. Jana Růžicková, Ph.D.
Year:	2023/2024
Number of pages:	68+20
Keywords:	cyanobacteria, green algae, pond, Tofa, algological survey, eutrophication, linear regression model

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá algologickým průzkumem rybníku Tofa. Cílem této práce je determinovat taxony sinic a řas, vytvořit seznam nalezených taxonů a zdokumentovat sezónní dynamiku algologických společenstev. K tomuto účelu byly odbírány jednou měsíčně vzorky, a to od května do října roku 2023, vždy ze tří odběrových míst. Dalším cílem bylo zhodnocení taxonové diverzity a početnosti organismů v závislosti na abiotických podmínkách za pomoci vhodných statistických metod. Celkem bylo nalezeno 77 taxonů sinic a řas, přičemž nejpočetnější skupinou byly zelené řasy, kterých bylo 29 taxonů. Dále bylo determinováno 24 taxonů sinic, 9 taxonů rozsivek, 8 krásivek, 3 obrněnky, 3 krásnoočka a 1 taxon zlativek. Na taxonovou diverzitu měla vliv pouze teplota a na početnost organismů měla vliv konduktivita.

Abstract

This thesis deals with the algological survey of Tofa Pond. The aim of this work is to determine the species of cyanobacteria and algae, to create a list of the found species and to document the seasonal dynamics of the algological communities. For this purpose, samples were collected once a month, from May to October 2023, from three sampling locations each time. Another goal was to analyse the taxonomic diversity and abundance of organisms in relation to abiotic conditions using appropriate statistical methods. A total of 77 taxa of cyanobacteria and algae were found, with green algae being the most abundant group with 29 taxa. Furthermore, 24 taxa of cyanobacteria, 9 taxa of diatoms, 8 taxa of Streptophyta, 3 taxa of Euflenophyta, 3 taxa of Cryptophyta and 1 taxon of Chrysophyceae were determined. Temperature had an effect on taxon diversity, and conductivity had an effect on the abundance of organisms.

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Bc. Adéla STRMISKOVÁ**
Osobní číslo: **D22405**
Adresa: **Na Hrázi 1736, Hranice – Hranice I-Město, 75301 Hranice 1, Česká republika**
Téma práce: **Algologický průzkum rybníku Tofa**
Téma práce anglicky: **Algological survey of Tofa pond**
Jazyk práce: **Čeština**
Vedoucí práce: **Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.**
Katedra biologie

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je algologický průzkum rybníku Tofa u Hranic. Teoretická část bude zaměřena především na komplexní charakteristiku dané oblasti. Stěžejní částí práce bude praktická činnost spočívající v odběrech vzorků fytoplanktonu a měření fyzikálně-chemických hodnot vody v rybníce během vegetačního období. V získaných vzorcích bude podrobně prostudováno složení přítomných fytoplanktonních společenstev. Bude prezentován přehledný soupis nalezených taxonů s jejich charakteristikami. Vzorky fytoplanktonu budou vyhodnoceny z kvalitativního i semikvantitativního hlediska během vegetační sezóny.

Seznam doporučené literatury:

1. Pouličková A., Základy ekologie sinic a řas. Vydání 1. Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, ISBN 978-80-244-2751-5
2. Dvořák P., Casamatta D.A., Hašler P., Jahodářová E., Norwich A.R., Pouličková A. (2017) Diversity of the Cyanobacteria. In: Modern topics in the phototrophic Prokaryotes: Environmental and Applied Aspects. (Ed. By Hallenbeck P.C.), Springer International Publishing, Switzerland. Pp 3-46.
3. Komárek J., Kaštovský J., Mareš J., Johansen J.R. (2014) Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. Preslia 86: 295-335.
4. Lellák, Jan. Hydrobiologie. Praha: Karolinum, 1991. ISBN 80-7066-530-0.
5. Kubiček, František a Miloš Zelinka. Základy hydrobiologie. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982.
6. Kalina, Tomáš a Jiří Váňa. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1.
7. Pouličková, Aloisie, Petr Dvořák a Petr Hašler. Průvodce mikrosvětlem sinic a řas. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4408-6.
8. Ivanova, Anna Pavlovna, Jaroslav Vrba, Jan Potužák a Jan Regenda a Otakar Strunecký. Seasonal Development of Phytoplankton in South Bohemian Fishponds (Czechia). Water. 2022, 14(13), 1979. ISSN 2073-4441.
9. Falconer, Ian R. Potential impact on human health of toxic cyanobacteria. Phycologia. 2019, 35(6), 1996. ISSN 00318884.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla v ní všechny použité zdroje a literaturu.

V Olomouci dne.....

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce paní Mgr. Evě Jahodářové, Ph.D. za cenné rady a pomoc s určováním. Rovněž děkuji za pomoc s určováním panu doc. Mgr. Petru Dvořákovi, Ph.D. paní Mgr. Janě Růžičkové, Ph.D. za pomoc se statistickým vyhodnocením a také děkuji paní doc. RNDr. Jitce Málkové, CSc. za určení sporných vyšších rostlin. Dále děkuji panu Mgr. Pavlovi Helískovi za informace o revíru.

Především bych chtěla poděkovat mému příteli, který mi poskytl vhodné podmínky při psaní práce a spolu se mnou „přetrpěl“ terénní průzkum rybníku a pomáhal mi s odběry vzorků vody.

Obsah

Úvod.....	1
Cíle práce	2
1 Charakteristika pevninských vod	3
1.1 Tekoucí vody	3
1.2 Stojaté vody.....	3
1.2.1 Rybníky	5
1.2.2 Tůňe.....	6
1.2.3 Jezera.....	7
1.2.4 Zatopené pískovny neboli písničky	7
1.3 Kvalita vody a její znečišťování	8
2 Rybníkářství	10
2.1 Počátky rybníkářství.....	10
2.2 Novodobá historie rybníkářství a recent	11
3 Fyzikálně-chemické vlastnosti stojatých vod	14
3.1 pH vody.....	14
3.2 Teplota.....	15
3.3 Elektrolytická konduktivita.....	15
3.4 Průhlednost vody.....	15
3.5 Barva vody	16
4 Vliv živin na sinice a řasy	17
4.1 Oligotrofie	18
4.2 Eutrofie a eutrofizace vod	18
4.3 Hypertrofie	19
4.3 Důsledky eutrofizace.....	20
5 Biocenóza sladkovodních nádrží.....	22
5.1 Plankton	22

5.2 Fytoplankton a sezónní dynamika.....	23
5.3 Sinice (Cyanobacteria).....	24
5.4 Řasy.....	26
6 Využití a hrozby	29
6.1 Využití sinic a řas	29
6.2 Toxicita sinic	30
7 Metodika	32
7.1 Charakteristika zájmového území	32
7.1.2 Historie rybníku Tofa	33
7.1.3 Dnešní využití	35
7.2 Odběr vzorků.....	36
7.3 Morfologická determinace	39
7.4 Semikvantitativní analýza fytoplanktonu.....	40
7.5 Statistické vyhodnocení dat.....	41
8 Výsledky	42
8.1 Teplota vzduchu	42
8.2 pH vody.....	42
8.3 Teplota vody.....	43
8.4 Konduktivita.....	44
8.5 Taxonomické složení sinic a řas	44
8.6 Semikvantitativní analýza sezónní dynamiky fytoplanktonu rybníku Tofa.....	47
8.7 Výsledky vlivu fyzikálně-chemických faktorů na taxonovou bohatost a početnost organismů.....	48
9 Diskuse.....	50
9.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody	50
9.2 Trofie vody.....	51
9.3 Sezónní dynamika a nalezené taxony	52

9.4 Vliv fyzikálně-chemických vlastností vody na taxonovou početnost a početnost organismů.....	54
10 Závěr	56
11 Zdroje	57
Seznam obrázků	69
Seznam tabulek	70
Seznam grafů.....	71
Seznam příloh.....	72
.....	79
.....	80

Úvod

V rámci rozsáhlého spektra ekosystémů, které tvoří mozaiku české krajiny, se často setkáváme s lokalitami, jejichž ekologický význam a sezónní dynamika zdejšího fytoplanktonu zůstávají mimo hlavní zorné pole vědeckého výzkumu. Jednou z takových oblastí je rybník Tofa, který představuje typický příklad nepopsané lokality s potenciálně unikátními ekologickými charakteristikami díky své historii a lidskému aspektu. Zvláštní pozornost je věnována ekologické dynamice fytoplanktonu, který může sloužit jako indikátor změn v ekosystému, jež jsou vyvolány například eutrofizací – procesem ovlivňujícím kvalitu vody v důsledku nadměrného přísunu živin.

Analýza složení různých skupin fytoplanktonu nám umožní nejen lépe pochopit aktuální stav vodního ekosystému rybníka Tofy, ale také předvídat možné budoucí změny a identifikovat potenciální rizika spojená s antropogenní činností v jeho okolí.

Práci jsem si rozdělila do dvou hlavních kapitol, a to teoretickou a praktickou část. V rámci teoretické části se budu věnovat rešerši a komplexní charakteristice daného území. Rovněž bude součástí kapitola o fyzikálně chemických vlastnostech vody, které k práci neodmyslitelně patří. Dalšími samostatnými kapitolami pak budou informace o řasách a sinicích nebo také o problematice toxických sinic.

Praktická část je zaměřena především na terénní průzkum lokality, sběr dat v podobě měření fyzikálně-chemických vlastností vody a odběrů vzorků fytoplanktonu. Po terénním průzkumu přicházela práce v laboratoři. Zjišťovala jsem sezónní dynamiku fytoplanktonu za pomoci semikvantitativní analýzy, řešilo se taxonomické zařazení fytoplanktonu a následně se vyhodnocovala statistická data.

Je nutno podotknout zásadní informaci, a sice tu, že pojem „rybník“ – v souvislosti s Tofou – zde bude jen pracovním názvem, jelikož Tofa nesplňuje všechny podmínky, kterými je právě rybník jako takový charakteristický (viz. podkapitola 3.2.1).

Cíle práce

Tato diplomová práce se zabývá algologickým průzkumem vodní plochy Tofa. Mezi hlavní cíle této práce patří literární rešerše, jež se zabývá problematikou sinic a řas, dále pak charakteristika studované oblasti, floristický průzkum fytoplanktonních společenstev vodního díla a sledování vývoje fyzikálně-chemických parametrů vodního prostředí na daných odběrových místech. V neposlední řadě také srovnání početnosti a bohatosti taxonů fytoplanktonních společenstev během jednoho vegetačního období a jejich potencionální ovlivnění různými fyzikálně-chemickými vlastnostmi vody, jako je teplota, konduktivita a pH.

1 Charakteristika pevninských vod

Pevninské vodstvo lze rozčlenit na vody podzemní a povrchové. Podzemní vody se dále dělí na průlinové a puklinové, vody povrchové se rozlišují na tekoucí a stojaté (Lellák, 1991).

1.1 Tekoucí vody

Tekoucí neboli lotická voda je podle Lelláka (1991) voda tvořená srážkami, jež není nezachycená rostlinstvem, neabsorbuje se do země a ani se neodpaří zpět do atmosféry. Tato voda pak stéká vlivem gravitace po povrchu země, spojuje se s podzemní vodou, a vytváří tak vodní, jenž jsou propojené v hydrografické síti odvodňující povodí. Tekoucí vody si prouděním utváří svá koryta. Především se jedná o prameny, potoky a řeky (Pouličková, 2011). V okolí rybníka Tofy se nachází řeka Bečva.

1.2 Stojaté vody

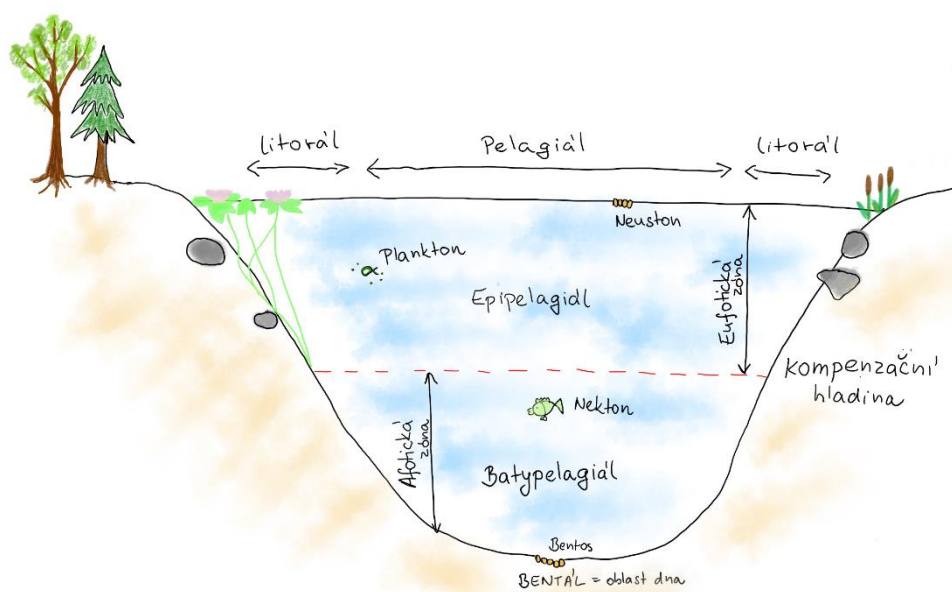
Stojaté čili lentické vody představují vodní přirozené i uměle vybudované ekosystémy. Zahrnující jezera, rybníky, mokřady či tůně nebo pak také přehrady, jež jsou přechodným typem mezi vodami stojatými a tekoucími (Lellák, 1991).

Tyto ekosystémy jsou klíčové pro udržení biologické rozmanitosti, protože poskytují habitat pro mnohé druhy rostlin a živočichů. Kromě toho mají stojaté vody zásadní význam pro regulaci mikroklimatu v blízkém okolí, jelikož jejich přítomnost může zpomalovat procesy oteplování a podporovat lokální srážky (Liu, 2020). Jako příklad si můžeme dát Aralské jezero, ačkoliv je rozměrově mnohem větší než vodní nádrže u nás. Aralské jezero, kdysi čtvrté největší na světě, utrpělo kvůli intenzivnímu odvádění vody pro zemědělské účely, což vedlo k jeho drastickému zmenšení a zhoršení mikroklimatu v regionu (Létolle, 1996). A právě ochranou našich vodních ploch můžeme podobným případům zabránit, ať už se jedná o lokální či globální měřítko.

Ačkoliv by se z definice stojatých vod mohlo zdát, že je voda stálá a nedochází u ní k žádnému pohybu, není to tak úplně pravda. Každá vodní plocha v přírodě je vystavena několika faktorům, jež vodní masu neustále ovlivňují. U menších vodních nádrží jde například o vítr nebo změny teploty během dne či také

v průběhu ročních změn teplot, u větších nádrží se bere v potaz přítok a odtok či dokonce rotace Země (Pouličková, 2011).

Dle Lelláka (1991) se každý životní prostor nádrže člení na oblast volné vody neboli pelagiál a na oblast dna, tzv. bentál. Organismy se v oblasti volné vody vznášejí (plankton) nebo aktivně plavou (nekton) a pouze hrstka druhů sestupuje do bentálu, například kvůli dokončení určité vývojové fáze. Obě oblasti, pelagiál i bentál, se pak dále člení z hlediska světelného gradientu. Co se týče pelagiálu, jeho vrchní prosvětlená vrstva s převahou fotosyntetické produkce se nazývá epipelagiál, zatímco v jeho spodních vrstvách nacházíme batypelagiál. V batypelagiálu za nedostatku světla neprobíhá fotosyntetická produkce, navíc zde převládá rozklad organické hmoty a dýchání organismů. Mezi epipelagiálem a batypelagiálem se nachází tzv. kompenzační hladina, jež vyrovnává efekt fotosyntetických procesů a dýchání (Říhová Ambrožová, 2003). Pro lepší představu jednotlivých zón je zde umístěn Obrázek 1.



Obrázek 1 Schématický náčrt životního prostoru ve vodní nádrži, upraveno podle Pouličkové (2011), Říhové Ambrožové (2003) a Lelláka (1991)

1.2.1 Rybníky

Rybníky¹ jsou dle Poulíčkové (2011) nejpočetnějším biotopem stojatých vod v ČR. Zároveň jsou charakterizovány jako umělé, mělké, stojaté vody, které bývají hrazené a voda se dá opakovaně napouštět a vypouštět (Poulíčková, 2011). Právě proto je zde dle Adámka (2010) omezený výskyt jezerních druhů, jelikož nedokážou přežít období bez vody při vypuštění rybníka. Rybníční ekosystém tedy tvoří převážně společenstva, jež jsou původem z biotopu tůní a řek.

Rybníky lze rozdělit dle mnoha kritérií. Dle Křivánka (2012) patří mezi nejzákladnější kritéria následující: podle polohy, podle okolí, podle způsobu napájení, podle vedlejších úkolů, anebo podle druhu chovaných ryb, viz Tabulka 1.

Tabulka 1 Rozdělení rybníků dle vícero kritérií

Podle polohy	Rybníky nížinné
	Rybníky vrchovinné
	Rybníky ve vysoké nadmořské výšce
	Polní rybník
Podle okolí	Luční rybník
	Lesní rybník
	Návesní rybník
	Rybník v zástavbě
Dle způsobu napájení vodou	Rybníky nebeské
	Rybníky pramenité
	Rybníky průtočné
	Rybníky náhonové
Podle druhu chovaných ryb	Kaprové rybníky
	Pstruhové rybníky
Podle vedlejších úkolů	Závlahové rybníky
	Biologické (dočišťovací) rybníky
	Požární rybníky
	Rekreační rybníky
	Zámecké a parkové rybníky
	Usazovací rybníky
	Vodárenské rybníky

Zdroj: Křivánek (2012), zpracování vlastní, 2024

¹ Dle zákona č. 99/2004 Sb. je rybníkem vodní dílo, které je vodní nádrží určeno především k chovu ryb, ve kterém lze regulovat vodní hladinu, včetně možnosti jeho vypouštění a slovení. Dále je rybník dle zákona tvořen hrází, nádrží a dalšími technickými zařízeními.

Obecně patří rybníky mezi vodní nádrže stejně jako přehrady či retenční nádrže a jako takové mají širokou škálu funkcí (Kirchner, 2010). Obvykle slouží k rekreaci či k rybolovu nebo právě jako retenční nádrž (Liebscher, 2014). Důležitější funkcí je, že poskytuje teritorium pro širokou škálu vodních a břehových organismů, což z něj činí důležitý biotop pro zachování biodiverzity v regionu (Pokorný, 2018).

V rybnících najdeme nespočet bezobratlých taxonů a rovněž mnoho obratlovců, pro které je tento biotop příhodný. Mezi typické zástupce bezobratlých, jež obývají rybníční ekosystém, patří vířníci (Rotifera), perloočky (Cladocera) klešťanky (Corixidae), potápníci – například potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*). Z pleustonů, tedy skupině organismů, jež využívají povrchového napětí vody k tomu, aby po ní mohli běhat nebo klouzat, patří například bruslařka obecná (*Gerris lacustris*) (Vodní bezobratlí živočichové, *n.d.*). Mezi časté zástupce z bezobratlých, kteří obývají naše rybníky, patří vodule (Punčochář, 2021).

Při průzkumu soustavy rybníků našla Mlnářiková Binterová (2019) kromě hmyzu mnoho měkkýšů, jako je plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) nebo okružák ploský (*Planorbis corneus*) a také mlže, konkrétně perlorodku říční (*Margaritifera margaritifera*). Rovněž objevila ploštěnku mléčnou (*Dendrocoelum lacteum*) a několik druhů pijavic a na desítky druhů členovců. Ze strunatců odchytila v rybnících mnoho ryb a obojživelníků (Mlnářiková Binterová, 2019).

Flóra rybníčních porostů je také velmi pestrá. Typickým zástupcem břehových porostů je rákos obecný (*Phragmites australis*) nebo orobinec úzkolistý (Kocián, 2003). Při letnění rybníka bývá k vidění jednoletá rostlina – puchýřka útlá (*Coleanthus subtilis*), která roste na obnažených plochách rybníků (Šumberová, 2013). Dalším zástupcem jednoletek je sítina žabí (*Juncus bufonius*) nebo psárka plavá (*Alopecurus aequalis*). Z vodních makrofyt můžeme jmenovat stulík žlutý (*Nuphar lutea*) nebo okřehek hrbatý (*Lemna gibba*) (Kocián, 2003).

1.2.2 Tůň

Podle Pouličkové (2011) a Ambrožové (2003) je tůň drobná nevypustitelná vodní nádrž, jež může být přirozeného charakteru, nebo ji lze uměle vytvořit. Mohou to být i zbytky mrtvých ramen řek, přičemž mohou být syceny vodou právě z dané řeky například při povodních. Tůně se dělí na permanentní a periodické a nachází se v nivách nížinných řek. Co se týče hloubky trvalých tůní, ta činí v průměru 2 m, takže

jsou poměrně mělké. Litorální zóna je bohatě vytvořená, oproti tomu profundál téměř vždy chybí. Tůň se od rybníku liší tím, že je zde nemožné pozorovat sinice.

1.2.3 Jezera

Jezero jako významný krajinný prvek má dnes mnoho sporných definic (Šinko, 2010), nicméně Ministerstvo životního prostředí (dále MŽP) definuje jezero jako přirozenou depresi zemského povrchu, jež je vyplněná sladkou či slanou stojatou vodou, která se nepohybuje v jednom směru a není přímo spojena s mořem. Dle Mitra (2014) navíc může mít svůj přítok a odtok. MŽP mezi jezera zahrnuje nejen ta přirozená, ale v rámci zákona² o ochraně přírody a krajiny mezi jezera zařazuje i vodní plochy, které vznikly zatopením jam nebo lomů po ukončení těžební činnosti. Proto do této kategorie zahrnujeme i bývalé zatopené pískovny. Klíčovým přínosem těchto míst je podle Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky (dále AOPK ČR) přítomnost tzv. oligotrofních stanovišť, což jsou oblasti s nízkým obsahem živin. V současné krajině jsou taková stanoviště vzácná, jelikož lidská aktivita vede k významnému zvyšování úrovně živin v prostředí (Řehouňková, 2006).

1.2.4 Zatopené pískovny neboli písničky

Jde o místo, kde se kdysi těžilo. Samotný název je lehce zavádějící, jelikož se v téměř každé naší pískovně těží písek s příměsí štěrku, a jde tedy o těžbu štěrkopísku (Šinko, 2010). Bývalé pískovny musí být dle vyhlášky č. 97/1966 Sb.³ zrekultivovány tak, aby došlo k zahrazení následků těžby. Ta může být prováděna suchým, nebo mokřým způsobem, v závislosti na tom, zdali se těží nad nebo pod hladinou podzemí vody. Je-li těžební lokalita umístěna v těsné blízkosti vodního toku, častěji se uplatňuje právě mokřý způsob těžby, což často vede k formování rozsáhlých antropogenních jezer. Tato metoda těžby má za následek vznik mokřadních pískoven, jež jsou z hlediska přírodního významu často považovány za významné (Řehouňková, 2007). Pokud se těží za pomoci suchého způsobu, pak se

² Zákon č. 114/1992 Sb.: § 3 (b) „Významný krajinný prvek jako ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny utváří její typický vzhled nebo přispívá k udržení její stability. Významnými krajinnými prvky jsou lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy. Dále jsou jimi jiné části krajiny, které zaregistruje podle § 6 orgán ochrany přírody jako významný krajinný prvek, zejména mokřady, stepní trávníky, remízy, meze, trvalé travní plochy, naleziště nerostů a zkamenělin, umělé i přirozené skalní útvary, výchozy a odkryvy a území, na nichž probíhá přírodě blízká obnova těžbou narušeného území podle plánu nebo dokumentace uvedených v § 4 odst. 6.“

³ „Organizace provozující těžební nebo průmyslové činnosti jsou povinny vypracovat návrhy plánu zahrazení následků těžby nebo jiné průmyslové činnosti včetně rekultivace poškozených pozemků.“

po ukončení těžby vysazují na písčité pláne převážně monokultury borovice (*Pinus*) (Matějček, 2005), avšak Řehounková (2007) naznačuje, že pro oblasti postižené těžbou by bylo přínosnější, kdyby se tyto oblasti nechaly neobhospodařované. Tento přístup by umožnil, aby se iniciální sukcese rozvinula sama, což by mělo za následek vyvinutí hodnotnějšího ekosystému, jež by mohl být plně obnoven už přibližně po 25 letech (Řehounek, 2015). Pískovny lze podle Šinka (2010) kategorizovat podle množství vody na tři hlavní typy:

- zatopené pískovny, které jsou celé vyplněny vodou;
- pískovny tvořené drobnými tůňmi, kde se voda nachází v menších izolovaných oblastech;
- a suché pískovny, kde se voda nevyskytuje vůbec.

Dle Matějčka (2005) se vegetace vytěžených pískoven většinou vyznačuje vysokým podílem geograficky nepůvodních druhů, což může negativně ovlivnit stávající biodiverzitu. Mezi časté druhy, které lze na břehu lomových jezer pozorovat, patří zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*), zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*), turan roční (*Erigeron annuus*) či netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*). Rovněž se na místě těžby můžeme setkat s křídlatkou (*Reynoutria* sp.) a častý bývá také trnovník akát (*Robinia pseudacacia*).

Jako další nevýhodu lomových jezer vidí Matějček (2005) v tom, že podzemní voda se snadněji znečistí, což může v některých pískovnách vést po určité době k nadměrné tvorbě řas. Dalším problémem je samotná těžba štěrkopísku, která negativně ovlivňuje půdy. Ložiska štěrkopísku se často nachází v blízkosti velkých řek, kde jsou půdy bohaté a úrodné. To znamená, že těžbou dochází k ničení cenného půdního fondu, jako jsou černozemě a nivní půdy.

Oproti všem negativům můžeme v místech, kde se nachází lomová jezera, najít i pozitiva. V místech, kde těžba pronikla až k podzemní vodě, se často tvoří malé vodní plochy – tůně. Ty lákají obojživelníky a některé druhy vodních ptáků, což přispívá k rozmanitosti jinak monotónní zemědělské krajiny (Matějček, 2005).

1.3 Kvalita vody a její znečišťování

Kvalita vody neboli jakost vody je pojem zahrnující různé aspekty a faktory, které mají vliv na možnosti využití vody pro lidské potřeby. Tento termín odráží,

do jaké míry je voda vhodná pro konkrétní použití, ať už se jedná o pití, zemědělství, průmysl nebo rekreaci, na základě jejích fyzikálních, chemických a biologických vlastností (MZe ČR, @2024).

Kopp (2015) rozděluje kvalitu povrchových vod do 5 tříd, přičemž 1. třída je neznečištěná voda a 5. třída je velmi silně znečištěná voda. Faktory, jenž ovlivňují jakost vody, jsou rozděleny na tyto hlavní kategorie:

- **saprobity**, vyvolaná přítomností organických látek schopných biochemického rozkladu;
- **toxikita** neboli vliv jedovatých látek;
- **eutrofizace** (viz podkapitola 4.2);
- **acidifikace** čili proces okyselování vodních ekosystémů vlivem zvýšení koncentrace vodíkových iontů.

Mezi další faktory, které ovlivňují kvalitu stojatých vod, řadí Kopp (2015) obsádky ryb, intenzitu přikrmování, hnojení, vápnění, klimatické podmínky, kvalitu a množství přítokové vody. Hubačíková (2008) vidí problém ještě v průmyslu a zemědělství, jelikož ty ovlivňují kvalitu vod neustále. Mezi nejzávažnější znečištění v rámci průmyslu řadí potravinářský, papírenský, textilní, kožedělný, báňský, chemický, hutní, kovodělný a ropný průmysl. Co se týče znečištění vod ze zemědělství, tam jsou na tom nejhůř látky, které se používají pro znásobení úrody, jako jsou umělá i přírodní hnojiva (keřda a močůvka), pesticidy, odpadní vody a další (Oppeltová, 2015).

2 Rybníkářství

2.1 Počátky rybníkářství

Existuje mnoho hypotéz, kdy rybníkářství na našem území vzniklo. Počátky se někdy dávají do souvislosti s Kelty, kteří při těžbě rud vystavovali v blízkosti vodní nádrže, aby mohli rudu propírat. Tento počín se datuje okolo 6.-1. století př. n. l., avšak není přímých důkazů. Navíc se tyto vodní nádrže nedají považovat za rybníky jako takové, jelikož jim chyběla výpust' a vznikaly nejčastěji prostým přehrazením drobného vodního toku. Takovým vodním dílům se ve starší literatuře říkalo stav a ještě ve 14. století se rybníky a stavy rozlišovaly. Přehrazování říček stavy se také připisuje mimo jiné prvním Slovanům na našem území. Toto jsou však podle Křivánka (2012) a Liebschera (2010) pouze domněnky.

První skutečně podložené zmínky o založení rybníku jsou z 10. století (rok 993), kdy šlo o osadu Rybníček, jež tehdy ležela nedaleko dnešního Karlova náměstí v Praze a dnes je její připomínkou pouze ulice Na Rybníčku. Díky průzkumu archeologů dnes víme, že jde pravděpodobně o první historicky doložený rybník, který čítal 6×12 m (Liebscher, 2010). Tato skutečnost dokazuje, že první rybníky byly spjaty s lidskými sídlly, kde plnily funkci zásobáren vody (Pavelková Chmelová, 2014).

Další informace, která hovoří již zcela jasně o rybníku, pochází z dodatku Kosmovy kroniky, jež hovoří o založení Sázavského kláštera (Pavelková Chmelová, 2014). Zpráva, ve které se hovoří o rybníku, se datuje k roku 1034, přičemž se předpokládá, že rybník je staršího data (Liebscher, 2010). Dle Křivánka (2012) se rybníky v pravém slova smyslu začaly na Moravě vyskytovat později než v Čechách, a to ve 13. století, ačkoliv některé zmínky hovoří již o 11. století právě v souvislosti s církví. První rybníky tedy vznikaly převážně na církevní půdě kvůli postní potravíně, kterou ryba pro křesťany, přesněji řečeno pro katolickou větev křesťanství, bezesporu je (Liebscher, 2014; Zemanová, 2013).

Později, ve 13. století, zakládal rybníky na území Čech řád německých rytířů a ve 14. století, konkrétně v roce 1356, se rozjela velká vlna zakládání rybníků na popud Karla IV., který chtěl zamezit dalším katastrofálním následkům povodní (Liebscher, 2010). Dle odhadů bylo za Karla IV. v Čechách celkem 75 000 ha rybníků (Křivánek, 2012). Ve stejném období se objevila nevyužitá ekonomická příležitost

spojená s rybníky, které začaly být intenzivně využívány pro chov kaprů. Tyto ryby byly oblíbené díky svému chutnému masu a zároveň vykazovaly dobrou odolnost při lovu a přepravě (Pavelková Chmelová, 2014).

V 15. století sice nastal úpadek, rozvoj rybníků na sebe ale nenechal dlouho čekat. V Čechách se objevuje Vilém II. Z Pernštejna, který začal podnikat právě v rybníkářství, jelikož šlo o podnikání, jež tehdy přinášelo nejvíc zisku. Na Moravě prosluli svou osvětou a zakladatelskou rybníkářskou činností olomoucký biskup Stanislav Thurso a jeho následovník Jan Dubravius. Celkově se mezi lety 1490-1540 vybudovalo ca 25 000 rybníků. Někteří autoři 16. století nazývají „zlatým věkem rybníkářství“, jelikož celková výměra rybníků činila kolem neuvěřitelných 180 000 ha (Liebscher, 2010).

Mezi 17. a 18. stoletím došlo k postupnému nárůstu počtu obyvatel, což bylo částečně způsobeno objevem a rozšířením nových plodin, jako jsou brambory a cukrová řepa. Tyto novinky měly významný dopad na zemědělství a stravovací návyky lidí. Přechod dobytka z pastvin do stájí vedl k nárůstu produkce chlévské mrvy a následně ke zlepšení hnojení polí, což umožnilo intenzivnější využívání zemědělské půdy. Tento vývoj měl za následek stagnaci rybníkářství a v některých případech i vysoušení rybníků, aby se uvolnila půda pro pěstování nových plodin (Liebscher, 2010).

2.2 Novodobá historie rybníkářství a recent

V 19. století se trend vysoušení rybníků a přeměny na zemědělskou půdu ještě zintenzivnil, zejména kvůli rostoucí poptávce po cukrové řepě, která byla klíčovou surovinou pro rostoucí cukrovarnický průmysl. Tato změna využití půdy nejenže ovlivnila krajinný charakter některých oblastí, ale také měla důležité socioekonomické dopady, protože cukrovarnictví se stalo významným zdrojem příjmů pro zemědělce a podnikatele v této oblasti (Liebscher, 2010).

V druhé polovině 19. století prožívalo české rybářství období známé jako "česká rybníkářská renesance". Toto období se vyznačovalo obnovou a modernizací rybníkářství, což bylo do značné míry díky přínosům několika klíčových osobností. Václav Horák (1815-1900) sehrál významnou roli v obnově rybníků. Zavedl praxi letnění rybníků, což znamenalo jejich pravidelné vypouštění během letních měsíců, aby se zlepšila kvalita vody, a došlo tak ke zvýšení produkce (Pavelková Chmelová,

2014). Další osobností byl profesor Antonín Frič (1832-1913), který se zaměřil na vědecký výzkum životních podmínek ryb. Jeho práce pomohla lépe porozumět potřebám ryb v jejich přirozeném prostředí a vedla k inovacím v péči o rybníky a chov ryb. Poslední klíčovou osobností byl Josef Šusta (1835-1914), jenž přispěl k rybníkářské renesanci svým výzkumem výživy kapra. Jeho práce na zlepšení životního prostředí ryb zahrnovala letnění, hnojení rybníků jak chlévskou mrvou, tak i umělými hnojivy, a vápnění dna rybníků pro zlepšení kvality vody (Liebscher, 2010).

Toto období inovací a obnovy v českém rybářství však bylo zbrzděno vypuknutím první světové války. Válka vedla k zanedbání péče o rybníky a přerušila mnoho rozvojových projektů. Přestože válka představovala významný útlum pro rybníkářství, odkaz rybníkářské renesance přetrval a položil základy pro moderní rybářské praxe v Českých zemích (Liebscher, 2010).

V období před 2. světovou válkou nastala snaha o zvyšování produkce, a tak se začaly rybníky vápnit, hnojit a přikrmovat. To opravdu vedlo ke zvýšení produkce, nicméně to nebylo nic markantního. Vápnění probíhalo za použití vápence nebo páleného vápna za účelem upravení pH vody na mírně alkalickou, která je k chovu ryb vhodná. Cílem hnojení rybníků bylo nastartování primární produkce. Tím se rozumí dotování vody makro- a mikronutrienty, které jsou pro rozvoj primární produkce potřeba. V 70. letech se s přímým hnojením rybníků přestalo, jelikož bylo zjištěno, že dávka dodávaných živin silně převažuje nad potřebou pro chov kapra (Adámek, 2010).

V Česku se počet rybníků ke 20. století ustálil na zhruba 24 tisících. Od konce 20. století došlo díky finanční podpoře z různých programů k obnově starých a výstavbě nových malých vodních nádrží, přičemž velký rozvoj přinesl program z roku 1992 zaměřený na revitalizaci říčních systémů. Pro získání finanční podpory bylo nutné, aby v těchto nádržích nebyl prováděn intenzivní chov ryb alespoň 20 let, aby se předešlo komerčnímu využití a zhoršení kvality vody. Ke konci 20. století bylo v České republice evidováno celkem 50 980 ha rybníků (Pavelková Chmelová, 2014). Vývoj a úpadek počtu rybníků v hektarech můžeme vidět z Grafu 1.

Dnes jsou rybníky neustále dotovány živinami, které do nich proudí spolu s přítokem, nebo jsou splachovány z okolních polí či jsou vyplavovány ze sedimentů (Adámek, 2010).



Graf 1 Rozvoj a úpadek rybníků od 14.-21. století, upraveno podle Pavelkové Chmelové (2014) a Křivánka (2012)

3 Fyzikálně-chemické vlastnosti stojatých vod

Živočichové i rostliny obývající vodní prostředí jsou závislí na určitých podmínkách, které zde panují. Některé organismy mají širší ekologickou valenci, a dokáží tak přežít v různém spektru podmínek. Jiné organismy jsou však závislé na úzce specializované podmínky a sebemenší narušení těchto požadavků pro ně může být život ohrožující (Říhová Ambrožová, 2020). Z fyzikálně-chemických vlastností vody uvádím ty vlastnosti, které jsem stanovovala při odběrech vzorků. Zejména šlo o pH (potencial of hydrogen neboli potenciál vodíku), teplotu vody a její konduktivitu (vodivost).

3.1 pH vody

Reakce vody neboli pH je vlastnost vody vyjadřující míru kyselosti nebo zásaditosti roztoku. Vyjadřuje se číslem od 0 do 14, které indikuje koncentraci vodíkových a hydroxylových iontů obsažených ve vodě. Podle Duba (1963) je jednou z nejdůležitějších fyzikálně-chemických vlastností. Reakce vody může být trojího typu, a to kyselá, neutrální a zásaditá. Jestliže obsahuje voda vyšší množství vodíkových iontů, pak bude panovat prostředí kyselé. Naopak, zda voda obsahuje vyšší množství hydroxylových iontů na úkor iontů vodíkových, pak bude voda zásaditá. Pokud bude množství obou iontů v rovnováze, jedná se o vodu neutrální, která se často používá v domácnostech.

Ve zkratce máme tedy tři druhy vod, a to kyselé, neutrální a zásadité. Neutrální vody mají pH 7. Kyselé vody mají pH menší než 7 a zásadité vody mají pH naopak vyšší než 7 (Křivánek, 2012). Jak už bylo výše řečeno, to, jaké prostředí bude ve vodě panovat, je způsobeno rozpuštěnými látkami v ní. Zejména oxid uhličitý a huminové kyseliny zapříčiňují, že je reakce vody kyselá. Uhličitany a hydrogenuhličitany způsobují reakci vody zásaditou (Dub, 1963). V současné době se často setkáváme s rybníky, které jsou charakteristické velkým množstvím živin a taktéž velkou biomasou fytoplanktonu. Ta může svou fotosyntetickou činností vyhnat hodnoty pH až nad 10 (Adámek, 2010).

Reakce vody má značný vliv na výskyt organismů, které můžeme rozdělit podle jejich schopnosti snášet rozpětí pH na euryiontní a stenoiontní. Euryiontní

organismy nemají problém s větším rozpětím hodnot pH, kdežto stenotermní organismy snášejí jen malé rozpětí hodnot (Lellák, 1991).

3.2 Teplota

Teplota je vlastnost vody, která má také značný vliv na výskyt organismů. Teplota vody je závislá na dvou proměnných, a sice sluneční radiaci a teplotě vzduchu. Sinice i řasy se liší svými nároky na teplotu vody. Máme teplomilnější druhy jako jsou například některé sinice (*Cyanobacteria*), které prosperují při vyšších teplotách. Jakmile mají příhodné podmínky, tj. dostatek živin ve formě fosforu a dusíku a teplota vzroste nad 20 °C, začnou vytvářet vodní květ (Poulíčková, 2011).

3.3 Elektrolytická konduktivita

Konduktivita neboli elektrická vodivost je schopnost vody vést elektrický proud. Co se týče čisté vody, ta má velmi nízkou vodivost, nicméně ještě není nulová, zatím co destilovaná voda by měla být prakticky nevodivá (Lellák, 1991). Konduktivita, typicky označovaná jako k , je měřena jako reciproká hodnota odporu (Ω) roztoku mezi dvěma elektrodami s plochou 1 m², které jsou od sebe vzdáleny 1 m. Jednotkou konduktance je siemens (S) a konduktivita se vyjadřuje jako S.m⁻¹. Při vodní analýze jsou hodnoty konduktivity obvykle nízké, což vede k častému používání jednotek mS.m⁻¹ nebo μ S.cm⁻¹. Podle Pittera (2009) může změna teploty o 1 °C změnit konduktivitu o více než 2 %, což zdůrazňuje důležitost kontroly teploty při měření konduktivity. Standardně se konduktivita měří při 25 °C nebo je k této teplotě upravena. Teplota je primárně standardizovaná, aby se později daly porovnat výsledky dvou na sobě nezávislých měřeních na různých místech či v jiný čas (Pitter, 2009). Její velikost je závislá na teplotě vody, ale především záleží na množství iontů a rozpuštěných minerálních látkách. Čím víc jich ve vodě bude, tím bude elektrická vodivost větší (Pal, 2015a).

3.4 Průhlednost vody

Průhlednost vody, tzv. transparence, je fyzikální vlastnost, jež ovlivňuje množství světla, které proniká vodním sloupcem. Průhlednost bývá ovlivňována zákalem, tzv. turbiditou, jež může mít krátkodobý i dlouhodobý charakter v závislosti na různých faktorech jako je počasí nebo roční období. V zimě je zpravidla lepší průhlednost, v létě se často tvoří vegetační zákal. Prvním způsobem, kterým se zákal

tvoří, jsou přívalové deště. Další možnou proměnou jsou planktonní organismy, přičemž turbidita je zapříčiněna jejich nadměrným rozvojem, například v eutrofních vodách. Posledním možným faktorem je dno vodního díla, které může být tvořeno různým materiálem jako je například písek nebo hlína a zvržením těchto sedimentů pak vzniká turbidita (Pitter, 2009). Průhlednost vody se stanovuje za pomoci Secchiho desky, jenž má průměr okolo 25 cm. V nádržích, které jsou různě bohaté na živiny, jsou poměrně velké rozdíly, kam až lidské oko dohlédne. V oligotrofních jezerech může být naměřena hloubka až 20 m, kdežto u mezo- a eutrofních vodních děl dohlédneme na pár decimetrů, případně několika málo metrů jak můžeme vidět v Tabulce 2 (Lellák, 1991; Pouličková, 2011).

3.5 Barva vody

Podle autorů Lelláka (1991) a Křivánka (2012) je skutečná barva vody v silné vrstvě modrá, kdy uvádí příklad vysokohorských jezer, které jsou ve velké míře oligotrofní. S narůstajícím obsahem různých rozpuštěných látek se však barva vody mění. Na zbarvení vody mají často vliv rozpuštěné huminové látky, které jsou produkty rozkladu odumřelých těl rostlin a živočichů (Pitter, 2009). Barevná škála se pohybuje od modré přes žlutozelenou až po hnědou. Skutečná barva je však obvykle překryta sekundárním zbarvením různého původu, které tvoří zdánlivou barvu vody. Jde především o okolí, kdy například obloha nebo okolní vegetace vrhají své odstíny na vodní plochu a zdánlivě tak mění jeho skutečnou barvu. Další druhotným zbarvením je například vegetační zákal nebo také známý vodní květ, kdy se přemnoží určitý druh organismů, jako jsou řasy nebo sinice. Posledním faktory zbarvení vody jsou lidská činnost, tající sníh nebo okolní splaveniny (Lellák, 1991).

4 Vliv živin na sinice a řasy

Voda není jen prostředím, ve kterém organismy existují, ale také prostředím, ze kterého žijí. Voda totiž organismům poskytuje úživnost, tzv. trofii, která závisí na mnoha faktorech. Především jde o množství minerálních látek obsažených ve vodě, dále pak hraje svou roli teplota a intenzita slunečního záření (Křivánek, 2012).

Některé prvky a sloučeniny ve vodách bývají v dostatečném množství, jiných je jen poskromnu, nebo dokonce mohou chybět. Pokud daná živina, které je nedostatek, dosáhne svého minima, začne limitovat produkci fytoplanktonu. Daná živina se tak stává limitujícím faktorem. Podle Hindáka (1978) však mají řasy schopnost hromadit tyto limitující živiny ve svých buňkách a z nich následně ještě nějakou dobu čerpat, a tedy růst.

Jedním z možných limitujících faktorů by mohl být dusík, jenž je důležitým biogenním prvkem pro tvorbu aminokyselin a bílkovin a zároveň se jedná o základní prvek výživy sinic a řas. Ve vodě se vyskytuje ve sloučeninách jako je například NH_3^+ nebo NO_3^- . Vzhledem k tomu, že se v ČR užívá nadbytek umělých dusíkatých hnojiv, nebude dusíku ve vodě nikdy málo (Hindák, 1978).

Dalším limitujícím faktorem by mohl být fosfor, jenž většina autorů považuje za hlavní limitující živinu (Smith et al., 1999; Lellák, 1991; Kočí, 2000). Jde o biogenní prvek, jenž je stejně jako dusík základní živinou pro sinice a řasy. Ty ho přijímají ve formě fosfátů (PO_4^{3-}), které jsou dobře rozpustné ve vodě (MUNI, *n.d.*). Přírodním zdrojem fosforu jsou v přírodě horniny a minerály jako například apatit, fosforit, kaolinit nebo odumřelá vodní fauna a flóra (Kopp, 2015). Dle Kočího (2000) je poměr 100:1 těchto dvou prvků potřebný pro optimální růst organismů, kde větší podíl má dusík, a právě z toho důvodu je fosfor považován na limitující prvek. Tohoto prvku bývalo ve vodách málo, avšak s nástupem rozsáhlého používání fosforu v čisticích prostředcích pro domácnost v 60. letech 20. století se jeho koncentrace postupně zvyšovala (Jones, 2014). Veškeré odpadní vody, které v současnosti protékají přes čističky odpadních vod (dále ČOV), nejsou vždy vyčištěny dokonale. K roku 2017 bylo napočítáno v ČR celkem 2495 ČOV. Ne každá z nich však splňuje normy na odstraňování dusíku a fosforu, jelikož zůstávají u primárního nebo sekundárního čištění, přičemž až terciární čištění odstraňuje dusík a fosfor (Wanner, 2017).

Podle obsahu biogenních prvků a primární produkce lze rozlišovat u vodních nádrží dva základní typy. Prvním je oligotrofní a druhým je eutrofní (Lellák, 1991). Ovšem podle Koppa (2015) můžeme rozlišovat další stupně trofie vod. Existují vody ultraoligotrofní, které mají ještě méně živin než vody oligotrofní a kvalitou odpovídají požadavkům pitné vody. Dále máme vody mezotrofní, které se charakterizují středním obsahem živin, někde mezi oligotrofním a eutrofním typem vody. V důsledku rostoucí eutrofizace neboli zvyšování živin ve vodních ekosystémech, byly definovány i další stupně vysoké úživnosti, jako jsou polytrofní a hypertrofní vody, indikující velmi vysokou úroveň živin.

4.1 Oligotrofie

Oligotrofní vody jsou velice chudé na živiny a mají malou produkci organické hmoty (Lellák, 1991). Vzhledem k tomu, že je produkce fytoplanktonu malá, bývá voda průhledná až průzračná. Většinu těchto vodních nádrží lokalizujeme na horních tocích řek nebo všeobecně ve vyšších nadmořských výškách. Pro oligotrofní vody je také charakteristické, že je ve vodě neustále dostatek kyslíku, a to i u dna. Co se týče chemických parametrů, tyto vody mívají pH okolo 7 a jsou chudé na fosfor, dusík a vápník, tudíž zde nemůže vznikat vodní květ (Říhová Ambrožová, 2007a).

4.2 Eutrofie a eutrofizace vod

Eutrofizace zahrnuje přirozené i antropogenní procesy, které způsobují narůstání množství anorganických živin ve stojatých a tekoucích vodách. Jde o přirozený jev, který však kvůli činnosti člověka překročil své přirozené hranice (Kočí, 2000). Podle Lelláka (1991) je často eutrofizace označována jako pouhé znečišťování vod, ačkoliv je eutrofizace proces, který začíná již při založení vodní nádrže. Nádrž je již od samého začátku své existence ovlivňována povodím, z něhož se do nádrže dostávají různé živiny.

Proces eutrofizace vody může být tedy přirozený i umělý. Přirozená eutrofizace probíhá výplachem živin z okolní půdy a následnému vtečení do nádrže. Mezi další příčiny eutrofizace patří podle Lelláka (1991) mimo jiné geologické, geografické a topografické poměry, dále pak fyzikálně-chemické faktory či biotické faktory, kam Lellák zařazuje organismy a jejich vzájemné vztahy.

Umělá neboli kulturní eutrofizace je zapříčiněna působením člověka. Významným faktorem je především rozvoj intenzivního zemědělství, které je založeno na rychlém růstu plodin v obrovském množství (Freedman, 1995). Kvůli tomu jsou zemědělci nuceni používat ve velkém hnojiva, jež obsahují makroživiny jako dusík, fosfor a draslík. Dalšími faktory, které přispívají k eutrofizaci vodních ploch, jsou velkochovy dobytka (Lellák, 1991). Antropogenní eutrofizace je kromě splachů makroživin z polí způsobena také vypouštěním určitých typů průmyslových odpadních vod, využíváním polyfosfátů v detergentech a čistících produktech, a také narůstajícím objemem městských odpadních vod a odpadů s fekálním obsahem (Kočí, 2000).

Eutrofní vody jsou na rozdíl od oligotrofních vod vysoce úživné, bohaté zejména na fosfor a dusík. Produkce převažuje nad odbouráváním, tudíž jsou nádrže bohaté jak na živiny, tak na plankton. Často se zde tvoří vegetační zákal nebo vodní květ. Právě díky bohaté produkci planktonu bývá voda zakalená a získává žlutavou až nazelenalou barvu. V důsledku velkého nahromadění živé i mrtvé biomasy organismů je ve vodě velká spotřeba kyslíku. Na dně nádrží se hromadí bahno, jelikož mikroorganismy nestačí rozkládat organickou hmotu. Co se týče chemismu, eutrofické vody bývají neutrální až slabě alkalické. K tomuto typu nádrží náleží většina obhospodařovaných rybníků (Křivánek, 2012).

4.3 Hypertrofie

Extrémní forma eutrofizace, při níž dochází k ještě většímu nárůstu živin, se nazývá hypertrofie. Ta způsobuje ještě výraznější vodní květ. To vede k ještě větším problémům s kvalitou vody, včetně výrazného poklesu rozpuštěného kyslíku, což může ústít v masivní úhyny ryb a dalších vodních organismů (Křivánek, 2012). Jako příklad nám může sloužit studie rybníků v jižních Čechách, kdy se rybníky změnily během 60 let vlivem vysokého přísunu živin (hlavně ve formě hnoje a krmiva pro ryby) z mezotrofních na hypertrofní. Tyto rybníky mají celkovou rozlohu 41 080 ha, mají relativně nízký objem vod a velký počet ryb. Voda v rybnících byla dlouhodobě zatěžovaná živinami z povodí a biomasou rybí obsádky, jež dosahovala 1000 kg.ha⁻¹. To způsobilo hypertrofii a rovněž zhoršenou produkci ryb (Ivanova, 2022). Všechny vyjmenované typy úživnosti můžeme včetně jejich detailů vidět v Tabulce 2.

Tabulka 2 Klasifikace vodních nádrží podle úživnosti

Stav trofie	Stručný popis trofie	dušík (mg.m ⁻³)	fosfor (mg.m ⁻³)	chlorofyl a (mg.m ⁻³)	Secchiho disk (m)
Oligotrofní	čistě, na živiny chudé vody s nízkou primární produkcí	< 350	< 10	< 2,5	> 6
Mesotrofní	vody bohatší na živiny, se zvýšenou primární produkcí	350-650	10-30	2,5-8	3-6
Eutrofní	vody bohaté na živiny, s vysokou primární produkcí	650-1250	30-100	8-25	1,5-3
Hypertrofní	Vody znečištěné nadměrnou produkcí fytoplanktonu, extrémně úživná	>1200	> 100	> 25	< 1,5

Zdroj: upraveno podle Smitha (1999) a Adámka (2010)

4.3 Důsledky eutrofizace

Dle Kočího (2000) je jedním z typických znaků eutrofizace častý výskyt rozsáhlých vodních květů či vegetačního zákalu. Často jsou tvořeny sinicemi, zelenými řasami či rozsivkami. Tento jev je nejvýraznější v letních měsících díky ideálním podmínkám, a to dostatečnému teplu a světlu. Nashromáždění vodního květu na hladině brání pronikání světla do hlubších vrstev vodního sloupce a v některých případech dokonce za pomoci toxinů likviduje rostliny v litorálních zónách. Kromě vyšších rostlin mohou trpět také živočichové daného vodního ekosystému kvůli zvyšování pH (Chisloc, 2013). Za další negativní důsledek eutrofizace považuje Kočí (2000) snížení samočisticích schopností vodní plochy.

Eutrofizované vody sice vykazují vysokou produktivitu, avšak podporují jen malý rozsah druhů, což vede k poklesu biodiverzity. V takovém prostředí dominují především sinice a řasy a za určitých podmínek mohou také dominovat potencionálně nebezpečné druhy (Kočí, 2000). Když nakonec dojde k odumření hustě rostoucích řas, jejich rozklad mikroorganismy výrazně spotřebovává rozpuštěný kyslík ve vodě, což vede k vytvoření hypoxických nebo anoxických "mrtvých zón", kde není dostatek kyslíku pro přežití většiny vodních organismů. Tentýž problém nastává v noci kvůli dýchání autotrofního planktonu. Tyto mrtvé zóny se často objevují během letních měsíců v různých sladkovodních biotopech (Chisloc, 2013; Kočí, 2000).

Přílišné obohacování živinami vede k dalším, často negativním důsledkům pro lidmi využívané vodní plochy. Tyto vedlejší efekty mohou uživatelům těchto vodních nádrží způsobit značné nepříjemnosti. V eutrofizovaném jezeru se obvykle

setkáváme s převahou sinic (cyanobakterií) ve fytoplanktonu, přičemž některé z těchto sinic mohou produkovat látky ještě toxičtější než jed kobry (Smith, 1999).

Toxické rody sinic, jako jsou *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Microcystis* a *Planktothrix*, mají sklony ovládnout vody s vysokým obsahem živin díky své schopnosti efektivně konkurovat v podmínkách s vysokou koncentrací živin, nevyváženým poměrem dusíku a fosforu, slabým světlem, malým množstvím pohybu vody a vyššími teplotami. Otravy způsobené těmito sinicemi u domácích i divokých zvířat, ale také u lidí, byly zaznamenány po celém světě. Nejstarší zdokumentovaný případ, kdy došlo k úhynu hospodářských zvířat v důsledku přemnožení toxických sinic, popsal Francis v roce 1878 (Chisloc, 2013).

5 Biocenóza sladkovodních nádrží

Biocenóza, někdy nazývaná také životní společenstvo, je soubor všech organismů (rostlin, živočichů, hub, mikroorganismů atd.), které spolu žijí v určitém prostředí. Jedinci v daném biotopu jsou vzájemně propojeni prostřednictvím různých vztahů potravní pyramidy. Společenstvo tvoří jeden z klíčových prvků ekosystému, přičemž spolu s abiotickým prostředím (neživými složkami jako jsou voda, vzduch, půda, světlo) vytváří funkční celek. Důležitou charakteristikou biocenózy je její biodiverzita, tedy rozmanitost druhů, které ji tvoří (Jelínek, 2004).

5.1 Plankton

Slovo plankton je řeckého původu a v překladu znamená putování bez cíle (Pouličková, 2011). Obecně však můžeme říct, že je plankton soubor mikroorganismů vznášející se ve vodě s neschopností aktivního plavání proti proudu (Suthers, 2019). Lellák (1991) dokonce tvrdí, že vzhledem k tomu, že mají organismy větší hustotu, než je hustota vody, dochází u nich k postupnému a pomalému propadání do hlubin. Rychlost klesání však některé organismy dokázaly zpomalit například odlehčením schránek, vytvořením rosolovitých obalů, olejovými krůpějemi či aerotopy. Organismus může rovněž ovlivnit sedimentaci prostřednictvím tvarového odporu, kdy na svém těle nebo schránce vytváří rozličné struktury, jako jsou ostny, trny a výběžky. Odpor prostředí zvyšuje vlastně jakákoliv odchylka od kulovitého tvaru (Ambrožová, 2007; Lellák, 1991). Některé mikroorganismy kromě pasivního vznášení dokáží plavat aktivním způsobem, nicméně kvůli jejich nedostatečné velikosti a malé síle nedokáží překonat mnohonásobně větší sílu proudu. Plankton dělíme na zooplankton a fytoplankton (Suthers, 2019).

Plankton také můžeme dělit podle velikosti. Drobnější zástupci bývají podle Lelláka (1991) zastoupeni fytoplanktonem, kdežto větší jedinci jsou zastoupeni zooplanktonem. Poměrně hodně zástupců fytoplanktonu, bakterie a některá *Protozoa* jsou menší než 20 μm a nedaří se je zachytit ani nejjemnějšími planktonními sítěmi. Jedná se o tzv. pikoplankton, ultraplankton a nanoplankton. Plankton větší než 20 μm už je standardní planktonní síť schopna pojmout. Podrobné rozdělení planktonu podle velikosti můžeme vidět v Tabulce 3.

Tabulka 3 Třídění planktonu

Třídění planktonu podle velikosti:	
Pikoplankton	0,2-2 μm
Ultrananoplankton	2 μm
Nanoplankton	2-20 μm
Mikroplankton	20-200 μm
Mezoplankton	200-2000 μm
Megaplankton	> 2000 μm

Zdroj: upraveno podle více autorů: Lellák 1991, Stockner 1986, Dussart 1966

5.2 Fytoplankton a sezónní dynamika

Fytoplanktonem nazýváme dle Pouličkové (2011) sinice a řasy, které obývají pelagiál stojatých i pomalu tekoucích vod. Jsou rozptýleny ve vodním sloupci a nechávají se unášet proudem (Pouličková, 2011). Fytoplankton se svým složením během roku mění. Může za to střídání ročních období, a tedy logicky změna teploty, délka světelné fáze dne či míchání vody. Další proměnnou ve složení může být i pH vody. Pokud je vodní nádrž bohatá na živiny, bude složení fytoplanktonu jiné než u nádrže chudé na živiny (Křivánek, 2012).

V temperátních oblastech se fytoplankton vyznačuje svou proměnlivostí během roku, a to v kvantitě i druhové bohatosti. Tomuto stavu se říká sezónní dynamika (periodicitu) fytoplanktonu. Jde o cyklus fází vzestupů a ústupů fytoplanktonu během roku (Pouličková, 2011; Moustaka-Gouni, 2014).

Cyklus začíná fází nízkého stavu biomasy v zimě, kdy jsou podmínky pro růst nepříznivé. Následuje jarní vzestup biomasy fytoplanktonu, kdy teplejší teploty a dostatek živin podporují rychlý růst. Podle Pouličkové (2011) by se na jaře měly hojně vyskytovat zlativky, skrytěnky a rozsivky. Po jarním vzestupu přichází na přelomu jara a léta (období květen-červen) stabilizace, během které dochází ke konkurenci mezi druhy a predaci zooplanktonem, což vede ke změnám ve složení společenstev (Scheffer, 1997). Během léta silně dominují sinice a zelené řasy. Na podzim se opět zlepšují podmínky pro růst fytoplanktonu, přičemž se opět objevují rozsivky (Moustaka-Gouni, 2014).

Co se týče chladnomilnějších zástupců, mezi ně patří například již zmiňované zlativky (Chrysophyceae) nebo rozsivky (Bacillariophyceae). Rozsivky prosperují do 10 °C, pak jsou potlačeny nástupem jiných řas. Zlativky, ač jsou považovány

za chladnomilné, zvládnou teploty do 24-27 °C, nicméně maximum biomasy je u zlatívek zastoupeno na jaře okolo 12 °C (Sandgren, 1995).

Kromě chladnomilných řas můžeme v našich podmínkách najít i teplomilné řasy, příkladně invazní *Cylindrospermopsis raciborskii*. Tato sinice je považována za indikátor globálního oteplování, jelikož se z původního místa výskytu, jimž byl tropický pás, dostala až do temperátu (Antunes, 2015; Pouličková, 2011). Rovněž u nás najdeme extremofilní druhy, jež se vyskytují v okolí hydrotermálních pramenů. V Karlových Varech byly na lokalitách pozorovány taxony, které snáší poměrně vysoké teploty. Vyskytovala se zde sinice *Mastigocladus laminosus*, jež dominovala při teplotě okolo 40 °C, ale zvládla přežít i ve vodě o teplotě 53 °C. Dále se zde hojně vyskytovaly sinice, jako *Lyngbya nigra*, *Phormidium okenii* či *Leptolyngbya laminosa*, a kromě sinic se objevily i rozsivky (Kaštovský, 2001).

5.3 Sinice (Cyanobacteria)

Sinice jsou velice prastaré organismy. Jejich stáří se odhaduje až na 3,5 mld. let, díky dochovaným fosiliím stromatolitů ze západní Austrálie (Cady, 2001). Stromatolity jsou vrstvené struktury, jež se skládají ze sedimentů a odumřelých vrstev organismů, jimiž jsou právě sinice nebo fotosyntetické bakterie (Olson, 2004). Sinice byly vůbec prvními organismy, které začaly provádět oxygenní fotosyntézu a v současné době jsou největším producentem kyslíku na Zemi (Willis, 2020).

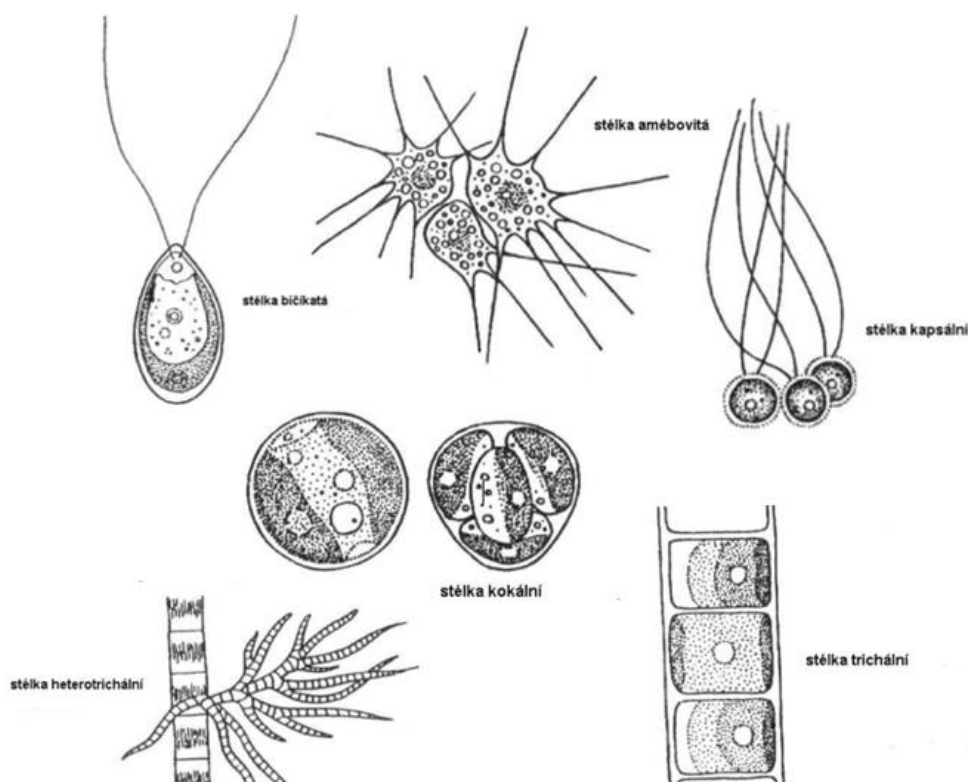
Sinice jsou tedy autotrofní prokaryotické organismy, které se vyznačují absencí jádra a buněčných organel. Vnitřní prostor buněk je vyplněn cytoplazmou, jadernou hmotou (kruhová molekula DNA) a tylakoidy. Některé druhy sinic obsahují navíc aerotopy, což jsou měchýřky naplněné vzduchem. Aerotopy zajišťují buňkám sinic potřebný vztlak, aby se udržely na hladině vody (Šmarda, 1996; Walsby, 1994). Stélky sinic jsou jednobuněčné nebo vláknité a často tvoří kolonie, které mohou obsahovat až tisíce buněk. Tyto kolonie mohou mít buď pevně daný počet buněk, jak je tomu u rodu *Merismopedia*, nebo variabilní počet buněk, jako tomu je u rodu *Microcystis* (Dvořák, 2017). Mezi hlavní fotosyntetická barviva u většiny sinic patří chlorofyl a, β -karoten a xantofyly. Na povrchu tylakoidů se objevují fykobilizomy, jež obsahují další pigmenty, tzv. fykobiliproteiny (Novák, 2008).

Kromě vegetativních buněk, které mají fotosyntetickou funkci, mohou vláknité sinice řádu *Nostocales* vytvářet dva typy diferencovaných buněk, kterými jsou heterocyty a akinety (Suthers, 2019). Heterocyty jsou specializované buňky, které umožňují anaerobní fixaci atmosférického dusíku. Tento proces se odehrává díky přítomnosti enzymu nitrogenázy (Bustos-Díaz, 2019). Akinety, známé také jako artrospory, jsou dalším typem specializovaných buněk, které lze snadno odlišit od běžných vegetativních buněk díky jejich větší velikosti a výrazné granulaci. Tato granulace je způsobena vysokou koncentrací sinicového škrobu a cyanofycinu (Meeks, 2002). Akinety slouží především k rozmnožování. Vznikají z několika vegetativních buněk (Jelínek, 2004) a fungují jako klidové spory, které skrývají energetické zásoby pro příští sezónu (Suthers, 2019). Klíčovou vlastností akinet je jejich vysoká odolnost proti nepříznivým vlivům prostředí, jako jsou extrémní teploty (teplo/chlad), sucho či chemické látky (Meeks, 2002; Šmarda, 1996).

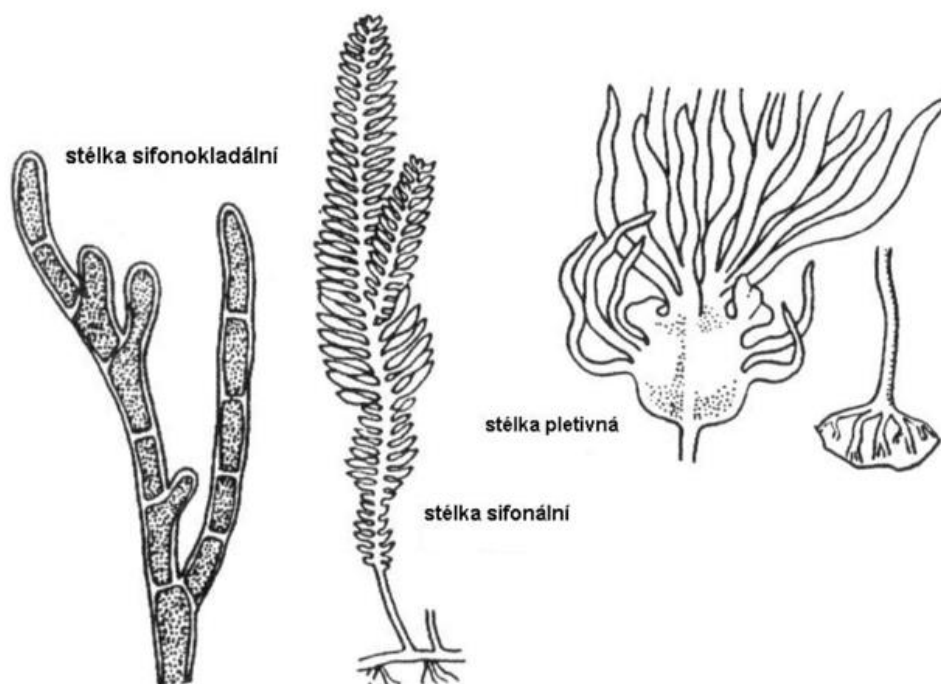
Sinice, které běžně tvoří symbiotické vztahy s rostlinami, eukaryotickými řasami nebo s houbami, kde společně tvoří lišejníky, hrály klíčovou roli i v evoluci dřívějších organismů (Dvořák, 2017). Jak již bylo řečeno výše, díky procesu oxygenní fotosyntézy došlo k postupnému zvyšování množství kyslíku v zemské atmosféře. Tyto podmínky však byly pro obligátně anaerobní organismy nepřijatelné, jelikož byl pro ně kyslík produkovaný sinicemi jedovatý. Tyto pradávné organismy přijaly alfaproteobakterie do svého těla skrze proces endosymbiózy, jelikož se potřebovaly vypořádat s kyslíkem, který byl pro ně toxický, což nakonec pravděpodobně vedlo ke vzniku mitochondrií (Jurán, 2016).

5.4 Řasy

Podle Kaliny (2005) jsou řasy převážně autotrofní organismy, které ve svých buňkách obsahují fotosyntetické pigmenty – chlorofyly a karotenoidy. Tyto organismy jsou primárními producenty organické hmoty. Tělo řas je tvořeno stélkou, přičemž stélky jsou velice variabilní (Říhová Ambrožová, 2007b). Typy stélek můžeme vidět na Obrázku 2 a 3.



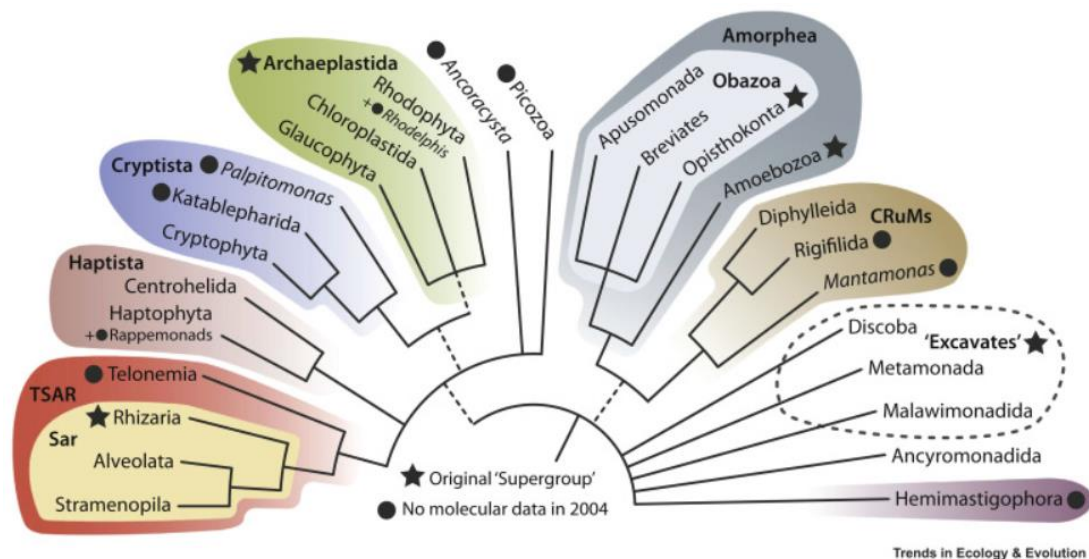
Obrázek 2 Typy stélek u řas, zdroj: Kalina (2005)



Obrázek 3 Typy stélek u řas, zdroj: Kalina (2005)

V minulosti byly řasy (Algae) čítající několik oddělení zahrnuty do tří říší – *Protozoa*, *Chromista* a *Plantae* (Novák, 2008). Systém se však ještě několikrát změnil. Později na základě genetických a morfologických podobností byl systém řas rozřazen do tzv. superskupin. Z hlediska této klasifikace byly řasy (Algae) zahrnovány do superskupin SAR, Archaeplastida a Excavata, přičemž Excavata byla dle Adla (2019) nejasného zařazení.

Pokud se však podíváme na současný systém (Obrázek 4), můžeme vidět, že z původních superskupin zůstala nezměněna pouze Archaeplastida. Dnes je tedy celkem 7 superskupin, z nichž řasy spadají do 4 z nich, a to TSAR, Haptista, Cryptista a Archaeplastida (Burki, 2020).



Obrázek 4 Klasifikace současného systému, jednotlivé superskupiny podbarveny, dle Burki et al. (2020)

6 Využití a hrozby

Fytoplankton, především zelené řasy, sinice, ruduchy a chaluhy mají pro člověka globální spektrum využití. Dle Poulíčkové (2011) se v přímořských státech konzumuje až 160 druhů mořských řas. Kromě jedlých druhů řas existuje také spousta jiných využití ať už částí či celých stélek nižších rostlin. Oproti využití a výhodám, které můžeme čerpat, se však nesmí zapomínat na negativní stránku věci. Některé druhy sinic mohou být velice nebezpečné.

6.1 Využití sinic a řas

Sinice představují skupinu fotosyntetických bakterií, které nabízejí široké spektrum potenciálních aplikací díky své morfologické a metabolické diverzitě. V zemědělství mohou například podporovat růst plodin díky schopnosti fixace atmosférického dusíku, což je zvláště užitečné v rýžových polích, kde mohou přirozeně zvyšovat plodnost půdy bez nutnosti dodatečného přísunu dusíku (Kalina, 2005; Rosypal, 2003). Dále se sinice používají jako zdroj potravy pro zvířata a v akvakultuře. Sinice produkují dva hlavní typy pigmentů – fykobiliproteiny, mezi které patří fykocyanin, allofykocyanin a fykoerytrin, a karotenoidy. Fykocyanin, získávaný z různých druhů sinic včetně *Spiruliny*, se využívá jako přírodní barvivo. Oproti umělým barvivům má výhodu v tom, že je ekologicky nezávadný, netoxický a nekarcinogenní, proto jeho uplatnění nalézáme dokonce i v kosmetice. Kromě používání sinic jako potravy pro zvířata, nalezneme na trhu nejrůznější farmaceutické přípravky ze *Spiruliny* či *Chlorelly*, které se také doporučují jako doplněk stravy díky vysokému podílu bílkovin (Chakdar, 2012).

V rámci výzkumu zaměřeného na potenciál využití řas v zemědělství bylo zjištěno, že suspenze zelených mikrořas má pozitivní vliv na růst a výnosy několika zemědělských plodin. Konkrétně aplikace této suspenze na pole zimní pšenice, fazolí a mungo fazolí vedla k výraznému zvýšení výnosů. V případě pšenice až o 30 %, u fazolí o 28 % a u mungo fazolí o 15 %. Tento náález podtrhuje potenciál zelených mikrořas jako ekonomicky efektivního a ekologicky šetrného hnojiva, které může přispět k udržitelnějšímu zemědělství. Výsledky studie dále naznačují, že kromě zvýšení výnosů může použití řasové suspenze rovněž snižovat potřebu tradičních hnojiv a chránit semena před hnilobou, což celkově vede k efektivnější produkci potravin (Tleukeyeva, 2021).

Ve Východní Asii se pěstuje *Porphyra*, která slouží jako zdroj potravin, krmiva a hnojiva. Zmínky o jejím pěstování pochází už z roku 1670 (Kalina, 2005). Při extrakci v horké vodě z jejích stélek se získává agar, jenž po ochlazení tvoří gel, který nachází uplatnění v potravinářském průmyslu a jako médium pro kultivaci mikroorganismů. Karagen, další látka získávaná podobným procesem, se používá v potravinářství a farmacii. Bylo také zjištěno, že některé látky izolované z ruduch mají in vitro schopnost inhibovat replikaci viru HIV (Hauer, 2003).

Díky rozsivkám získáváme křemelinu. Křemelina je lehká práškovitá sedimentární hornina, která vznikla nahromaděním schránek rozsivek. Schránky jsou tvořeny z oxidu křemičitého (SiO_2), velmi odolné látky, díky níž nedochází k rozkladu schránek. Křemelina se využívá v širokém spektru aplikací, zejména jako filtrační médium (Mohamedbakt, 2010) nebo jako plnivo do barev. Díky její teplotní a chemické odolnosti najde uplatnění také ve výrobě ohnivzdorného cementu, izolačních materiálů a jako absorbent pro výrobu výbušnin (Degirmenci, 2009).

6.2 Toxicita sinic

Z historického hlediska mají lidé povědomí o vodním květu nejméně 2 000 let (Mishra, 2019). K tomuto povědomí přispěl rovněž Geraldus Cambrensis, jenž popsal šarlatově zbarvený vodní květ v roce 1188 na jezeře Llangorse ve Walesu (Huisman, 2005).

Lidé po celém světě si postupně začali dávat do souvislosti úmrtnost hospodářských zvířat s „nakaženou“ vodou, ze které zvířata pila. Kromě těchto zvířat však nacházeli uhynulé ptáky nebo ryby. Bohužel se podle Huismana (2005) těmto smrtelným případům nevyhnuli v nedávné době ani domácí mazlíčci jako jsou psi, kterým se při pití vody podařilo požít části stélek toxických sinic, mezi něž patřily sinice *Oscillatoria* a *Phormidium*. Za další případy úmrtnosti dobytka mohla sinice *Cylindrospermopsis raciborskii*. Mezi další rody sinic, které jsou podle Říhové Ambrožové (2003) toxické pro dobytek, patří *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Coelosphaerium*, *Gleotrichia*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Nodularia* a též *Nostoc* (Kurmayer, 2011).

Tabulka 4 Vystavení člověka vlivu toxických sinic

Rok	Příčina	Lokace	Rod sinice	Toxin	Příznaky
1972-1990	Vypití vody	Čína	<i>Microcystis</i>	Microcystin	S, RJ
1989	Kontak kůže-voda	Velká Británie	<i>Microcystis</i>	Microcystin	G, BK, PÚ, Z, BB, H, PK
1995	Kontak kůže-voda	Austrálie	<i>Microcystis, Anabaena, Aphanizomenon, Nodularia</i>	Hepatotoxiny	G, CHPS, PÚ, H, PO/U
1996	Kontak kůže-voda	Velká Británie	<i>Planktothrix</i>	Microcystin	V, H
1996-1998	Kontak kůže-voda	Austrálie	<i>Lyngbya</i>	-	KD, PO/U, PDC

S = smrt, RJ = rakovina jater, G = gastroenteritida, BK = bolest v krku, PÚ = puchýřky v ústech, Z = zvracení, H = horečka, PK = plicní konsolidace, CHPS = chřipce podobné symptomy, PO/U = podráždění očí/uší, V = vyrážky, BB = bolest břicha, KD = kontaktní dermatitida, PDC = podráždění dýchacích cest

Zdroj: upraveno podle Huismana (2005)

Otravy se však nemusejí týkat jen zvířat, z Tabulky 4 můžeme vidět, že kromě zvířat se s otravou setkává i člověk, přičemž ani nemusí dojít k vypití vody postihnuté toxickými sinicemi, stačí přímý kontakt kůže s vodou. Ve vybraných případech šlo především pouze o sladkovodní nádrže, které nebyly používány jako zdroj pitné vody.

Mnohé sinice jsou schopné vytvářet rozmanité silně účinné přírodní toxiny, které mohou působit různými způsoby, včetně poškození jater, nervového systému, trávicího traktu a kůže (Mishra, 2019; Soydan, 2022). Podle Jonese (2014) mohou být tyto látky ve většině případů toxicky účinnější než běžně používané insekticidy a herbicidy a charakterizuje je prudká závislost účinku na dávce, což značí, že rozdíl mezi bezúčinnou a toxickou dávkou může být velmi malý a toxicita se může projevit nečekaně rychle. Cyanotoxiny, které způsobují úhyny zvířat, byly poprvé zaznamenány před více než 125 lety.

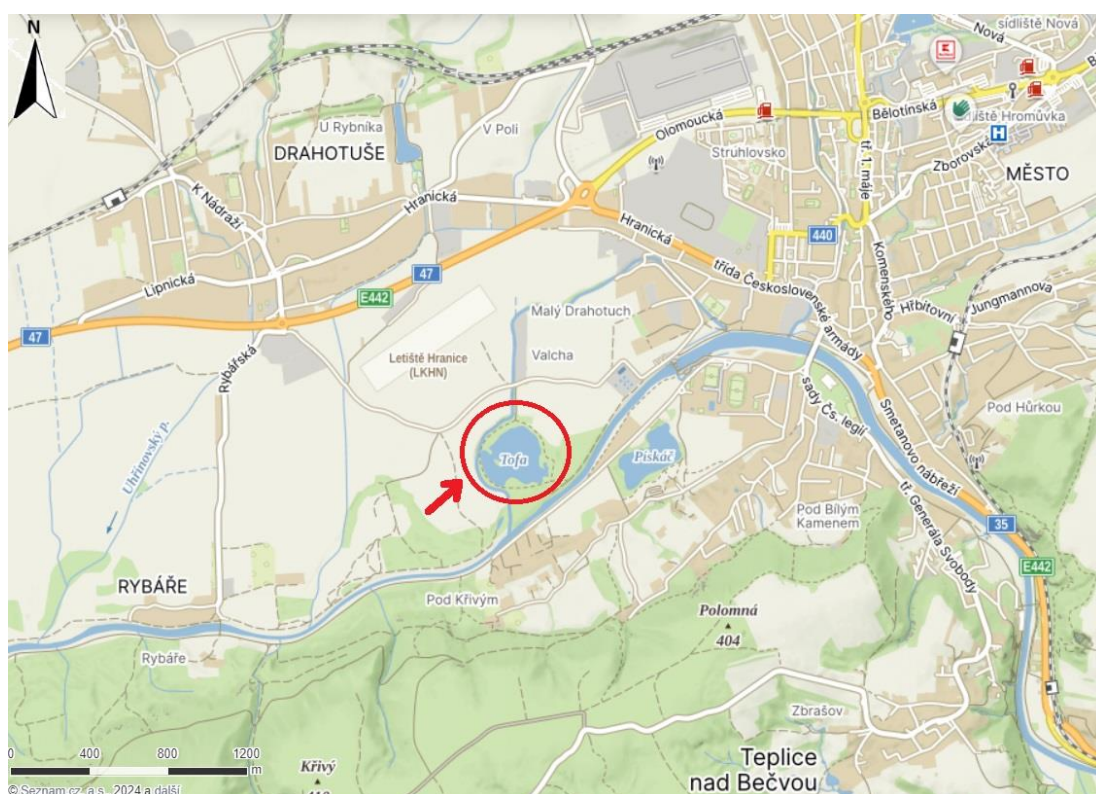
V poslední době dochází k častějšímu hlášení výskytu vodního květu, což je důsledkem rozšiřující se eutrofizace, zvýšeného povědomí a pokroku v detekčních metodách. K monitorování přítomnosti řasových toxinů v rekreačních vodách se čím dál tím více využívá terénní sledování, což má za následek vydávání upozornění na nebezpečí koupání a uzavírání pláží (Jones, 2014).

7 Metodika

7.1 Charakteristika zájmového území

Rybník Tofa se nachází jihozápadně od města Hranice v Olomouckém kraji. Jde o podrevír mimopstruhového rybářského revíru 471 010 – Bečva 4 A, který zahrnuje právě dva podrevíry. Prvním podrevírem je rybník Za Sokolovnou, též známý jako Pískáč, jenž se rozprostírá na levém břehu řeky Bečvy. Druhým podrevírem je zájmové území, a to rybník Tofa, který leží na pravém břehu řeky. Tofa je poměrně malá vodní nádrž, jenž má 15 ha (Český rybářský svaz Územní svaz pro Severní Moravu a Slezsko, 2009). Vzhledem k tomu, že je Tofa poměrně mělká (ČÚZK, 2010a) a nachází se v mírném pásmu, patří Tofa k menším vodním plochám, které jsou míchány za pomoci větru. Jde o tzv. polymiktickou cirkulaci (Hamilton, 2001; Pouličková, 2011).

Okraj rybníku Tofa se nachází zhruba 240 m n. m. Rybník je obklopen lesíkem, kousek opodál směrem na sever se nachází cyklostezka a hned za ní Letiště Hranice. Umístění Tofy a jejího blízkého okolí můžeme vidět na Obrázku 5.



Obrázek 5 Vyznačení Tofy – červeně, zdroj: mapy.cz, upraveno: Strmisková, 2024

Z geomorfologického hlediska se zkoumaný rybník nachází v provincii Západní Karpaty v oblasti Vněkarpatské sníženiny. Konkrétně se lokalizuje v geomorfologickém celku Moravská brána, podcelku Bečevská brána (Demek, 2006). Rybník se nachází v jihovýchodní části Bečevské brány, a to v Dolnobečevské nivě. Co se týče geologie tohoto místa, niva je tvořena náplavovou rovinou podél neregulované řeky Bečvy a podloží je tvořeno mladopleistocenními a holocenními sedimenty (Bína, 2012). Sedimenty v okolí rybníka jsou pak převážně fluvialní písčitohlinité a šterkovité (ČGS, *n.d.*).

Jak již bylo zmíněno, rybník Tofa je obklopen lesním fragmentem. Hojně se zde vyskytují stromy, jako jsou vrba bílá (*Salix alba*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), javor babyka (*Acer campestre*) a javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a trnovník akát *Robinia pseudoacacia*), a to v těsné blízkosti u vodní plochy. Dále v blízkosti vody rostou keře a z nich tu byla hojně zastoupena růže šípková (*Rosa canina*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), pámelník bílý (*Symphoricarpos albus*), svída krvavá (*Cornus sanguinea*), brslen evropský (*Euonymus europaeus*) i popínavý přísavník pětistý (*Parthenocissus quinquefolia*) a přísavník trojlaločný (*Parthenocissus tricuspidata*). Co se týče patra bylinného, tam dominovaly kopřivy (*Urtica dioica*), ostružiníky, křídlatka sachalinská (*Reynoutria sachalinensis*) či zlatobýl (pravděpodobně *Solidago virgaurea*). Všechny tyto zmíněné břehové porosty jsou zdokumentovány v obrázkové [příloze 11](#).

7.1.2 Historie rybníku Tofa

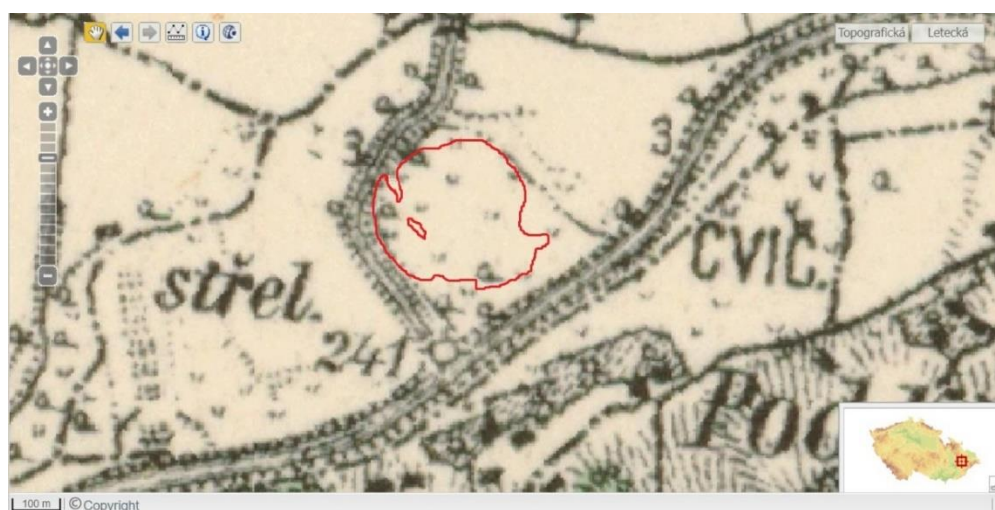
Jméno Tofa se zde nedochovalo náhodou. Roku 1949 byla znárodněna drahotušská valcha, která je v blízkosti nynější vodní plochy. Právě tam byla umístěna výroba hraček, která se jmenovala TOFA, národní podnik, který zahájil výrobu v roce 1950. Odtud tedy pochází jméno vodní plochy (Lapáček, 2008).

Jak můžeme vidět z historické mapy na Obrázku 6, na místě Tofy byl za II. vojenského mapování v letech 1836-1852 zákrut řeky Bečvy. Tok řeky Bečvy byl však později regulován – napřímen a po zákrutu zde nezbylo téměř nic kromě šterkopískových sedimentů viz Obrázek 7 a 8. Druhé vojenské mapování probíhalo mezi lety 1876-1878 (Ministerstvo obrany ČR, 2024).

Parcely, na kterých se Tofa nachází, patřily před rokem 1971 Krajské vojenské ubytovací a stavební správě Ostrava a k 1.5.1971 byly tyto pozemky včetně dalších přilehlých odkoupeny Městským národním výborem v Hranicích (viz. výpis z katastru v [Příloze 13](#)). Na místě, kde dnes leží Tofa, se těžilo. Dle osobního sdělení pana Helíska se zde těžil štěrkopísek. Těžba štěrkopísku nebyla prý nikterak hluboká, jelikož se jednalo pouze o povrchovou těžbu. Nebylo bohužel nikde evidováno, jak hluboká těžba byla. Tofa byla posléze zavodněna někdy mezi lety 1986 a 1996, jak dokazují historické digitalizované mapy (ČÚZK, 2010b), bohužel se nepodařilo zjistit přesný rok.



Obrázek 6 II. vojenské mapování – zákrut řeky Bečvy, zdroj: geoportal.gov.cz



Obrázek 7 III. vojenské mapování, červeně vyznačená přibližná poloha rybníku Tofy, zdroj: geoportal.gov.cz, upraveno 2024



Obrázek 8 50. léta 20. století, červeně vyznačená přibližná poloha rybníku Tofy, zdroj: geoportal.gov.cz

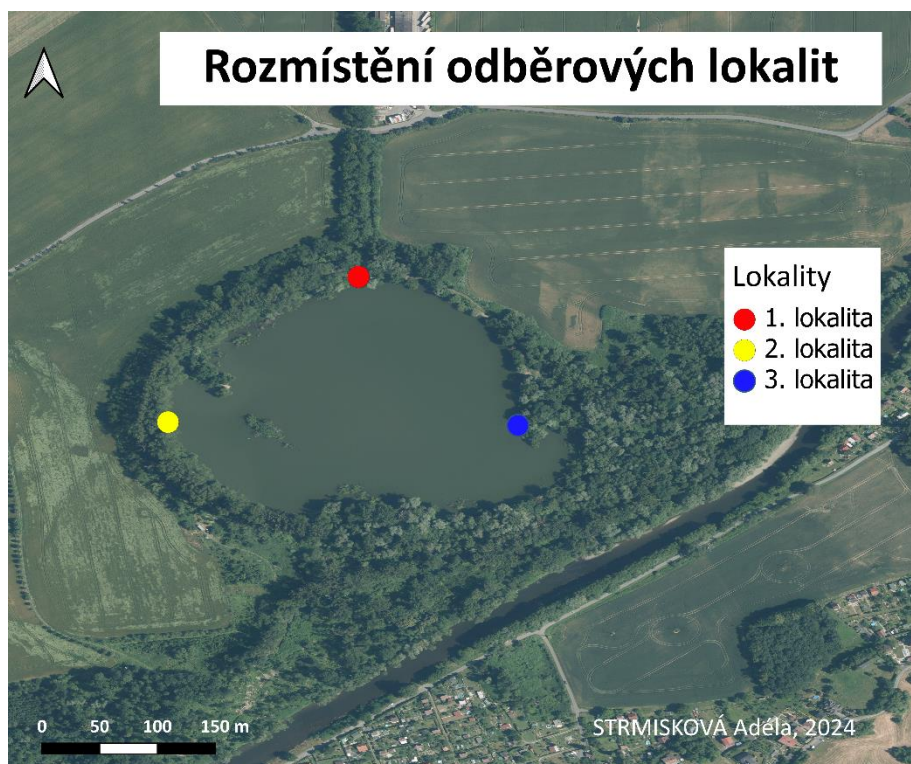
7.1.3 Dnešní využití

Podle pana Mgr. Pavla Helíška, jenž je momentálně ve funkci předsedy místní organizace Českého rybářského svazu (dále ČRS), je Tofa využívána právě k rekreaci a rybolovu. Co se týče obsádky, tu pravidelně každoročně tvoří kapr obecný (*Cyprinus carpio*), lín obecný (*Tinca tinca*), candát obecný (*Sander lucioperca*) a několik jedinců štik obecných (*Esox lucius*). Výlovy neprobíhají, jelikož nemá Tofa výpusť. Vzhledem k tomu, že prozatím nejsou dotace na revitalizaci, v blízké době se tedy žádná konat nebude (Helísek – osobní sdělení 13.3.2024).

7.2 Odběr vzorků

Vzorky byly odebírány vždy jedenkrát za měsíc, a to od května do října roku 2023. Odběry byly prováděny vždy mezi 4.–5. hodinou odpoledne. Co se týče fyzikálně-chemických vlastností vody, měřila se svrchní nahřátá vrstva vody, kdy měřicí sonda nebyla ponořena hlouběji než 10 cm. Konkrétní data sběru vzorků byla následující: 1.05.2023, 11.06.2023, 11.07.2023, 22.08.2023, 12.09.2023, 25.10.2023. Kromě měření vlastností vody, byla zjišťována i maximální denní teplota vzduchu skrze portál IN-POČASÍ (Archiv počasí, 2024).

Byly vytipovány 3 lokality Tofy (viz Obrázek 9) tak, aby zde byl snadný přístup k vodě. Z každé lokality se bralo po jednom vzorku.



Obrázek 9 Rozmístění vytipovaných lokalit 1-3 rybníku Tofa, vypracování: vlastní, 2024

První lokalita byla zvolena na severní straně, kudy se k Tofě přijíždí. Její souřadnice jsou 49°32'31,5" s.š. 17°42'37,9" v.d. Břeh je relativně strmý, ale přístupný po vyšlapané pěšině. Lokalita je po celý den vystavena slunci. Příbřežní vegetace je chudá, tvořená převážně ostřicemi (*Carex*) nebo mladými rostlinkami olší lepkavých (*Alnus glutinosa*) a jasanů (*Fraxinus excelsior*). Pohled na rybník z místa odběru můžeme vidět na Obrázku 10.



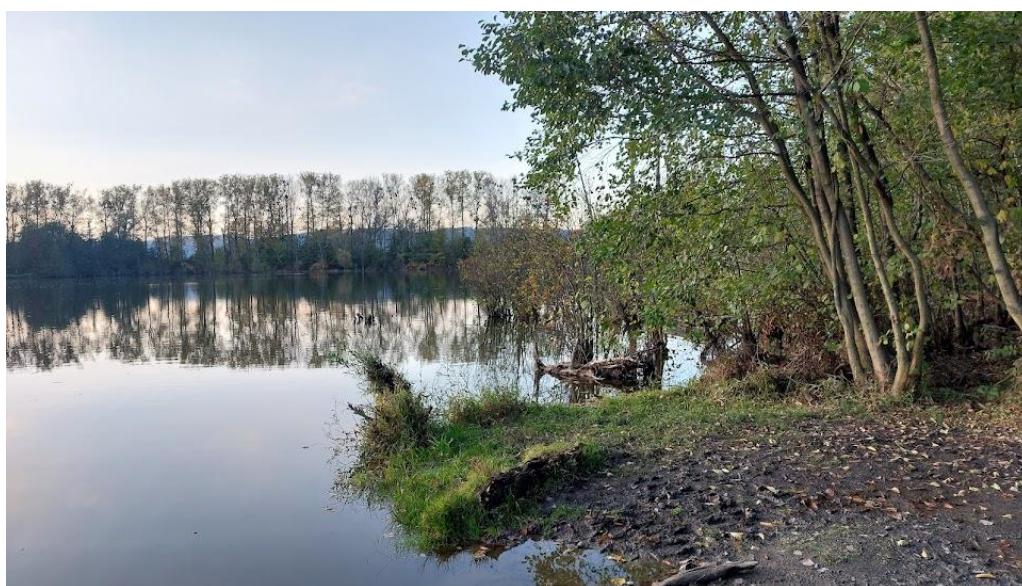
Obrázek 10 Odběrové místo č. 1, foto vlastní, 2023

Druhá lokalita byla na jihozápadní straně, souřadnice jsou 49°32'25,4" s.š. 17°42'29,5" v.d. Kromě brzkých ranních hodin je lokalita zastíněná okolní vegetací. U břehu se nachází svída krvavá (*Cornus sanguinea*) a ostružiník (*Rubus*), dále je zde hojná kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), devětsil lékařský (*Petasites hybridus*), sítina smáčkнутá (*Juncus compressus*) či vrbina obecná (*Lysimachia vulgaris*). Fotografie z druhého odběrového místa je k vidění na Obrázku 11.



Obrázek 11 Odběrové místo č. 2, foto vlastní, 2023

Třetí místo, odkud se braly vzorky, leží na jihovýchodní straně rybníku a během vydatných dešťů je přístup stížen kvůli zatopení přístupové cesty. Souřadnice jsou 49°32'24,7" s.š. 17°42'45,3" v.d. Co se týče zastínění, po celý den je tato lokalita osluněná. Svah k vodě je velmi příkrý, jak můžeme vidět z Obrázku 12. Mezi zástupce příbřežní vegetace patří vrba bílá (*Salix alba*) olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) či zevar vzpřímený (*Sparganium erectum*).



Obrázek 12 Odběrové místo č. 3, foto vlastní, 2023

Vzorky fytoplanktonu byly nasbírány do plastových uzavíratelných lahvíček o objemu 30 ml za pomoci planktonní sítě. Planktonní síť byla házena přibližně 6 m od břehu s odchylkou ± 1 m v závislosti na možnostech hoďu a přístupnosti k vodě. Směrem zpátky byla vláčena tak, aby se nepotopila hlouběji než 1 m. Víčko každé nádoby bylo popsáno číslem (1-3) v závislosti na uděleném čísle dané lokality (viz Obrázek 13). Na každé lokalitě bylo rovněž provedeno měření fyzikálně-chemických vlastností vody za pomoci přenosného vodotěsného pH metru typu HI 991001. Zjišťovalo se pH, konduktivita a teplota, přičemž sonda byla ponořena maximálně v 10cm hloubce. Vzorky byly odebírány vždy okolo 4. hodiny odpoledne, přičemž každý cyklus kompletního odběru, tzn. všech 3 lokalit, trval maximálně hodinu. Otevřené lahvičky se vzorky byly uchovány v lednici a do následujících 48 hodin byly zanalyzovány v laboratoři na katedře biologie Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.



Obrázek 13 Lahvičky se vzorky, vlevo pohled shora – očíslování jednotlivých vzorků, vpravo pohled z boku, zdroj: vlastní, 2023

7.3 Morfologická determinace

Většinou probíhala průběžná determinace již při semikvantitativní analýze. Určování probíhalo za pomoci dvou vydání klíčů k determinaci od Kaštovského (2018a,b). Pokud se během semikvantitativní analýzy nenašly nové taxony, udělal se minimálně jeden další dočasný preparát. Pro morfologickou determinaci se používalo zvětšení 200-400 $\times$ s ohledem na to, aby šel taxon určit. K mikroskopu byla připojena kamera YIZHAN, která promítala obraz do počítače. Díky tomu mohly být pořízeny fotografie sinic a řas pro obrazové tabule a také pro pozdější determinaci, či pro přesnější počty některých kolonií.

7.4 Semikvantitativní analýza fytoplanktonu

Z každého jednoho vzorku se postupně vytvořily 3 dočasné preparáty, vzniklo tedy 9 dočasných preparátů v průběhu jednoho měření a celkem 54 dočasných preparátů pro celou vegetační sezónu. Každý preparát byl pozorován pod mikroskopem Olympus BX51 se zvětšením 100× a šlo především o náhodný výběr 10 zorných polí (dále ZP), kde byly započítávány pouze živé buňky. Každá lokalita měla tedy celkem 30 zorných polí pro každý sběr, aby mohly být jednotlivé odběry a lokality porovnatelné.

Počítání buněk probíhalo při menším počtu buněk v zorném poli manuálně. Při narůstajícím, avšak stále přehledném množství, bylo využito programu ImageJ (Rasband, 2011), což je software, který při správném nastavení analyzuje a spočítá jednotlivé buňky s minimální odchylkou, která činila ± 10 buněk. Toto množství bylo však při celkovém množství sinic zanedbatelné, jelikož se počty pohybovaly v tisících. V ImageJ byla každá fotografie nejprve převedena do černobílého režimu, následně byly jednotlivé buňky rozděleny pomocí „Convert to Mask“ funkce a poté spočítány funkcí „Analyse“. Pokud byly kolonie velmi husté, byl z důvodu zjednodušení výpočtu jednotlivých buněk použit vzorec pro obsah.

Zástupci byli po determinaci zařazeni do vybraných taxonomických skupin – sinice (Cyanophyceae), zelené řasy (Chlorophyta), rozsivky (Bacillariophyceae) centrické a penátní, obrněnky (Dinophyta), krásnoočka (Euglenophyta), krásivky (Streptophyta – Desmidiaceae), zlativky (Chrysophyceae).

Hodnoty fyzikálně-chemických vlastností vody měřené v daných lokalitách během půlročního sledování byly vyneseny do grafu. Následně se provedlo procentuální vyhodnocení zastoupení taxonů a početnosti sinic a řas během každého měsíce. Rovněž byl sestaven seznam taxonů, které byly za celou dobu odběrů nalezeny.

7.5 Statistické vyhodnocení dat

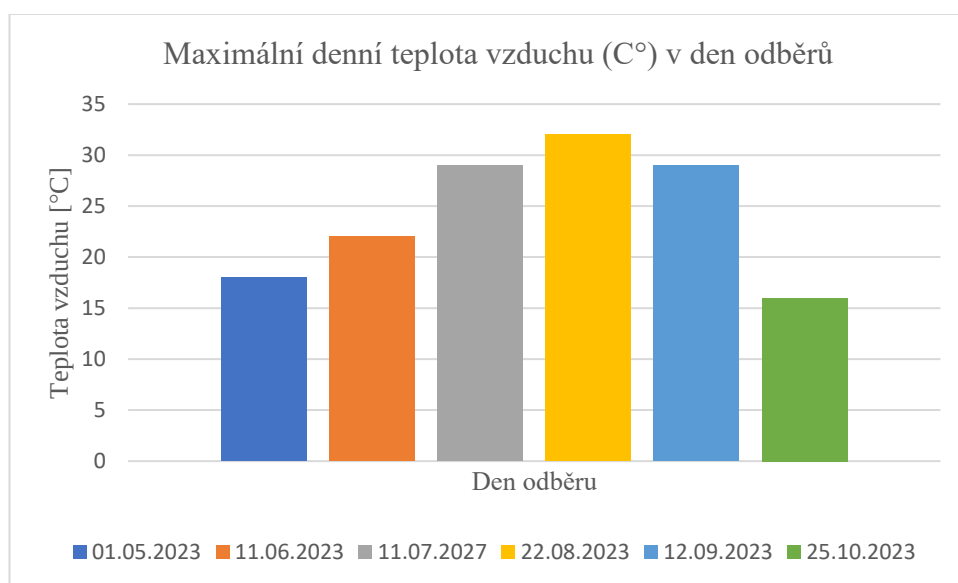
Pro vyhodnocení byly použity lineární smíšené modely za pomoci programu R 4.3.3 (R Core Team, 2024) a jemu přidruženému prostředí – RStudia (RStudio Team, 2020). Prvotní analýza předpokládala vytvoření jednoduchých lineárních modelů pro každou lokalitu zvlášť s cílem identifikovat případný vliv teploty, pH a konduktivity (prediktory, fixní vysvětlující proměnné) na počet taxonů a početnost organismů (závislé vysvětlované proměnné) (Pekár, 2020). Pro každou lokalitu byl vytvořen samostatný lineární model pomocí funkce „lm“, jehož výstupy byly zjištěny pomocí funkce Anova z knihovny „car“ (Fox, 2019) a vizualizován s využitím funkce „visreg“ z knihovny „visreg“ (Breheny, 2017), což umožnilo prozkoumat statistický význam jednotlivých prediktorů a zobrazit výsledky v grafech. Při tvorbě lineárních modelů pro početnost organismů bylo potřeba nejprve hodnoty zlogaritmovat, aby se blížily normálnímu (Gaussovu) rozdělení. Při analýze jednotlivých lokalit bylo zjištěno, že žádný ze studovaných faktorů nemá na početnost buněk a taxonů vliv – pravděpodobně z důvodu malého vzorku ($N = 6$ na jedno odběrové místo). Výsledky pro jednotlivé lokality jsou k nahlédnutí v [Příloze 2, 3 a 4](#).

Při první statistické analýze dat každé lokality zvlášť se neukázalo, že by měl prediktor (teplota, pH, konduktivita) jakýkoli vliv na počet taxonů či počet organismů. Proto byly pro následující analýzy sběry ze všech 3 lokalit sloučeny a vyhodnoceny pomocí lineárních smíšených modelů (funkce lmer) z knihovny „lme4“ (Bates, 2015), kde lokality vystupovaly pouze jako náhodný faktor. Modely zahrnovaly všechny prediktory (teplota, pH, konduktivita) a závislou proměnnou byly opět počty taxonů nebo početnost organismů (i zde platilo, že byla hodnota počtu organismů zlogaritmována). Výstupy z modelů byly opět zjištěny pomocí funkce Anova. Statisticky významné prediktory pak byly s využitím funkce „visreg“ graficky znázorněny.

8 Výsledky

8.1 Teplota vzduchu

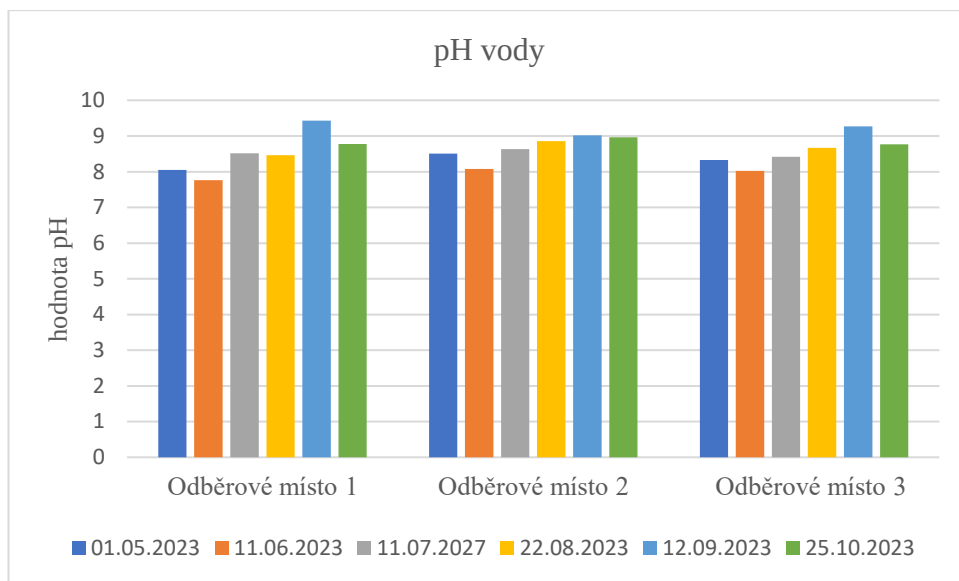
Na konečné výsledky mělo vliv i počasí a teplota vzduchu, která během dne odběru panovala. Na sloupcovém diagramu (viz Graf 2) můžeme vidět, že vůbec nejteplejším dnem byl 22.8.2023, kdy nejvyšší naměřená teplota dosáhla 32 °C. Nejchladnějším dnem v průběhu měření bylo 25.10.2023, kdy se nejvyšší denní teplota dostala na 16 °C.



Graf 2 Nejvyšší naměřená teplota vzduchu během dne, zdroj: e-pocasi.cz, vlastní zpracování, 2023

8.2 pH vody

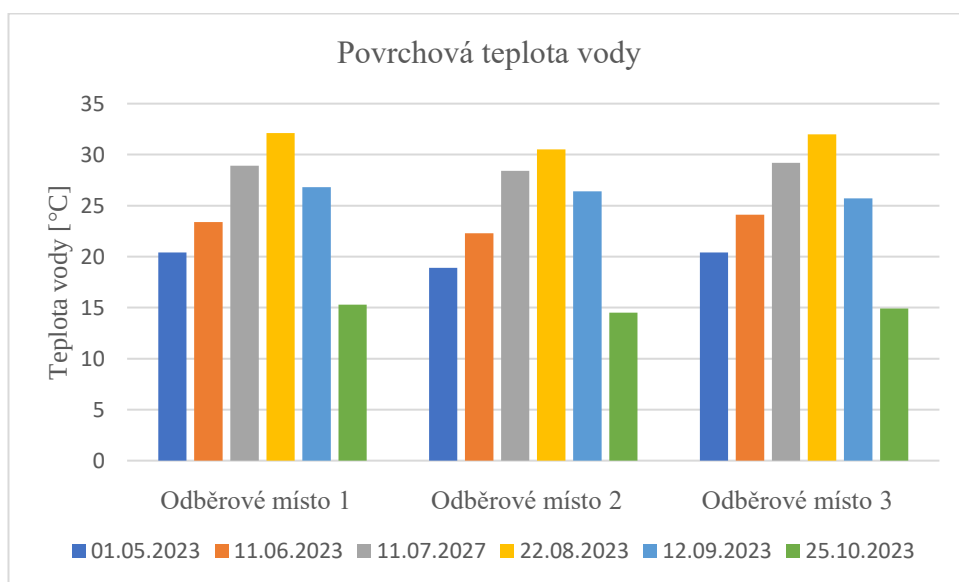
Z Grafu 3 můžeme vidět, že pH vody se po celou dobu měření moc nezměnilo. Hodnoty pH se pohybovaly v rozmezí od 7 do 9. Minimální hodnota byla naměřena 11.6.2023 na 1. lokalitě a činila 7,76. Nejvyšší naměřené pH bylo naměřeno 12.9.2023 na 1. odběrovém místě a hodnota byla 9,43. V případě zkoumané vodní nádrže Tofy byla reakce vody spíše zásaditá.



Graf 3 Naměřené hodnoty pH vody, vlastní zpracování, 2023

8.3 Teplota vody

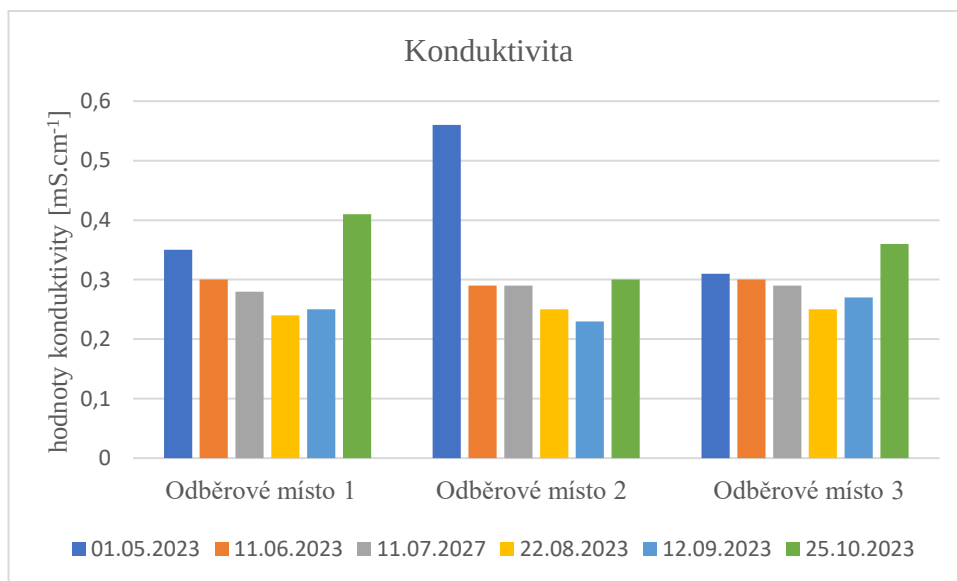
Teplota vody kolísala ve dnech odběrů mezi 14,5-32,1 °C. Můžeme si (viz Graf 4) povšimnout malého rozdílu mezi 1. a 2. lokalitou a rovněž mezi 2. a 3. lokalitou, kdy 2. lokalita je vždy o něco chladnější než 1. a 3. odběrové místo. Minimální naměřená teplota vody byla 14,5 °C právě na 2. odběrovém místě během října. Nejvyšší možná naměřená teplota vody byla při srpnovém odběru a činila 32,1 °C na 1. lokalitě, jež leží na severní straně.



Graf 4 Teplota povrchové vrstvy vody v průběhu půlročního měření, vlastní zpracování, 2023

8.4 Konduktivita

Během proběhlých šesti odběrů se pohybovala konduktivita vody v rozmezí přibližně od 0,2 do 0,3 mS.cm⁻¹. Největší skok byl hned při prvním odběru z druhé zastíněné lokality, kdy se 1.5.2023 vyšplhala hodnota na 0,56 mS.cm⁻¹. Nejmenší hodnota byla 0,23 mS.cm⁻¹, jež byla naměřena 12.9.2023 rovněž na druhém odběrovém místě. Detailnější hodnoty konduktivity můžeme vidět z Grafu 5.



Graf 5 Konduktivita vody v průběhu šesti šetření, vlastní zpracování, 2023

8.5 Taxonomické složení sinic a řas

Dohromady bylo nalezeno 77 taxonů sinic a řas (viz [Příloha 1](#)). Svým počtem převažovaly zelené řasy (Chlorophyta), kterých bylo napočítáno 29 taxonů. Další početnou skupinou byly sinice (Cyanobacteria), kterých bylo 24. Méně početnou skupinou byly rozsivky (Bacillariophyceae), které byly rozděleny na penátní a centrické rozsivky, přičemž penátní rozsivky byly dominantním taxonem. Celkem bylo rozsivek 9 taxonů, z nichž pouze 1 patřil do rozsivek centrických. Ve vodní nádrži bylo nalezeno 8 taxonů spájivky (Zygnematophyceae), přičemž všechny spájivky patřily do řádu Desmidiales. Posledními taxony byly obrněnky (Dinophyta), krásnoočka (Euglenophyta) a zlativky (Chrysophyceae). Krásnoočka zde byla zastoupena třemi taxony, obrněnky byly zastoupeny rovněž třemi taxony a zlativky pouze jediným druhem, kterýmž byl zástupce *Dinobryon divergens*.

Co se týče výsledků vztahujících se k početnosti taxonů, můžeme z Tabulky 5 vidět, že zde byl trend růstu počtu taxonů u sinic (Cyanophyceae) až na červencový výkyv. Zelené řasy (Chlorophyta) byly dominantní v počtu taxonů do půlky sezóny (červenec), poté počtem taxonů začaly převažovat sinice (Cyanophyceae). V květnu si můžeme povšimnout poměrně velkého zastoupení rozsivek (Bacillariophyceae), které poté byly zatlačeny v důsledku nárůstu počtu jiných taxonů.

Tabulka 5 Početnost taxonů během vegetačního období roku 2023

Taxon	01.05.2023	11.06.2023	11.07.2023	22.08.2023	12.09.2023	25.10.2023
Cyanophyceae	3	13	8	16	16	11
Chlorophyceae	10	13	17	14	14	11
Bacillariophyceae	9	3	1	1	1	3
Euglenophyta	2	2	3	1	1	1
Zygnematophyceae	2	3	4	4	4	5
Chrysophyceae	0	1	0	0	0	0
Dinophyta	0	0	1	2	2	0

Zdroj: vlastní šetření z roku 2023

V květnu převažovaly co do počtu taxonů zelené řasy (Chlorophyta) a rozsivky (Bacillariophyceae) viz Tabulka 5. Ze zelených řas zde byli hojně k nalezení *Desmodesmus communis*, *Monactinus simplex*, *Pediastrum duplex*, *Pseudopediastrum boryanum*. Ze vzácnějších se podařilo najít *Crucigenia quadrata*. Co se týče zástupců rozsivek, hojná byla *Aulacoseira granulata*, která se v Tofě objevovala pravidelně po celou dobu vegetačního období. Dalšími hojnými rody byly *Nitzschia* a *Navicula*. Ze sinic (Cyanophyceae) se zde po málu vyskytovala *Microcystis aeruginosa* a pár zástupců *Woronichinia naegeliana* a našla se zde i 1 *Leptolyngbya valderiana*. Ze spájivek se zde objevila krásivka *Staurastrum* či *Closterium acutum*.

V červnu převažovaly zelené řasy (Chlorophyta) a sinice (Cyanophyceae), přičemž obě skupiny čítají 13 taxonů. Velmi hojnými zástupci byli *Golenkinia radiata*, *Lacunastrum gracillimum* a podobné zelené řasy jako za květnový odběr. Byla pozorována i *Lagerheimia ciliata*, která bývá dle Kaštovského (2018) roztroušeně v slabě eutrofních vodách. Mezi další hojné druhy patřily *Tetraedrön minimum*, *Tetraedrön caudatum*, *Tetraedrön triangulare* a *Stauridium tetras*. Z krásivek se zde hojně vyskytovalo *Staurastrum bloklandiae*. V tomto odběru se poprvé od zahájení odběrů opravdu hojně objevuje i zlativka (Chrysophyceae) *Dinobryon divergens*. Ve vzorcích se objevovaly tisíce schránek, ale pouze několik živých jedinců. Sinic

(Cyanophyceae) se ve vzorcích vyskytuje čím dál tím více, a kromě rodů *Microcystis* a *Leptolyngbya* se zde objevuje i rod *Anabaena*.

Za červenec opět dominují zelené řasy (Chlorophyta) co se týče počtu taxonů. Kromě početných druhů, jež se vyskytovaly i při minulých odběrech, se zde poprvé a zároveň i naposledy podařilo najít *Micractinium pusillum* nebo vzácnou řasu *Polyedriopsis spinulosa*. Ze sinic (Cyanophyceae) se poprvé při pozorování objevuje *Merismopedia glauca*, jež byla k vidění také pouze jedenkrát za celou dobu odběrů.

V srpnovém odběru začaly v počtu taxonů dominovat sinice (Cyanophyceae). Celkem se zde objevilo 17 taxonů sinic. Nově se zde vyskytovaly sinice *Aphanocapsa conferta* a toxická invazivní *Cylindrospermopsis raciborskii*, jež byla velmi hojná. Dále se zde objevila sinice *Dolichospermum viguieri*, která se objevila taktéž při odběrech v září a říjnu. Rovněž k rodu *Merismopedia* přibýly druhy *M. hyalina* a *M. angularis*. Kromě rodu *Anabaena* se objevuje i rod *Pseudanabaena*. V srpnu se začínají objevovat i rody *Ceratium* a *Peridinium*. Konkrétně se podařilo najít pár jedinců *Ceratium furcoides* a *Peridinium* sp. Nově se zde objevuje druh z oddělení Chlorophyta – *Botryococcus braunii*, který se objevuje v barvách od zelené přes žlutou až po hnědou barvu. Rod *Botryococcus* je rovněž zajímavý produkcí olejů, což může být do budoucna slibným zdrojem biopaliv (Hirano, 2019).

Při odběru v září už dominovaly co do počtu taxonů sinice (Cyanophyceae) s nalezenými 16 taxony a zelené řasy (Chlorophyta) se 14 taxony. Ze sinic patřily mezi nově nalezené druhy *Aphanocapsa delicatissima* a *Aphanocapsa incerta*, *Romeria simplex* a *Snowella litoralis*. Stejně jako v srpnu se zde objevovali zástupci *Ceratium furcoides* a *Peridinium* sp. Ze zelených řas (Chlorophyta) byla poprvé pozorována *Eudorina elegans*, *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus disciformis* i *S. ellipticus*. V těchto odběrech byla překvapivě velká přítomnost živých buněk zelených řas, a to i navzdory tomu, že počet buněk sinic dosahoval ohromujících čísel. Rody *Monoraphidium* a *Botryococcus* měly výrazný podíl na celkovém množství zelených řas.

Říjnový odběr čítal 11 taxonů ze třídy Cyanophyceae a 11 taxonů z oddělení Chlorophyta. Stále se občasně vyskytovalo *Ceratium furcoides*, *Pediastrum* sp. nalezeno nebylo. Přibyl nový druh, a to *Staurodesmus extensus*.

8.6 Semikvantitativní analýza sezónní dynamiky fotoplanktonu rybníku Tofa

Tabulka 6 Početnost buněk jednotlivých taxonů během odběrů v roce 2023

Taxon	01.05.2023	11.06.2023	11.07.2023	22.08.2023	12.09.2023	25.10.2023
Cyanophyceae	99,380 %	98,387 %	97,998 %	99,548 %	97,475 %	98,656 %
Chlorophyceae	0,519 %	1,105 %	1,912 %	0,384 %	2,218 %	0,857 %
Bacillariophyceae P	0,012 %	0,003 %	0,008 %	0,019 %	0,185 %	0,062 %
Bacillariophyceae C	0,079 %	0,230 %	0,058 %	0,026 %	0,049 %	0,388 %
Euglenophyta	0,009 %	0,008 %	0,013 %	0,002 %	0,029 %	0,015 %
Zygnematophyceae	0,001 %	0,017 %	0,011 %	0,019 %	0,039 %	0,022 %
Chrysophyceae	0,000 %	0,250 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
Dinophyta	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,003 %	0,006 %	0,000 %

Zdroj: vlastní šetření z roku 2023

Jak můžeme vidět z Tabulky 6, při květnovém odběru silně dominovaly sinice, a to celými 99,38 %. Zbytek procentuálního zastoupení (0,62 %) byl tvořen řasami, z čehož největší podíl měly zelené řasy (0,519 %).

Červnové odběry byly o něco zajímavější, ačkoliv sinice byly zastoupeny 98,387 %. Při tomto odběru bylo napočítáno nejméně buněk sinic (35 067). Kromě zelených řas (1,105 %) se zde objevují v poměrně větším zastoupení i zlativky (Chrysophyceae) s 0,25 % nebo centrické rozsivky (0,23 %), když pomineme obrovské sumy u sinic (Cyanophyceae).

V červenci roku 2023 bylo zastoupení zelených řas co do počtu buněk nejvyšší za celé vegetační období, činilo 1635 buněk. Co se však týká procentuálního zastoupení, rozhodně nemohou konkurovat sinicím, kterých bylo 52x více. Sinic (Cyanophyceae) bylo necelých 98 % oproti řasám, kterých byly pouze 2 %. Z většiny byly zastoupeny zelenými řasami (1,912 %).

Srpnové odběry byly opět charakteristické velkým procentuálním zastoupením sinic (99,548 %), což bylo za dobu odběrů nejvyšším naměřeným procentem u sinic. Co se týče počtu buněk sinic, těch bylo napočítáno také nejvíce, a to 154965 buněk. Miniaturní zbytek byl opět tvořen řasami.

V září bylo sinic (Cyanophyceae) 97,475 % a ve zbylých 2,525 % řas z tohoto odběru patřilo 2,218 % zeleným řasám (Chlorophyta).

Poslední odběr proběhl 25.10.2023. Ačkoliv opět převažovalo procentuální zastoupení sinic (98,656 %), ukázalo se i poměrně hodně centrických rozsivek (Bacillariophyceae C) – celkem 287 buněk (0,388 %).

8.7 Výsledky vlivu fyzikálně-chemických faktorů na taxonovou bohatost a početnost organismů

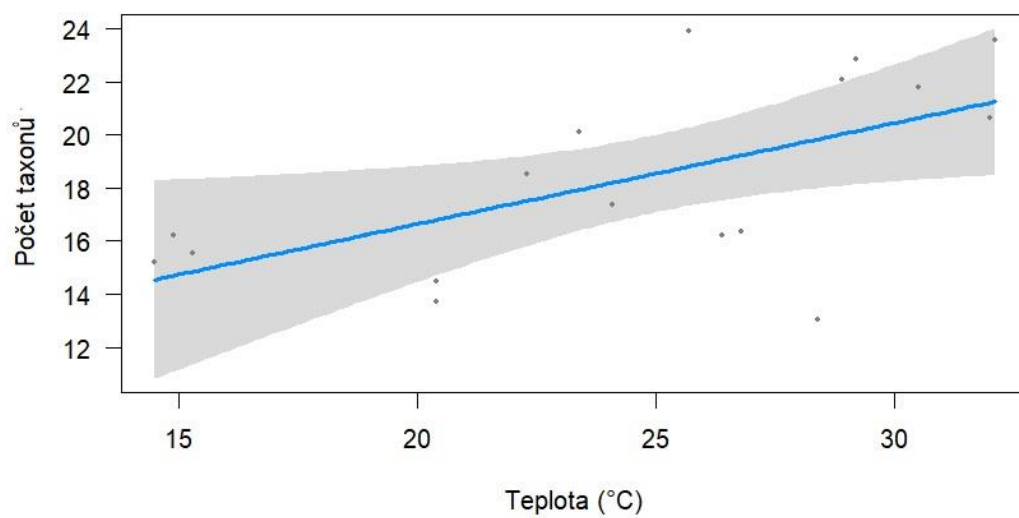
Tabulka 7 obsahuje výsledky z lineárního smíšeného modelu, který zkoumá vztahy mezi závislými proměnnými (taxonová bohatost a početnost organismů) a zkoumanými fyzikálně-chemickými prediktory.

Tabulka 7 Výstupy z lineárního smíšeného modelu testujícího vliv abiotických faktorů na taxonovou bohatost a početnost buněk

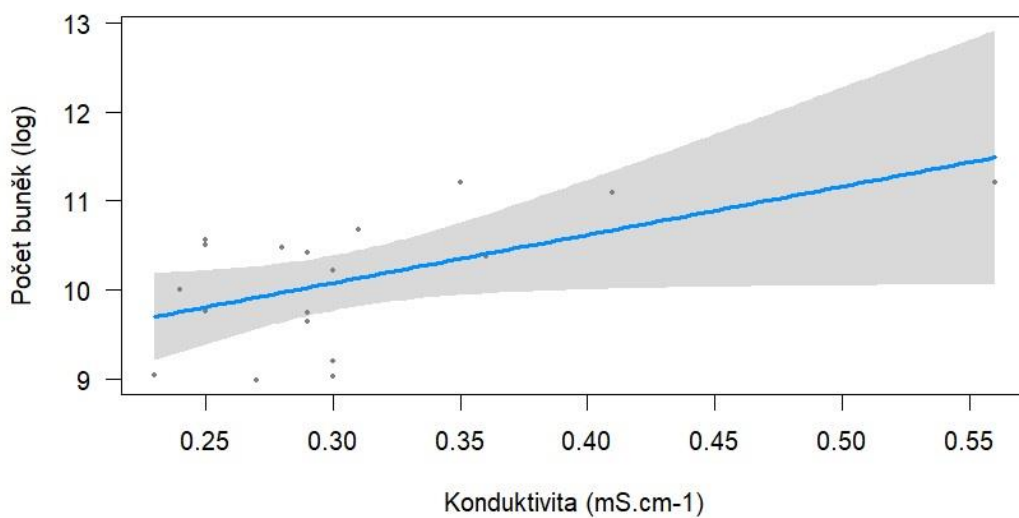
Taxonová bohatost	prediktor	Chí-kvadrát	Stupeň volnosti	P hodnota
	teplota	5.1545	1	0.02319*
	pH	0.2893	1	0.59068
	konduktivita	1.1825	1	0.27685
Početnost organismů	prediktor	Chí-kvadrát	Stupeň volnosti	P hodnota
	teplota	3.1071	1	0.07795
	pH	1.3879	1	0.23875
	konduktivita	3.9123	1	0.04793*

Zdroj: RStudio, vlastní šetření z roku 2023

Počty taxonů pozitivně korelovaly s teplotou, což znamená, že s rostoucí teplotou se zvyšovala i jejich bohatost viz Graf 6. Modrá čára zde reprezentuje nejlepší lineární fit pro dostupná data (černé body), která jsou rozptýlená kolem této čáry. Šedá oblast okolo modré čáry představuje konfidenční interval. U početnosti buněk bylo zjištěno, že statistický významný (pozitivní) vliv má konduktivita (Graf 7).



Graf 6 Závislost počtu taxonů na teplotě, vlastní zpracování, 2024



Graf 7 Závislost (log) početnosti buněk na konduktivitě, vlastní zpracování, 2024

9 Diskuse

Bylo zjištěno, že Tofa není rybník, ale bývalý zatopený štěrkopískový lom, který se současně využívá jako rybníkářský revír. Tofa je poměrně mladým vodním dílem, jelikož byl po ukončení těžby mezi lety 1986-1996 zavodněn. Navzdory tomu má však Tofa včetně jejího okolí bohatou historii.

Teplota vzduchu, která byla zaznamenávána, sloužila pro informaci, aby bylo zřejmé, že rok 2023 byl teplotně silně nadnormální (ČHMÚ, 2024), což ovlivnilo teplotu vody.

9.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody

Co se týče teploty vody, nejvyšší hodnota byla naměřena v srpnu na 1. lokalitě a činila 32,1 °C. Celkově nejchladnější lokalitou bylo odběrové místo č. 2 a to z důvodu, že se nachází na západní straně rybníka a je téměř celý den zastíněno vzrostlými stromy, a tak nemůže v těchto místech voda pojmát sluneční záření a ohřívát se (Pouličková, 2011). Teplota vody ve vodních nádržích je významně ovlivněna klimatickými podmínkami a počasím. Dle výzkumu z Pensylvánie (Huang, 2023) množství řas záviselo právě na teplotě vzduchu, jež se měnila v závislosti na ročním období, přičemž zde probíhala pozitivní korelace až na malé výjimky. Bylo dokázáno, že růst řas je ovlivněn nejen počasím v jednom dni, ale především délkou období počasí (Huang, 2023). Tato studie potvrzuje náhlý úpadek červnového počtu organismů, který se oproti květnovým počtům rapidně zmenšil, a to ze 121751 na 35642 organismů. Tento úpadek mohl být zapříčiněn právě změnou počasí, kdy předchozí dva dny před samotným odběrem pršelo a byla snižena teplota. Zhang (2016) tvrdí, že teplota vody se v litorální zóně může denně měnit o 5–10 °C a fytoplankton je obecně velice citlivý na krátkodobé výkyvy teplot. Nicméně, tato citlivost na změnu teploty nebyla prokázána u sinice *Microcystis aeruginosa* (Zhang, 2016). Náhlý úpadek organismů může být rovněž důsledkem zvýšené predace zooplanktonem (Schaffner, 2019).

Ukázalo se, že rybník Tofa je zásaditějšího charakteru, tomu kromě naměřeného pH odpovídalo i složení sinic a řas. Stejně jako u rybníka u Protivanova (dále RuP) (Kitner, 2001) docházelo i u rybníka Tofy ke zvyšování počtu taxonů

v letních měsících. S rostoucí teplotou tedy rostla i taxonová diverzita. Tuto kladnou korelaci mezi teplotou a počtem druhů se zabýval i Gillman (2014).

Naměřené pH bylo na obou lokalitách podobné (Tofa 7,76-9,43; RuP 6,71-9,67). Jiných hodnot však dosahovala konduktivita a teplota. V RuP byly naměřeny hodnoty 120-210 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, v Tofě byly hodnoty mnohonásobně větší, a to 230-560 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Pravděpodobně za to může vyšší koncentrace iontů v důsledku absence přítoku a odtoku (Pal, 2015b). Vodivost byla identifikována jako dominantní proměnná, která vysvětluje významnou část variability ve složení společenstev bentických řas, mezi které se řadí mnohé druhy rozsivek, např. *Navicula* sp. nebo *Nitzschia* sp. To znamená, že změny ve vodivosti mají silný vliv na to, které druhy řas jsou přítomny v daném prostředí (Munn, 2002). Tato teze se potvrdila, jelikož naměřené konduktivitě v květnu, červnu a říjnu odpovídalo i vyšší zastoupení rozsivek.

Teplota vrchní nahřáté vrstvy vody dosahovala u RuP maximálně 24,1 °C, kdežto v tomto výzkumu se teplota vyšplhala až na 32,1 °C. To může být rovněž důsledkem chybějícího přítoku a odtoku, které mohou výrazně zvýšit míchání vody ve vodní nádrži. Tyto dva výzkumy se zabývají vodou v rybníčním ekosystému, avšak je nutno brát v potaz, že jsou od sebe vzdálené 25 let.

Hašler ve svém výzkumu rozdělil vybraných 45 rybníků v České republice na 4 skupiny podle environmentálních proměnných jako byla vodivost, pH, koncentrace dusíku a kvalita sedimentu (Hašler, 2008). Podle naměřených vlastností vody bych mohla Tofu zařadit nejspíše do 4. skupiny, která byla charakteristická eutrofickou vodou s bahnitým až bahnito-písčitým sedimentem a konduktivitou okolo 200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a alkalickým pH, jenž často nabývalo hodnot vyšších než 8.

9.2 Trofie vody

V této práci nebyl proveden žádný chemický výzkum vody, nicméně i přes to lze o úživnosti rybníka Tofy hovořit díky nalezeným druhům (Kaštovský, 2018a,b). Nemůžeme se stoprocentní jistotou říci, že by voda byla nějakého typu trofie bez řádného chemického rozboru, navíc spousta taxonů má širokou ekologickou valenci (Khalil, 2021; Pouličková, 2006; Rindi, 2007). K přibližnému určení trofie se však můžeme dostat skrze bioindikátory – řasy a sinice (Khalil, 2021), které mají užší ekologickou valenci.

Na základě umístění Tofy a jejího blízkého okolí jsem předpokládala, že voda bude eutrofní až hypertrofní. Z hypertrofních bioindikátorů byla nalezena rozsivka *Aulacoseira granulata* a zelená řasa *Tetradismus acuminatus*. Hojně se vyskytovaly druhy, které preferují eutrofní vody, jako například *Lagerheimia ciliata*, *Coelastrum microporum* či *Golenkinia radiata* z oddělení Chlorophyta nebo rod *Microcystis*, *Romeria simplex* nebo *Aphanocapsa incerta* ze sinic (Cyanophyceae). Našly se zde i zástupci, kteří snášejí kyselé až zásadité prostředí (*Closterium acutum*, *Mougeotia* sp.), a patří tedy k euryvalentním druhům (Kaštovský, 2018b). Hladina rybníka byla vodním květem pokryta nevýrazně jen v litorální zóně. Proto mohu předpokládat, že je rybník spíše mírně eutrofní.

9.3 Sezónní dynamika a nalezené taxony

Celkem se podařilo najít 77 taxonů za celé vegetační období roku 2023. Jedná se o první průzkum této vodní nádrže, tudíž není možnost srovnat počty ani semikvantitativní analýzu s jinými autory, kteří by Tofu zkoumali.

Do půlky vegetační sezóny (květen-červenec) vedly v počtu taxonů zelené řasy, poté začaly převažovat sinice (srpen, září) a říjnu bylo obou skupin stejné množství, kdy sinice i zelené řasy čítaly 11 taxonů. Rozsivky spolu se zelenými řasami dominovaly v květnu, poté se v průzkumu objevovalo jen pár taxonů, pravděpodobně z důvodu zatlačení ostatními taxony.

Toto seskupení poměrně dobře kopíruje klasický PEG model (Schaffner, 2019; Sommer, 2012). Dominance zelených řas a rozsivek v na přelomu jarního a letního období je v souladu s fází jarního nárůstu, kdy zvýšené teploty a dostatek světla podporují jejich růst. Rozsivky rovněž benefitují na zvýšené koncentraci živin, které se ukládaly během zimy. Nárůst zooplanktonu pak využívá zvýšenou dostupnost fytoplanktonu jako potravy, přičemž intenzivní pastva zooplanktonu způsobuje pokles biomasy fytoplanktonu, což vede ke zlepšení průzračnosti vody. Následuje letní stagnace, kdy je málo živin a růst fytoplanktonu je omezen (Sommer, 1986). V srpnu a září dominovaly sinice, což odpovídá letní stagnaci. V této fázi je růst fytoplanktonu omezen nízkými hladinami živin a vyššími teplotami, což poskytuje výhodu sinicím, které jsou schopné fixace dusíku a mohou lépe prosperovat v těchto podmínkách (Sommer, 2012). Podzimní klesající teploty a zvyšující se hladiny živin (díky rozkladu organické hmoty) a míšení vody vedou k druhému, méně intenzivnímu, růstu

fytoplanktonu (Sommer, 1986). Ačkoliv byly stále v převaze sinice, na přelomu září a října začaly zelené řasy i rozsivky opět zvětšovat počty (jak počet taxonů, tak početnost buněk).

Co se týče jediného zástupce zlativek (Chrysophyceae) *Dinobryon divergens*, ten byl pozorován v červnu, ačkoliv rod *Dinobryon* Pouličková (2011) i Sandgren (1995) považují za chladnomilný druh, který prosperuje na jaře okolo 12 °C. I když je rod *Dinobryon* mixotrofní (Heinze, 2013), a není tak závislý čistě na fotosyntéze, bylo dokázáno, že se drží v afotické (prosvětlené) zóně. Preferuje obligátní fototrofii, jelikož bez světla dlouho nepřežije. Heinze rovněž tvrdí, že největší růst zlativky *Dinobryon cylindricum* zaznamenal při teplotě 16 °C, nicméně sám poukazuje na výzkumy dalších autorů, kteří chladnomilné zlativky pozorovali v rozpětí od 7 do 17 °C. Je nutno podotknout, že tento výzkum byl proveden v hloubce přesahující 4 m, kdežto v mém výzkumu sahala planktonní síť maximálně do metrové hloubky a povrchová teplota vody v měsíci červnu, kdy byl *Dinobryon divergens* pozorován, byla v rozmezí 22–24 °C.

Kulichová (2022) dělala průzkum Kosořického rybníka, který má podobné fyzikálně-chemické vlastnosti vody, jaké má Tofa. Jediný markantně odlišný prediktor byla teplota. Tuto odlišnost bychom mohli přisuzovat tomu, že Tofa nemá žádný přítok ani odtok, a teplota vody je tedy podstatně vyšší, jelikož se voda nemá jak míchat s čerstvou příchozí vodou. Rovněž je podobný svou výměrou 12,59 ha, nadmořskou výškou 210 m n. m., fluviálními šterkopiscitými půdami a v okolí rybníka se nachází hnojená pole. Co se týče taxonové bohatosti, Tofa byla o něco pestřejší. Když se ale podíváme na počet organismů, sinice se začaly vyskytovat v Tofě v poměrně hojném počtu již v květnu, kdežto v Kosořickém rybníku převažovaly až do července krásnoočka, rozsivky, skrytěnky a zelené řasy a teprve až v srpnu se ukázaly sinice jako dominantní taxon (Kulichová, 2022). Je pravděpodobné, že za takové urychlení mohly extrémní teploty, které již v květnu pomohly ohřát povrchovou vrstvu vody na 20 °C.

Výsledky mohu porovnat rovněž i s bývalými pískovkami, které přejaly úplnou nebo alespoň částečnou funkci rybníka. Takovým příkladem je Fraumil – bývalá zatopená pískovna, nyní rybník na levé straně Dyje nebo olomoucké koupaliště Poděbrady (bývalý šterkopískový lom) u levostranného přítoku Moravy. Rybník

Fraumil je podobný pouze letním zastoupením, kdy dominovaly sinice vodních květů jako je *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Dolichospermum flos-aquae* a *Planktothrix agardhii*. Jinak se zde během roku nacházely druhy jako například *Phacotus lenticularis* či široké spektrum chlorokokálních řas a rozsivek, mezi něž patřily například *Encyonema elginense* nebo *Gomphosphaeria aponina* (Heteša, 2012). V Poděbradech bylo nalezeno mnoho druhů rozsivek, které výrazně dominovaly, co se počtu druhů týče, při každém odběru. Z hlediska procentuálního zastoupení společenstev se dařilo při květnovém odběru nejvíce zlativkám (Chrysophyceae), v červenci opět dominovaly rozsivky a zelené řasy. Při zářijovém odběru opět dominovaly rozsivky (Krčmářová, 2022). Průzkum Krčmářové je tedy od výzkumu Tofy velmi odlišný, pravděpodobně z důvodu vyššího naměřeného pH (Tofa 7,76–9,43; Poděbrady 7,00–7,62) a celkově vyšší trofie vody, která vyhovovala spíše zeleným řasám a sinicím.

9.4 Vliv fyzikálně-chemických vlastností vody na taxonovou početnost a početnost organismů

Studie z roku 2016, která byla prováděna v laboratorních podmínkách, ukázala, že neutrální až mírně alkalické pH (7,0 až 8,5) je optimální z hlediska růstu většiny druhů sinic (Sharath Chandra, 2016). Ačkoliv tedy měly sinice optimální podmínky z hlediska naměřeného pH, pozitivní korelace mezi počtem organismů a pH nebyla v mém výzkumu potvrzena. Největší roli zde hrála konduktivita. Rauch (2006) ve své studii zkoumala, jaké faktory mají vliv na distribuci řas a z výzkumu vyplynulo, že jak pH, tak konduktivita jsou klíčovými faktory (Rauch, 2006).

Teplota má významný vliv jak na růst taxonovou bohatost, tak na růst fytoplanktonu. Růst sinic a zelených řas dosahuje maxima při podobných optimálních teplotách. Co se týče optimální teploty pro růst fytoplanktonu, ta je 29,2 °C jak pro sinice, tak pro zelené řasy (Lürling, 2013). Pokud se však k teplotě přidá i optimální poměr živin, pak nastane růst klidně i při 20 °C (Lürling, 2018). Z jiné studie vyplývají závěry, že průměrná teplota, při které bylo dosaženo maximálního růstu, byla pro eutrofní skupinu 21,4 °C. Pro každou řasu je však optimum jiné, jelikož *Scenedesmus quadricauda* roste i při 36 °C, kdežto *Pediastrum duplex* a *Closterium acerosum* při takto vysokých teplotách přestaly růst (Moss, 1973). Jak již bylo řečeno výše, existuje pozitivní korelace mezi rostoucí teplotou a rostoucí biodiverzitou

(Gillman, 2014). Počet taxonů v mém výzkumu byl závislý na teplotě, což je ve shodě s tvrzením Gillmana.

Z hlediska početnosti organismů v závislosti na abiotických podmínkách, mám možnost porovnat svůj výzkum s novějším algologickým průzkumem Svěchotové (2023). Zabývala se jiným biotopem, a to vodní nádrží, konkrétně Novomlýnskými nádržemi. Zde byl počet taxonů závislý na typu nádrže, měsíci sběru a na hodnotě pH, přičemž i zde platilo, že největší počet taxonů byl determinován v červenci a srpnu, tedy v letních měsících s vyššími teplotami vody. Podobné výsledky byly získány i při odběrech v Tofě, kdy bylo v srpnu nalezeno 38 taxonů. Rovněž v září se bylo nalezeno 38 taxonů. Stabilizace počtu byla nejspíše zapříčiněna relativně teplým zářijovým počasím.

Dále Svěchotová (2023) řešila v její práci počet organismů. Ten byl závislý na dvou faktorech, a to opět na měsíci odběru, kdy nejvíce organismů bylo napočítáno v srpnu, a na biotopu, kdy největší počty byly napočítány v biotopu vegetace (Svěchotová, 2023) pravděpodobně z důvodu rozkladu zbytků rostlinného materiálu makrofytní vegetace a následnému uvolňování živin do okolí (Benbow, 2020; Liu, 2022; Round, 1960). Co se týče mých výsledků, stejně jako u Novomlýnských nádrží se podařilo napočítat nejvíce buněk v srpnu, a to celých 154965 buněk.

10 Závěr

V rámci výzkumu byly provedeny 3 odběry na 3 lokalitách rybníka Tofy. Celkem bylo determinováno 77 taxonů sinic a řas, přičemž největší zastoupení taxonů připadlo zeleným řasám – 29 taxonů. Dále zde bylo nalezeno 24 taxonů sinic (Cyanophyceae), 9 rozsivek (Bacillariophyceae), z nichž byly všechny penátní až na 1 centrickou – *Aulacoseira granulata*. Rovněž zde bylo nalezeno 8 krásivek (Zygnematophyceae), 3 obrněnky (Dinophyta), 3 krásnoočka (Euglenophyta) a 1 taxon zlativek (Chrysophyceae). Převážně bylo zaznamenáno taxonové složení, které odpovídá charakteru slabě eutrofních vod.

Kromě determinace taxonů a srovnání početnosti a taxonové bohatosti fytoplanktonních společenstev během jednoho vegetačního období roku 2023 bylo součástí práce měření fyzikálně-chemických parametrů vody na 3 lokalitách. Na základě těchto měření jsem měla zjistit, zdali abiotické faktory hrají významnou roli při nárůstu taxonů či organismů.

Z výsledků tohoto výzkumu je zřejmé, že na početnost organismů měla významný vliv pouze konduktivita, kdežto taxonová bohatost rostla v závislosti na zvyšující se teplotě. V rybníku Tofa byly po celé vegetační období dominantní sinice co se početnosti organismů týče. Z hlediska počtu taxonů dominovaly první měsíc odběrů zelené řasy (Chlorophyta) a rozsivky (Bacillariophyceae), červen a červenec dominovaly pouze zelené řasy a po zbytek sezóny byly dominantní převážně sinice.

11 Zdroje

- ADÁMEK, Zdeněk, Jan HELEŠIC, Blahoslav MARŠÁLEK a Martin RULÍK, 2010. *Aplikovaná hydrobiologie*. 2., rozš. upr. vyd. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN 978-80-87437-09-4.
- ANTUNES, Jorge T., Pedro N. LEÃO a Vítor M. VASCONCELOS, 2015. *Cylindrospermopsis raciborskii*: review of the distribution, phylogeography, and ecophysiology of a global invasive species. *Frontiers in microbiology* [online]. **6**(5), 1-13 [cit. 2024-04-11]. ISSN 1664-302X. Dostupné z: doi:doi.org/10.3389/fmicb.2015.00473
- AOPK ČR, © 2024. *Letnění rybníků*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://palava.nature.cz/letneni-rybniku>
- Archiv počasí, 2024. *IN-POČASÍ* [online]. [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/>
- BATES D., MÄCHLER M., BOLKER B. a S. WALKER, 2015. *Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4*. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- BENBOW, M. Eric, Joseph P. RECEVEUR a Gary A. LAMBERTI, 2020. Death and Decomposition in Aquatic Ecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution* [online]. **8**(17), 1-12 [cit. 2024-05-28]. Dostupné z: doi:10.3389/fevo.2020.00017
- BÍNA, Jan a Jaromír DEMEK, 2012. *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia. Průvodce (Academia). ISBN 978-80-200-2026-0.
- BREHENY P. a W. BURCHETT, 2017. *Visualization of Regression Models Using visreg*. *The R Journal*, 9(2), 56–71.
- BURKI, Fabien, Andrew J. ROGER, Matthew W. BROWN a Alastair G.B. SIMPSON, 2020. The New Tree of Eukaryotes. *Trends in Ecology and Evolution* [online]. CellPress, **35**(1), 43-52 [cit. 2024-04-05]. ISSN 1872-8383. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.08.008>
- BUSTOS-DÍAZ, Edder D., Francisco BARONA-GÓMEZ a Angélica CIBRIÁN-JARAMILLO, 2019. Cyanobacteria in Nitrogen-Fixing Symbioses. In: MISHRA, A. K., D. N. TIWARI a A. N. RAI. *Cyanobacteria: from basic science to applications*. San Diego, CA: Academic Press, s. 29-42. ISBN 978-0-12-814667-5.
- CADY, Sherry L., 2001. Paleobiology of the Archean. *Advances in Applied Microbiology* [online]. Academic Press, **50**(2001), 3-35 [cit. 2024-02-12]. ISSN 0065-2164. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S0065-2164\(01\)50002-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2164(01)50002-7)

ČESKÝ RYBÁŘSKÝ SVAZ ÚZEMNÍ SVAZ PRO SEVERNÍ MORAVU A SLEZSKO, 2009. *Rybářské revíry* [online]. [cit. 2024-03-13]. Dostupné z: <https://www.rybsvaz-ms.cz/katalog/rybarske-reviry/mimopstruhove-reviry/becva-4-a-mo-hranice-25-ha.html>

ČGS. Geologická mapa 1 : 50 000. ČGS. *Mapy.geology.cz* [online]. [cit. 2024-03-26].

Dostupné z:

[https://mapy.geology.cz/geo/?z=16&x=1971537.7668100155&y=6367085.889473771&l=GEOCR50_mobil_9756!0!1!2\\$orto!0#](https://mapy.geology.cz/geo/?z=16&x=1971537.7668100155&y=6367085.889473771&l=GEOCR50_mobil_9756!0!1!2$orto!0#)

ČHMÚ, 2024. Umístění prosince 2023 a roku 2023 v 249leté klementinské teplotní řadě.

ČHMÚ. *Portál ČHMÚ* [online]. [cit. 2024-04-16]. Dostupné z:

https://www.chmi.cz/files/portal/docs/aktuality/2024/Klementinum_prosinec_2023.pdf

ČÚZK, 2010a. Geoprohlížeč. ČÚZK. *Geoportál ČÚZK* [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

ČÚZK, 2010b. Státní mapa 1 : 5 000 Hranice 5-5 (1986). ČÚZK. *Archiv* [online]. [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap.html?typ=sm5&idrastru=D6-1_Hranice_5-5_1986

DEGIRMENCI, Nurhayat a Arin YILMAZ, 2009. Use of diatomite as partial replacement for Portland cement in cement mortars. *Construction and Building Materials* [online]. **23**(1), 284-288 [cit. 2024-03-24]. ISSN 0950-0618. Dostupné z: doi:10.1016/j.conbuildmat.2007.12.008

DEMEK, Jaromír a Peter MACKOVČIN, ed., 2006. *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR. ISBN 80-86064-99-9.

DROBAC, Damjana, Nada TOKODI, Jelica SIMEUNOVIĆ, Vladimir BALTIĆ, Dina STANIC a Zorica SVIRČEV, 2013. *Human Exposure to Cyanotoxins and their Effects on Health*. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology [online]. Croatia Versita, 64(2), 119-130 [cit. 2024-03-31]. ISSN 0004-1254. Dostupné z: doi:10.2478/10004-1254-64-2013-2320

DUB, Oto, 1963. *Hydrológia Hydrografia Hydrometria*. 2. vyd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 528 s.

DVOŘÁK, Petr, Dale A. CASAMATTA, Petr HAŠLER, Eva JAHODÁŘOVÁ, Alyson R. NORWICH, Aloisie POULÍČKOVÁ a Patrick C. HALLENBECK, 2017. Diversity of the Cyanobacteria. In: *Modern Topics in the Phototrophic Prokaryotes* [online]. Springer, s. 3-46 [cit. 2024-04-01]. ISBN 978-3-319-46261-5. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/321528889_Modern_Topics_in_the_Phototrophic_Prokaryotes_Environmental_and_Applied_Aspects

- FOX J. a S. WEISBERG, 2019. *An {R} Companion to Applied Regression*, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage
- FREEDMAN, Bill, 1995. *Environmental Ecology: The Ecological Effects of Pollution, Disturbance, and Other Stresses*. 2nd ed. Academic Press. ISBN 0122665422.
- GILLMAN, Len N. a Shane D. WRIGHT, 2014. Species richness and evolutionary speed: the influence of temperature, water and area. *Journal of biogeography* [online]. **41**(1), 39-51 [cit. 2024-05-28]. ISSN 0305-0270. Dostupné z: doi:10.1111/jbi.12173
- HAMILTON a Sally MACINTYRE, 2001. Fate of heat. In: WETZEL, Robert G. *Limnology*. 3rd ed. Academic Press, s. 95 - 153. ISBN 978-0-12-744760-5.
- HAŠLER, Petr, Jana ŠTĚPÁNKOVÁ, Jana ŠPAČKOVÁ, et al., 2008. Epipellic cyanobacteria and algae: A case study from Czech ponds. *Fottea* [online]. **8**(2), 133-146 [cit. 2024-06-14]. ISSN 1802-5439. Dostupné z: doi:10.5507/fot.2008.012
- HAUER, Tomáš, 2003. Algologie: Ruduchy - Rhodophyta. JU. *Sinice a řasy.cz* [online]. [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz/skripta/algologie/rhodophyta>
- HEINZE, Adam W., Corinne TRUESDALE, Sarah B. DEVAUL PRINCIOTTA a Jonathan SWINDEN, 2013. Role of temperature in growth, feeding, and vertical distribution of the mixotrophic chrysophyte Dinobryon. *Aquatic Microbial Ecology* [online]. **71**(1), 155-163 [cit. 2024-04-17]. Dostupné z: doi:10.3354/ame01673
- HETEŠA, Jiří, Petr MARVAN, Olga SKÁCELOVÁ a Radovan KOPP, 2012. *Řasy a sinice mokřadů dolního Podyjí: Algae and cyanobacteria in wetlands of the lower Dyje river basin*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. Folia forestalia Bohemica. ISBN 978-80-7458-023-9.
- HINDÁK, František, ed., 1978. *Sladkovodné riasy*. Bratislava: Slov. pedagog. nakl.
- HIRANO, Kotaro, Takuya HARA, A. ARDIANOR, et al., 2019. Detection of the oil-producing microalga *Botryococcus braunii* in natural freshwater environments by targeting the hydrocarbon biosynthesis gene SSL-3. *Scientific Reports* [online]. **9**(1), 1-11 [cit. 2024-04-12]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-019-53619-y
- HUANG, Mingzhu Victoria, 2023. Impact of Environmental Factors on the Algae Overgrowth in Pond Water. *Journal of Student Research* [online]. **11**(3), 1-13 [cit. 2024-05-26]. ISSN 2167-1907. Dostupné z: doi:10.47611/jsrhs.v11i3.2651

- HUISMAN, Jef, Hans C. P. MATTHIJS a Petra M. VISSER, 2005. *Harmful Cyanobacteria* [online]. Dordrecht: Springer [cit. 2024-03-14]. ISBN 9781402030093. Dostupné z: doi:10.1007/1-4020-3022-3
- CHAKDAR, Hillol, Jadhav SHRIKRISHNA, Dolly DHAR a Sunil PABBI, 2012. Potential applications of blue green algae. *Journal of Scientific and Industrial Research* [online]. **71**(1), 13-20 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/216611050_Potential_applications_of_blue_green_algae
- CHISLOC, Michael F., Enrique DOSTER, Rachel A. ZITOMER a Alan E. WILSON, 2013. Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems. *Nature education knowledge* [online]. **4**(4), 1-8 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: https://www.wilsonlab.com/wp-content/uploads/2021/05/2013_NE_Chislock_et_al.pdf
- IVANOVA, Anna Pavlovna, Jarolav VRBA, Jan POTUŽÁK, Ján REGENDA a Otakar STRUNECKÝ, 2022. Seasonal Development of Phytoplankton in South Bohemian Fishponds (Czechia). *Water* [online]. **14** (13) [cit. 2023-11-13]. ISSN 2073-4441. Dostupné z: doi:10.3390/w14131979
- JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK, 2004. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 7. vydání. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-319-3.
- JONES, John a Michael T. BRETT, 2014. Lake Nutrients, Eutrophication, and Climate Change. In: *Global Environmental Change* [online]. Springer, s. 273-279 [cit. 2024-03-08]. ISBN 978-94-007-5783-7. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/profile/Arvind-Singh-21/post/Eutrophication-and-climate-change/attachment/5aa89e1a4cde266d58913a4d/AS%3A603931768000512%401520999962379/download/JonesBrettClimateChange.pdf>
- JURÁŇ, Josef a Jan KAŠTOVSKÝ, 2016. Nový pohled na systém řas a jak ho učit? *Živa* [online]. Academia, **64**(6), 299-301 [cit. 2024-04-02]. ISSN 0044-4812. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/novy-pohled-na-system-ras-a-jak-ho-ucit.html>
- KALINA, Tomáš a Jiří VÁŇA, 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1036-1. Dostupné také z: <http://kramerusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:4ef36ad0-0dfa-11e7-968f-005056827e51>
- KAŠTOVSKÝ, J., T. HAUER, R. GERIŠ, et al., 2018b. *Atlas sinic a řas ČR 2*. Praha: Powerprint. ISBN 9788075681256.

- KAŠTOVSKÝ, Jan a Jiří KOMÁREK, 2001. Phototrophic microvegetation of thermal springs in Karlovy Vary, Czech republic. In: ELSTER, J., ed. *Algae and extreme environments : ecology and physiology*. Berlin: J. Cramer, s. 107-120. ISBN 3-443-51045-0.
- KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš HAUER, Rodan GERIŠ, et al., 2018a. *Atlas sinic a řas České republiky 1*. České Budějovice: Powerprint. ISBN 978-80-7568-124-9.
- KHALIL, Saeed, Mater H. MAHNASHI, Manzoor HUSSAIN, et al., 2021. Exploration and determination of algal role as Bioindicator to evaluate water quality – Probing fresh water algae. *Saudi Journam of Biological Science* [online]. **28**(10), 5728-5737 [cit. 2024-04-17]. Dostupné z: doi:10.1016/j.sjbs.2021.06.004
- KIRCHNER, Karel a Irena SMOLOVÁ, 2010. *Základy antropogenní geomorfologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2376-0.
- KITNER, Miloslav a Aloisie POULÍČKOVÁ, 2001. Sezónní dynamika fytoplanktonu dvou rybníků u Protivanova. *Fottea* [online]. **1**(1), 45-51 [cit. 2024-04-14]. Dostupné z: <https://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/39242/file/CzPhy1-045-051.pdf>
- KOCIÁN, Petr, 2003. Květena ČR. *Květena ČR* [online]. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <http://www.kvetenacr.cz/index.asp>
- KOČÍ, Vladimír, Jiří BURKHARD a Blahoslav MARŠÁLEK, 2000. Eutrofizace na přelomu tisíciletí. *Eutrofizace 2000* [online]. Praha, **10**, 3-13 [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: https://daphne.cz/indikacezivin/images/eutro_tisic.pdf
- KOPP, Radovan, 2015. *Hydrochemie nejen pro rybáře*. Vydání: první. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-352-3.
- KRČMÁŘOVÁ, Michaela, 2022. *Algologický průzkum přírodního koupaliště Poděbrady*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.
- KŘIVÁNEK, Jiří, Jan NĚMEC a Jan KOPP, 2012. *Rybníky v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství ČR vydal Consult. ISBN 978-80-903482-9-5.
- KULICHOVÁ, Veronika, 2022. *Srovnání druhového složení a sezónní dynamiky fytoplanktonu v Dlouhém a Kosořickém rybníku*. Liberec, 64 s. Dostupné také z: <https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/42e52185-f687-4cb6-be42-0b1660ff2041/content>. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.

- KURMAYER, Rainer, 2011. The toxic cyanobacterium *Nostoc* sp. strain 152 produces highest amounts of microcystin and nostophycin under stress conditions. *Journal of Phycology* [online]. **47**(1), 200-207 [cit. 2024-04-04]. ISSN 1529-8817. Dostupné z: doi:10.1111/j.1529-8817.2010.00931.x
- LAPÁČEK, Jiří, Václav BEDNÁŘ, Radim CÍRKVA, et al., 2008. *Drahotuše: Historie a přítomnost* [online]. Hranice: Město Hranice [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <http://historie.hranet.cz/pdf/drahotuse2008.pdf>
- LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK, 1991. *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
- LÉTOLLE, René a Monique MAINGUET, 1996. *Der Aralsee – Eine ökologische Katastrophe*. Berlin: Springer. ISBN 3-540-58730-6.
- LIEBSCHER, Petr a Jan RENDEK, 2010. *Ryby, rybníky, rybníkáři: historie a tradice rybníkářství v Čechách*. Nakladatelství Matúšek. ISBN 978-80-254-8246-9.
- LIEBSCHER, Petr a Jan RENDEK, 2014. *Rybníky České republiky*. Praha: Academia. Průvodce (Academia). ISBN 978-80-200-2368-1.
- LIGHT, S. Truman, S. LICHT a C. BEVILACQUA, 2005. *The Fundamental Conductivity and Resistivity of Water*. *Electrochemical and Solid-State Letters*. **8**(1), 16-19. ISSN 1099-0062
- LIU, Siwen, Guojian HE, Hongwei FANG, Song XU a Sen BAI, 2022. Effects of dissolved oxygen on the decomposers and decomposition of plant litter in lake ecosystem. *Journal of Cleaner Production* [online]. **372** [cit. 2024-05-28]. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2022.133837
- LIU, Xiaodong, Xiaodong QIAN a Li YANG, 2020. Research on water thermal effect on surrounding environment in summer. *Energy and Buildings* [online]. **207**(109613), 1-13 [cit. 2024-02-28]. ISSN 0378-7788. Dostupné z: doi:doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109613.
- LÜRLING, Miquel, Elisabeth J. FAASSEN, Sarian KOSTEN, Fassil ESHETU a Vera L. M. HUSZAR, 2013. Comparison of cyanobacterial and green algal growth rates at different temperatures. *Freshwater Biology* [online]. **58**(3), 552–559 [cit. 2024-05-27]. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2427.2012.02866.x
- LÜRLING, Miquel, Mariana MENDESE MELLO, Frank VAN OOSTERHOUT, Lisette DE SENERPONT DOMIS a Marcelo M. MARINHO, 2018. Response of natural cyanobacteria and algae assemblages to a nutrient pulse and elevated temperature. *Frontiers in*

Microbiology [online]. **9**(Aug), 552–559 [cit. 2024-05-27]. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2427.2012.02866.x

MATĚJČEK, Tomáš, 2005. Vytěžené pískovny a jejich začlenění do krajiny. *Živa* [online]. **53**(6), 251-252 [cit. 2024-03-22]. ISSN 0044-4812. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/vytezene-piskovny-a-jejich-zacleneni-do-krajiny.pdf>

MEEKS, J. C., E. L. CAMPBELL, M. L. SUMMERS a F. C. WONG, 2002. Cellular differentiation in the cyanobacterium *Nostoc punctiforme*. *Archives of microbiology* [online]. **178**(6), 395-403 [cit. 2024-04-01]. ISSN 0302-8933. Dostupné z: doi:10.1007/s00203-002-0476-5

MINISTERSTVO OBRANY ČR, 2024. Mapování Českých zemí. *Army.cz* [online]. [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://www.army.cz/scripts/detail.php?id=6915>

MISHRA, A. K., D. N. TIWARI a A. N. RAI, 2019. *Cyanobacteria: from basic science to applications*. San Diego, CA: Academic Press. ISBN 978-0-12-814667-5.

MLNAŘÍKOVÁ BINTEROVÁ, Helena, 2019. *Fauna lokálních tekoucích a stojatých vod z hlediska využití pro regionální výuku přírodopisu na Základní škole v Suchdole nad Lužnicí (jižní Čechy)*. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

MOSS, Brian, 1973. The Influence of Environmental Factors on the Distribution of Freshwater Algae: An Experimental Study: III. Effects of Temperature, Vitamin Requirements and Inorganic Nitrogen Compounds on Growth. *Journal of Ecology* [online]. **61**(1), 179-192 [cit. 2024-06-07]. Dostupné z: https://www.jstor.org/stable/pdf/2258926.pdf?refreqid=fastly-default%3A3f25af5dc16d0ba6e0d7263a9a22ebf1&ab_segments=0%2Fbasic_search_gsv2%2Fcontrol&origin=&initiator=&acceptTC=1

MOUSTAKA-GOUNI, Maria, Evangelia MICHALOUDI a Ulrich SOMMER, 2014. Modifying the PEG model for Mediterranean lakes – no biological winter and strong fish predation. *Freshwater biology* [online]. **59**(6), 1136-1144 [cit. 2024-04-03]. ISSN 0046-5070. Dostupné z: doi:doi.org/10.1111/fwb.12335

MUNI. Sloučeniny fosforu. MUNI. *Anorganická chemie I* [online]. [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/sci/UChem/um/spchp/ch10s02.html#d0e17263>

MUNN, Mark D., Robert W. BLACK a Steven J. GRUBER, 2002. Response of benthic algae to environmental gradients in an agriculturally dominated landscape. *The North American Benthological Society* [online]. **21**(2), 221-237 [cit. 2024-06-07]. Dostupné z:

https://www.jstor.org/stable/pdf/1468411.pdf?refreqid=fastly-default%3Ac78b18fb8f3483f7e8cfa92d52f53393&ab_segments=0%2Fbasic_search_gsv2%2Fcontrol&origin=&initiator=&acceptTC=1

MZE ČR, @2024. Jakost vody. MZE ČR. *Povodí Moravy* [online]. [cit. 2024-04-02].

Dostupné z: <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/jakost-vody/>

NOVÁK, Jan a Milan SKALICKÝ, 2008. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Praha: Powerprint. ISBN 978-80-904011-1-2.

OLSON, John M. a Robert E. BLANKENSHIP, 2004. Thinking about the evolution of photosynthesis. *Photosynthesis Research*. **80**(1-3), 373–386. ISSN 1573-5079.

OPPELTOVÁ, Petra, 2015. *Ochrana vodních zdrojů*. Vydání: první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 103 s. ISBN 978-80-7509-218-2.

PAL, Mihir, Nihar R. SAMAL, Pankaj KUMAR ROY a Malabika B. ROY, 2015b. Electrical Conductivity of Lake Water as Environmental Monitoring – A Case study of Rudra sagar Lake. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* [online]. **9**(3), 66-71 [cit. 2024-05-26]. ISSN 2319-2402. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/275353467_Electrical_Conductivity_of_Lake_Water_as_Environmental_Monitoring_-_A_Case_study_of_Rudra_sagar_Lake

PAVELKOVÁ CHMELOVÁ, Renata, Jindřich FRAJER a Patrik NETOPIL, 2014. *Historické rybníky České republiky: srovnání současnosti se stavem v 2. polovině 19. století*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka. ISBN 978-80-87402-32-0.

PEKÁŘ, Stano a Marek BRABEC, 2020. *Moderní analýza biologických dat*. 2., přepracované vydání. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-9622-6.

PITTER, Pavel, 2009. *Hydrochemie*. 4. aktualiz. vyd. Praha: VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-701-9.

POKORNÝ, J. a J. KVĚT, 2018. Fishponds of the Czech Republic. In: FINLAYSON, C., G. MILTON, R. PRENTICE a N. DAVIDSON. *The Wetland Book*. Springer, Dordrecht, s. 469-485. ISBN 978-94-007-4000-6.

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

POULÍČKOVÁ, Aloisie, Miloslav KITNER a Petr HAŠLER, 2006. Vertical distribution of attached algae in shallow fishponds of different trophic status. *Biologia: journal of the*

Slovak Academy of Sciences [online]. **61**(1), 1-9 [cit. 2024-05-30]. Dostupné z: doi:10.2478/s11756-006-0001-4

PUNČOCHÁŘ, Pavel, 2021. Fauna vodulí několika rybníků v České republice v r. 2020 v porovnání s nálezem Dr. Karla Thona publikovanými v r. 1900. *Ochrana přírody* [online]. **2021**(4), 35-39 [cit. 2024-04-05]. ISSN 1210-258X. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/fauna-voduli-nekolika-rybniku-v-ceske-republice/>

R Core Team, 2024. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupné z: <https://www.R-project.org/>.

RASBAND, Wayne, 2011. *ImageJ [software]*. Dostupné také z: imagej.net

RStudio Team, 2020. *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, PBC, Boston, MA. Dostupné z: <http://www.rstudio.com/>.

RAUCH, Andrea, Christian FESL a Michael SCHAGERL, 2006. Influence of environmental variables on algal associations from a floating vegetation mat (Schwingmoor Lake Lunzer Obersee, Austria). *Aquatic Botany* [online]. **84**(1), 129–136 [cit. 2024-06-07]. Dostupné z: doi:10.1016/j.aquabot.2005.08.004

RINDI, Fabio, 2007. Diversity, Distribution and Ecology of Green Algae and Cyanobacteria in Urban Habitats. In: SECKBACH, Joseph, ed. *Algae and Cyanobacteria in Extreme Environments*. Springer Netherlands, s. 619–638. ISBN 978-1-4020-6112-7.

ROSYPAL, Stanislav, 2003. *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia. ISBN 80-7183-268-5.

ROUND, F. E., 1960. Studies on Bottom-Living Algae in Some Lakes of the English Lake District: IV. The Seasonal Cycles of the Bacillariophyceae. *Journal of Ecology* [online]. **48**(3), 529-547 [cit. 2024-05-28]. Dostupné z: https://www.jstor.org/stable/pdf/2257331.pdf?casa_token=QLzFuVLvnYQAAAAA:zVNXgQ_uRudk1bLCF0icTX_QpYz0W0t9w22vUIj8Z67xfxnsR3AILQME6AULnMxtqisPCyTZFQ3JE8sUjaUgfAb5faudfKlwQ6Pw_KW2YhhGevNoR7M3sw

ŘEHOUNEK, Jiří, Klára ŘEHOUNKOVÁ, Robert TROPEK a Karel PRACH, ed., 2015. *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Druhé, přepracované a doplněné vydání. České Budějovice: Calla. ISBN 978-80-87267-13-4.

ŘEHOUNKOVÁ, Klára, Jiří ŘEHOUNEK a Josef JANOŠŤÁK, 2007. *Pískovny za humny*. České Budějovice: Sdružení Calla. ISBN 978-80-903910-3-1.

ŘEHOUNKOVÁ, Klára, Jiří ŘEHOUNEK, Michal BERNARD a Petr HENEBERG, 2006. *Pískovny v krajině*. České Budějovice: Calla. ISBN 978-80-87267-02-8.

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2003. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-463-7.

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2007. *Eutrofní nádrž*. VŠCHT PRAHA. Encyklopedie hydrobiologie: výkladový slovník [online]. [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=O007

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2007a. *Oligotrofní nádrž*. VŠCHT PRAHA. Encyklopedie hydrobiologie: výkladový slovník [online]. [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=O007

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2007b. *Stélka*. VŠCHT PRAHA. Encyklopedie hydrobiologie - výkladový slovník [online]. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: https://e-learning.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=S034

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2020. *Biocenózy vodních biotopů: Biocenosis of water biotopes = Biocenosis de hábitat acuático*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7592-064-5.

SANDGREN, C. D., J. KRISTIANSEN a J. P. SMOL, 1995. *Chrysophyte Algae Ecology, Phylogeny and Development*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-46260-6.

SHARATH CHANDRA, K. a M. RAJASHEKHAR, 2016. Effect of pH on Freshwater Cyanobacteria Isolated from Different Habitats of Southern Karnataka. *International Journal of Life Sciences* [online]. **9**(7), 56-64 [cit. 2024-05-27]. ISSN 0974-5335. Dostupné z: <https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=e4db9d86-ee09-4169-b4e8-2b7b486e4412%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHNoaWlmbGFuZzljcyZzaXRIPWVkey1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#db=asn&AN=119017094>

SCHAFFNER, L.R., L. GOVAERT a L. DE MEESTER, 2019. Consumer-resource dynamics is an eco-evolutionary process in a natural plankton community. *Nature Ecology and Evolution* [online]. **3**(August), 1351–1358 [cit. 2024-06-06]. Dostupné z: [doi:10.1038/s41559-019-0960-9](https://doi.org/10.1038/s41559-019-0960-9)

SCHEFFER, Marten, Sergio RINALDI, Yuri A. KUZNETSOV a Egbert H. VAN NES, 1997. Seasonal Dynamics of Daphnia and Algae Explained as a Periodically Forced Predator-Prey System. *Oikos* [online]. **80**(3), 519-532 [cit. 2024-04-11]. ISSN 0030-1299. Dostupné z: [doi:10.2307/3546625](https://doi.org/10.2307/3546625)

SMITH, V.H., G.D. TILMAN a J.C. NEKOLA, 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental pollution* [online]. **100**(1), 179-196 [cit. 2024-03-13]. ISSN 0269-7491. Dostupné z: doi:10.1016/S0269-7491(99)00091-3

SOMMER, Ulrich, Lisette DE SENERPONT DOMIS, James J. ELSER, et al., 2012. Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* [online]. **43**(1), 429-448 [cit. 2024-06-06]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/23323142>

SOMMER, Ulrich, Z. Maciej GLIWICZ, W. Infried LAMPERT a A. DUNCAN, 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Archiv für Hydrobiologie* [online]. **106**(4), 433-471 [cit. 2024-06-06]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/243710329_The_PEG-model_of_seasonal_succession_of_planktonic_events_in_fresh_waters

SOYDAN, Selim a Oytun ERBAS, 2022. Human Health Impact of Cyanobacterial Toxins. *Journal of Experimental and Basic Medical Sciences* [online]. **3**(2), 103-108 [cit. 2024-04-12]. ISSN 2320-6012. Dostupné z: doi:10.5606/jebms.2022.1016

SUTHERS, Iain, David RISSIK a Anthony RICHARDSON, 2019. *Plankton: A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality* [online]. 2nd ed. CSIRO Publishing. ISBN 978-0-367-03016-2. Dostupné také z: <https://www.google.cz/books/edition/Plankton/fcuPDwAAQBAJ?hl=cs&gbpv=1>

SVĚCHOTOVÁ, Tereza, 2023. *Algologický průzkum planktonních společenstev Novomlýnských nádrží*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

ŠINKO, Jan, 2010. Pískovny. *Příroda.cz* [online]. [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1227>

ŠMARDA, Jan, 1996. Sinice Jednoduchá a přece důmyslná podoba života. *Vesmír* [online]. **75**(10), 576-583 [cit. 2024-04-02]. ISSN 0042-4544. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/1996/cislo-10/sinice.html>

ŠUMBEROVÁ, Kateřina a Michal DUCHÁČEK, 2013. Křehká víla z bahna rybníků - puchýřka útlá. *Živa* [online]. **61**(6), 365-271 [cit. 2024-04-05]. ISSN 0044-4812. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/2013-6/krehka-vila-z-bahna-rybniku-puchyrka-utla.html>

- TLEUKEYEVA, A. Ye., N. N. ALIBAYEV, Radosław PANKIEWICZ a Akmaral ISSAYEVA, 2021. The possibility of using green algae as fertilizer in agriculture. *Reports* [online]. **335**(1), 19-23 [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: doi:10.32014/2021.2518-1483.3
- Vodní bezobratlí živočichové. *Rybářský rozcestník* [online]. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/atlas/kategorie/atlas-sladkovodnich-zivocichu-i-tech-zijicich-kolem-vody/vodni-bezobratli-zivocichove/>
- WALSBY, A. E., 1994. Gas vesicles. *Microbiology Review* [online]. **58**(1), 99-144 [cit. 2024-04-10]. ISSN 2379-5077. Dostupné z: doi:10.1128/mr.58.1.94-144.1994
- WANNER, Jiří, 2017. Čištění odpadních vod v ČR: vývoj a současná situace [online]. [cit. 2024-06-14]. ISSN s. 20-25. ISSN 1211-0760. [cit. 2024-03-08].
- WILLIS, Anusuya a Jason N. WOODHOUSE, 2020. Defining Cyanobacterial Species: Diversity and Description Through Genomics. *Critical Reviews in Plant Sciences*. **39**(2), 101-124. ISSN 0735-2689.
- Zákon č. 99/2004 Sb. Online. Zákony pro lidi. 2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-99>. [cit. 2024-03-20].
- Zákon č. 114/1992 Sb. Online. AION CS. Zákony pro lidi - sbírka zákonů. 2010. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114>. [cit. 2024-03-22].
- ZEMANOVÁ, Barbora, 2013. *Půst* [online]. Olomouc [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/cmykua/00182879-497768200.pdf>. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Andrea Preissová Krejčí, Ph.D.
- ZHANG, Min, Baoli QIN, Yang YU, Zhen YANG, Xiaoli SHI a Fanxiang KONG, 2016. Effects of temperature fluctuation on the development of cyanobacterial dominance in spring: implication of future climate change. *Hydrobiologia* [online]. **763**(1), 135 - 146 [cit. 2024-05-27]. ISSN 0018-8158. Dostupné z: doi:10.1007/s10750-015-2368-0

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schématický náčrt životního prostoru ve vodní nádrži, upraveno podle Pouličkové (2011), Říhové Ambrožové (2003) a Lelláka (1991)	4
Obrázek 2 Typy stélek u řas, zdroj: Kalina (2005)	26
Obrázek 3 Typy stélek u řas, zdroj: Kalina (2005)	27
Obrázek 4 Klasifikace současného systému, jednotlivé superskupiny podbarveny, dle Burki et al. (2020)	28
Obrázek 5 Vyznačení Tofy – červeně, zdroj: mapy.cz, upraveno: Strmisková, 2024	32
Obrázek 6 II. vojenské mapování – zákrut řeky Bečvy, zdroj: geoportal.gov.cz.....	34
Obrázek 7 III. vojenské mapování, červeně vyznačená přibližná poloha rybníku Tofy, zdroj: geoportal.gov.cz, upraveno 2024	34
Obrázek 8 50. léta 20. století, červeně vyznačená přibližná poloha rybníku Tofy, zdroj: geoportal.gov.cz	35
Obrázek 9 Rozmístění vytipovaných lokalit 1-3 rybníku Tofa, vypracování: vlastní, 2024.....	36
Obrázek 10 Odběrové místo č. 1, foto vlastní, 2023.....	37
Obrázek 11 Odběrové místo č. 2, foto vlastní, 2023.....	38
Obrázek 12 Odběrové místo č. 3, foto vlastní, 2023.....	38
Obrázek 13 Lahvičky se vzorky, vlevo pohled shora – očíslování jednotlivých vzorků, vpravo pohled z boku, zdroj: vlastní, 2023	39

Seznam tabulek

Tabulka 1 Rozdělení rybníků dle vícero kritérií	5
Tabulka 2 Klasifikace vodních nádrží podle úživnosti	20
Tabulka 3 Třídění planktonu	23
Tabulka 4 Vystavení člověka vlivu toxických sinic	31
Tabulka 5 Početnost taxonů během vegetačního období roku 2023	45
Tabulka 6 Početnost buněk jednotlivých taxonů během odběrů v roce 2023	47
Tabulka 7 Výstupy z lineárního smíšeného modelu testujícího vliv abiotických faktorů na taxonovou bohatost a početnost buněk	48

Seznam grafů

Graf 1 Rozvoj a úpadek rybníků od 14.-21. století, upraveno podle Pavelkové Chmelové (2014) a Křivánka (2012)	13
Graf 2 Nejvyšší naměřená teplota vzduchu během dne, zdroj: e-pocasi.cz, vlastní zpracování, 2023	42
Graf 3 Naměřené hodnoty pH vody, vlastní zpracování, 2023	43
Graf 4 Teplota povrchové vrstvy vody v průběhu půlročního měření, vlastní zpracování, 2023	43
Graf 5 Konduktivita vody v průběhu šesti šetření, vlastní zpracování, 2023	44
Graf 6 Závislost počtu taxonů na teplotě, vlastní zpracování, 2024	49
Graf 7 Závislost (log) početnosti buněk na konduktivitě, vlastní zpracování, 2024..	49
Graf 8 Závislost početnosti taxonů na abiotických faktorech (lokality jsou ve sloupcích seřazeny vedle sebe v pořadí 1., 2., 3. lokalita)	79
Graf 9 Závislost počtu organismů na logaritmické škále abiotických faktorech (lokality jsou ve sloupcích seřazeny vedle sebe v pořadí 1., 2., 3. lokalita)	80

Seznam příloh

Příloha 1: Soupis nalezených taxonů ve vodní nádrži Tofa během vegetačního období 2023	73
Příloha 2 Výstupy z lineárního modelu testujícího vliv abiotických faktorů na druhovou bohatost pro jednotlivé lokality	78
Příloha 3 Výstupy z lineárního modelu testujícího vliv abiotických faktorů na početnost organismů pro jednotlivé lokality	78
Příloha 4 Lineární modely pro jednotlivé lokality	78
Příloha 5 Obrazové tabule sinic a řas	81
Příloha 6 Obrazové tabule sinic a řas	82
Příloha 7 Obrazové tabule sinic a řas	83
Příloha 8 Obrazové tabule sinic a řas	84
Příloha 9 Obrazové tabule sinic a řas	85
Příloha 10	86
Příloha 11	87
Příloha 12	88
Příloha 13 Výpis z katastru nemovitostí	89

Příloha 1: Soupis nalezených taxonů ve vodní nádrži Tofa během vegetačního období 2023

(označení přítomnosti druhu „✓“, nepřítomnost označena „-“), vlastní zpracování 2024

Chlorophyta							
Rod	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Ankistrodesmus</i>	<i>falcatus</i>	✓	-	-	-	-	-
<i>Botryococcus</i>	<i>braunii</i>	-	-	-	✓	✓	✓
<i>Coelastrum</i>	<i>microporum</i>	-	-	✓	-	-	-
<i>Crucigenia</i>	<i>quadrata</i>	✓	-	-	-	-	-
<i>Desmodesmus</i>	<i>communis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Dictyosphaerium</i>	<i>subsolitarium</i>	-	✓	-	-	-	✓
<i>Eudorina</i>	<i>elegans</i>	-	-	-	-	✓	-
<i>Golenkinia</i>	<i>radiata</i>	-	✓	✓	✓	✓	-
<i>Chlorella</i>	sp.	-	✓	-	-	✓	-
<i>Chlorotetraëdron</i>	<i>incus</i>	-	-	✓	-	✓	✓
<i>Lacunastrum</i>	<i>gracillimum</i>	-	✓	✓	✓	✓	-
<i>Lagerheimia</i>	<i>ciliata</i>	-	✓	-	-	-	-
<i>Micractinium</i>	<i>pusilum</i>	-	-	✓	-	-	-

Pokračování přílohy 1

Chlorophyta							
Rod	Druh	květen	Červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Monactinus</i>	<i>simplex</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Monoraphidium</i>	<i>contortum</i>	-	-	-	-	✓	-
<i>Oocystis</i>	<i>lacustris</i>	-	✓	-	-	-	-
<i>Pediastrum</i>	<i>duplex</i>	✓	✓	✓	✓	✓	-
<i>Pseudopediastrum</i>	<i>boryanum</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Polyedriopsis</i>	<i>spinulosa</i>	-	-	✓	-	-	-
<i>Radiococcus</i>	<i>wildermannii</i>	-	✓	-	✓	✓	✓
<i>Scenedesmus</i>	<i>disciformis</i>	-	-	-	-	✓	✓
<i>Scenedesmus</i>	<i>ellipticus</i>	-	-	-	-	✓	✓
<i>Selenastrum</i>	<i>gracile</i>	✓	-	-	-	-	-
<i>Stauridium</i>	<i>tetras</i>	-	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Tetradesmus</i>	<i>acuminatus</i>	✓	✓	-	-	-	✓
Tetraëdron	<i>minimum</i>	-	✓	✓	✓	✓	-
Tetraëdron	<i>caudatum</i>	-	✓	✓	✓	✓	✓
Tetraëdron	<i>triangulare</i>	-	✓	✓	-	-	-
Trebauria	<i>planctonica</i>	-	-	✓	✓	✓	-

Pokračování přílohy 1

Cyanophyceae							
Rod	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Anabaena</i>	sp.	-	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Anabaena</i>	<i>inaequalis</i>	-	-	-	✓	✓	✓
<i>Aphanizomenon</i>	<i>gracile</i>	-	-	-	✓	✓	✓
<i>Aphanocapsa</i>	<i>conferta</i>	-	-	-	✓	✓	-
<i>Aphanocapsa</i>	<i>delicatisima</i>	-	-	-	-	✓	-
<i>Aphanocapsa</i>	<i>incerta</i>	-	-	-	-	✓	✓
<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>raciborskii</i>	-	-	-	✓	✓	-
<i>Dolichospermum</i>	<i>affine</i>	-	✓	✓	-	-	✓
<i>Dolichospermum</i>	<i>viguieri</i>	-	-	-	✓	✓	✓
<i>Chroococcus</i>	<i>limneticus</i>	-	✓	✓	-	✓	-
<i>Leptolyngbya</i>	<i>valderiana</i>	-	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Merismopedia</i>	<i>glauca</i>	-	-	✓	-	-	-
<i>Merismopedia</i>	<i>hyalina</i>	-	-	-	✓	✓	-
<i>Merismopedia</i>	<i>angularis</i>	-	-	-	✓	-	-
<i>Microcystis</i>	<i>aeruginosa</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Microcystis</i>	<i>wesenbergii</i>	-	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Microcystis</i>	<i>flos-aquae</i>	-	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Planktothrix</i>	<i>agardii</i>	-	-	-	-	-	✓
<i>Pseudanabaena</i>	sp.	-	-	-	✓	✓	✓
<i>Raphidiopsis</i>	<i>mediterranea</i>	-	-	-	-	-	✓
<i>Romeria</i>	<i>simplex</i>	-	-	-	-	✓	✓
<i>Snowella</i>	<i>litoralis</i>	-	-	-	-	✓	-
<i>Sphaerospermopsis</i>	<i>aphanizomenoides</i>	-	-	-	-	-	✓
<i>Woronichinia</i>	<i>naegeliana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Pokračování přílohy 1

Bacillariophyceae							
Rod	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Aulacoseira</i>	<i>granulata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Fragillaria</i>	sp.	-	✓	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i>	<i>acuminatum</i>	✓	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i>	<i>oblonga</i>	✓	-	-	✓	-	✓
<i>Nitzschia</i>	sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Pinularia</i>	sp.	✓	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma</i>	sp.	✓	-	-	-	-	✓
<i>Tabularia</i>	<i>fasciculata</i>	✓	✓	-	-	-	-
<i>Ulnaria</i>	<i>ulna</i>	✓	✓	-	-	-	-
Dinophyta							
Rod	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Ceratium</i>	<i>furcoides</i>	-	-	-	✓	✓	✓
<i>Ceratium</i>	<i>hirundinella</i>	-	-	-	-	✓	-
<i>Peridinium</i>	sp.	-	-	-	✓	✓	-
Euglenophyta							
Rod	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Euglena</i>	sp.	✓	✓	✓	✓	-	✓
<i>Phacus</i>	sp.	-	✓	✓	-	✓	-
<i>Trachelomonas</i>	<i>volvocina</i>	✓	✓	✓	-	-	-
Chrysophyceae							
Rod	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Dinobryon</i>	<i>divergens</i>	-	✓	-	-	-	-

Pokračování přílohy 1

Zygnematophyceae							
Rod	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
<i>Closterium</i>	<i>acutum</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Mougeotia</i>	sp.	-	-	✓	-	-	✓
<i>Staurastrum</i>	<i>furcatum</i>	-	-	✓	-	✓	-
<i>Staurastrum</i>	<i>planctonicum</i>	✓	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum</i>	<i>bloklundiae</i>	-	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Staurastrum</i>	<i>subcruciatum</i>	-	-	-	-	✓	-
<i>Staurastrum</i>	<i>tetracerum</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Staurodesmus</i>	<i>extensus</i>	-	-	-	-	-	✓

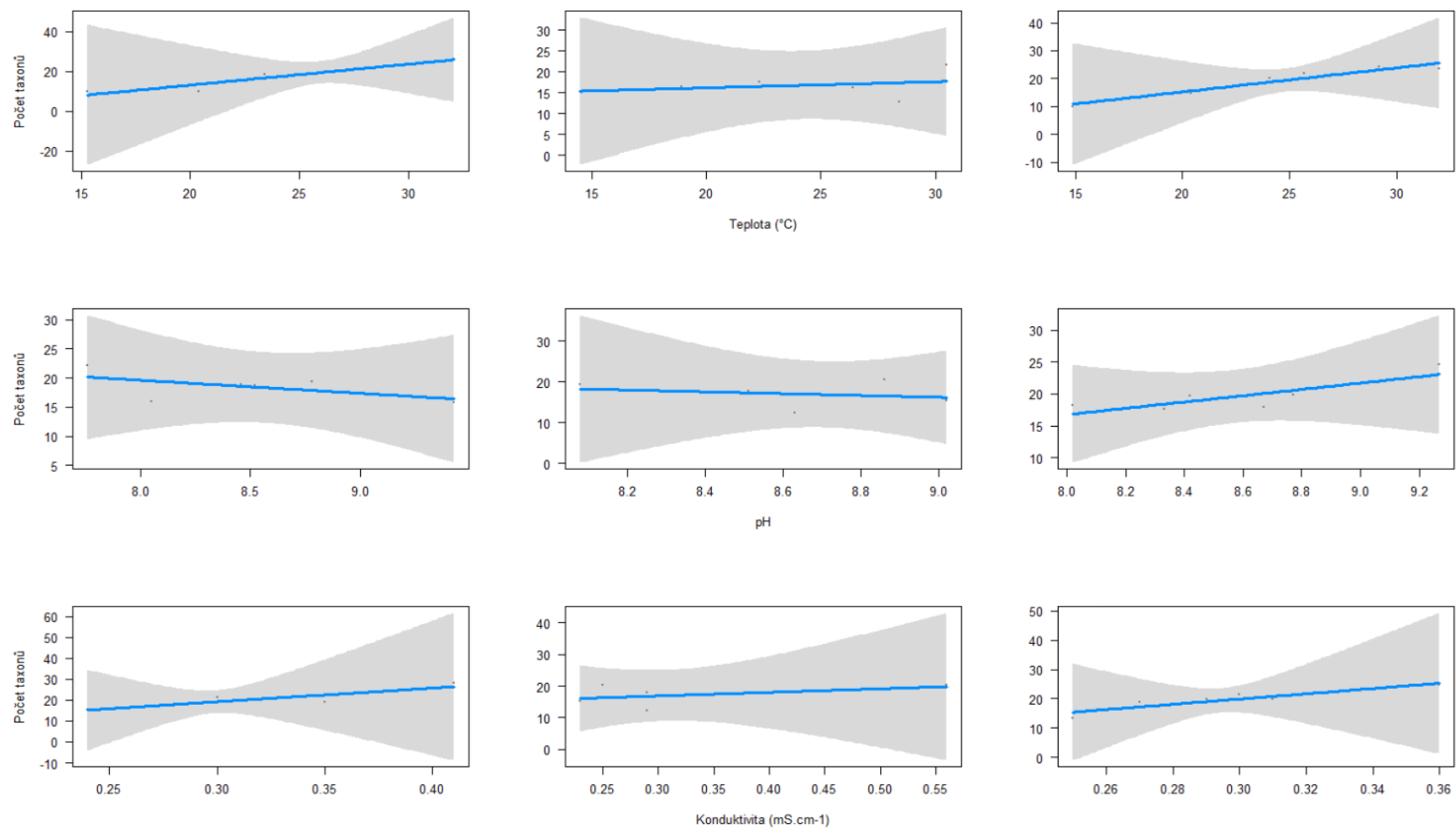
Příloha 2 Výstupy z lineárního modelu testujícího vliv abiotických faktorů na taxonovou bohatost pro jednotlivé lokality

lokalita 1	Stupně volnosti	F hodnota	P hodnota
teplota	1	1.8959	0.3024
pH	1	0.8072	0.4638
konduktivita	1	0.8199	0.4608
lokalita 2	Stupně volnosti	F hodnota	P hodnota
teplota	1	0.1483	0.7373
pH	1	0.1374	0.7465
konduktivita	1	0.3195	0.6288
lokalita 3	Stupně volnosti	F hodnota	P hodnota
teplota	1	2.9046	0.2304
pH	1	3.2460	0.2134
konduktivita	1	1.1447	0.3967

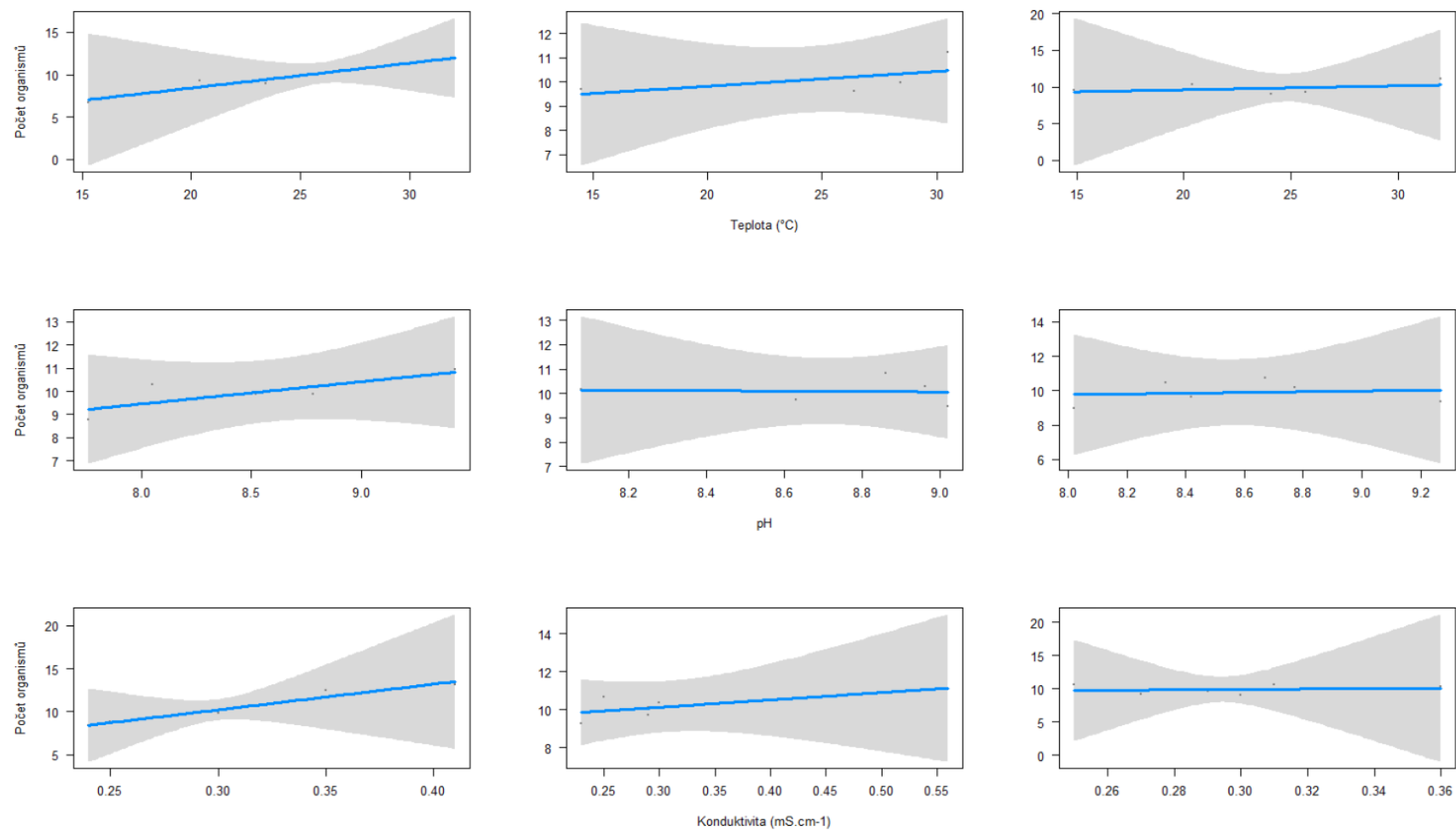
Příloha 3 Výstupy z lineárního modelu testujícího vliv abiotických faktorů na početnost organismů pro jednotlivé lokality

lokalita 1	Stupně volnosti	F hodnota	P hodnota
teplota	1	0.0018	0.9701
pH	1	1.6449	0.3282
konduktivita	1	3.4182	0.2057
lokalita 2	Stupně volnosti	F hodnota	P hodnota
teplota	1	0.1736	0.7174
pH	1	0.2455	0.6694
konduktivita	1	1.3514	0.3650
lokalita 3	Stupně volnosti	F hodnota	P hodnota
teplota	1	0.2134	0.6895
pH	1	0.0224	0.8947
konduktivita	1	0.0065	0.9432

Příloha 4 Lineární modely pro jednotlivé lokality

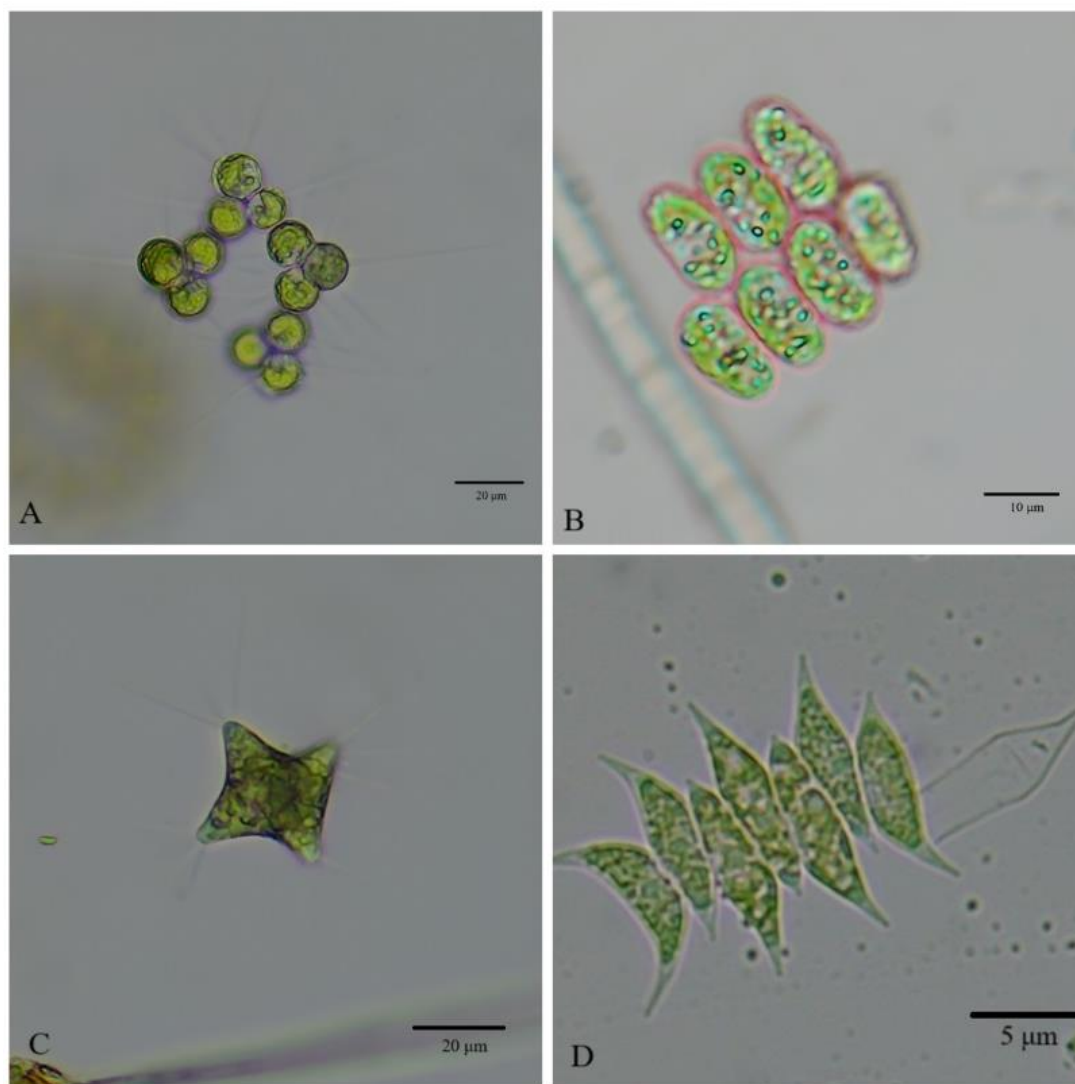


Graf 8 Závislost početnosti taxonů na abiotických faktorech (lokality jsou ve sloupcích seřazeny vedle sebe v pořadí 1., 2., 3. lokalita)

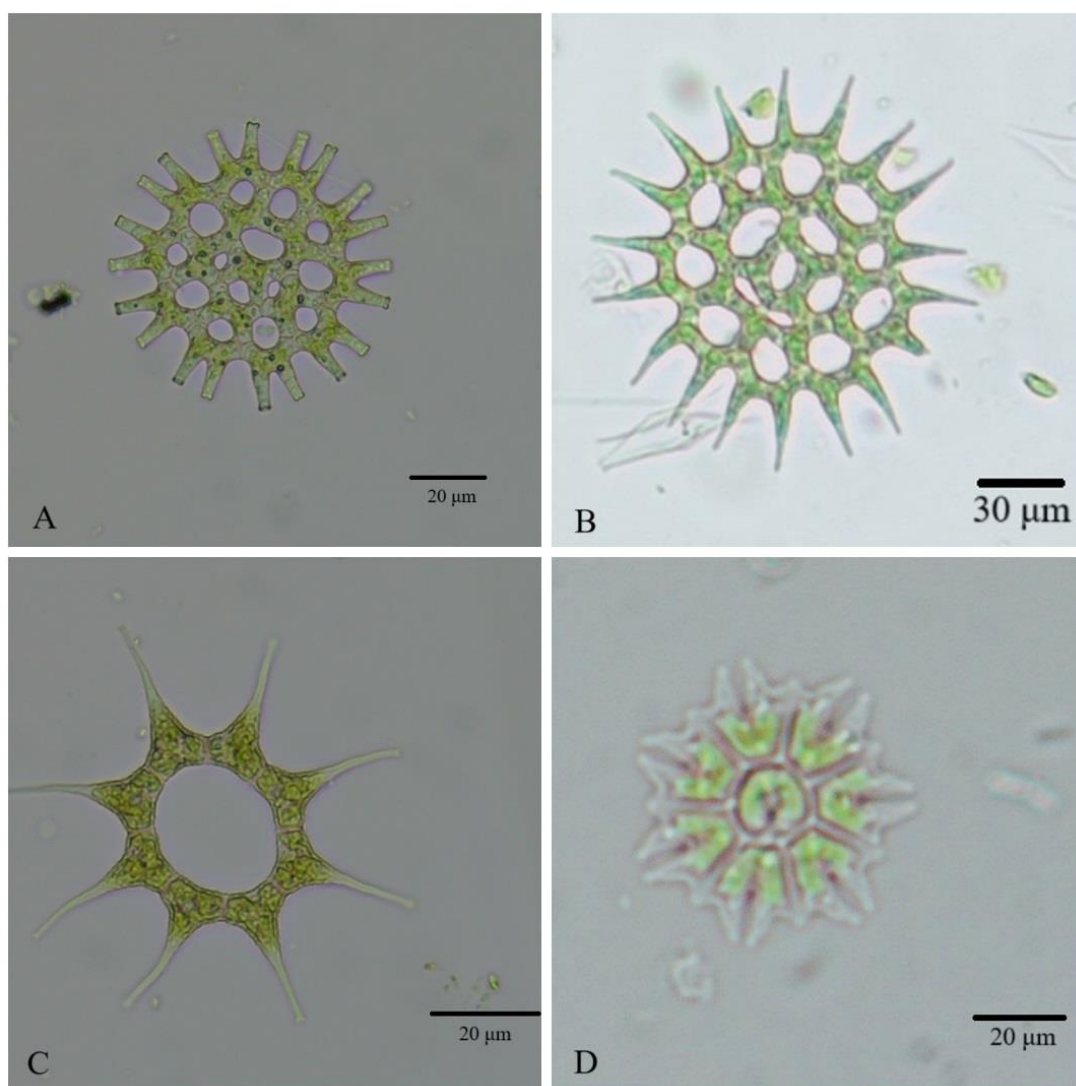


Graf 9 Závislost počtu organismů na logaritmické škále abiotických faktorech (lokality jsou ve sloupcích seřazeny vedle sebe v pořadí 1., 2., 3. lokalita)

Příloha 5 Obrazové tabule sinic a řas

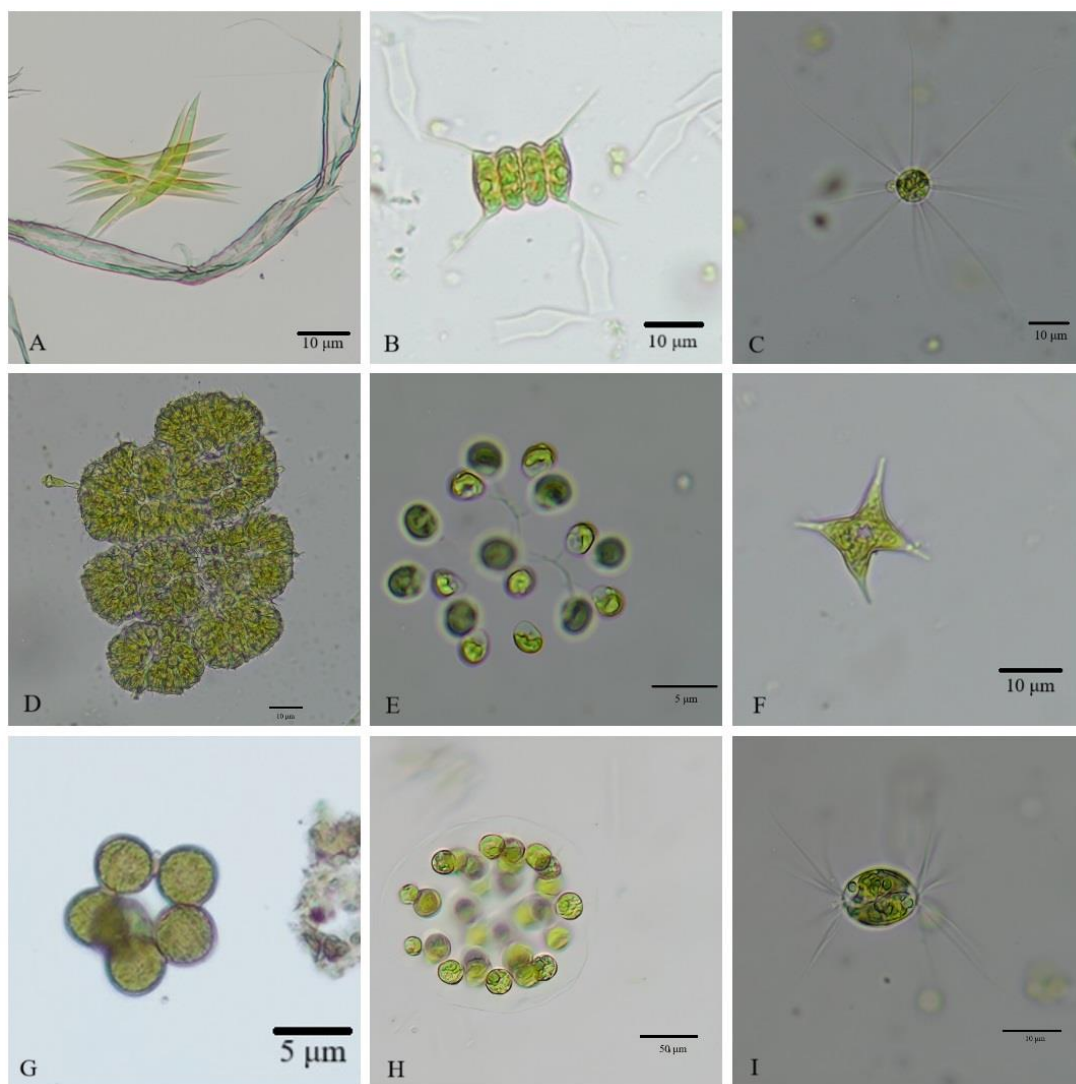


Vybraní zástupci zelených řas: *A - Micractinium pusillum*, *B - Scenedesmus disciformis*, *C - Polyedriopsis spinulosa*, *D - Tetradesmus acuminatus*



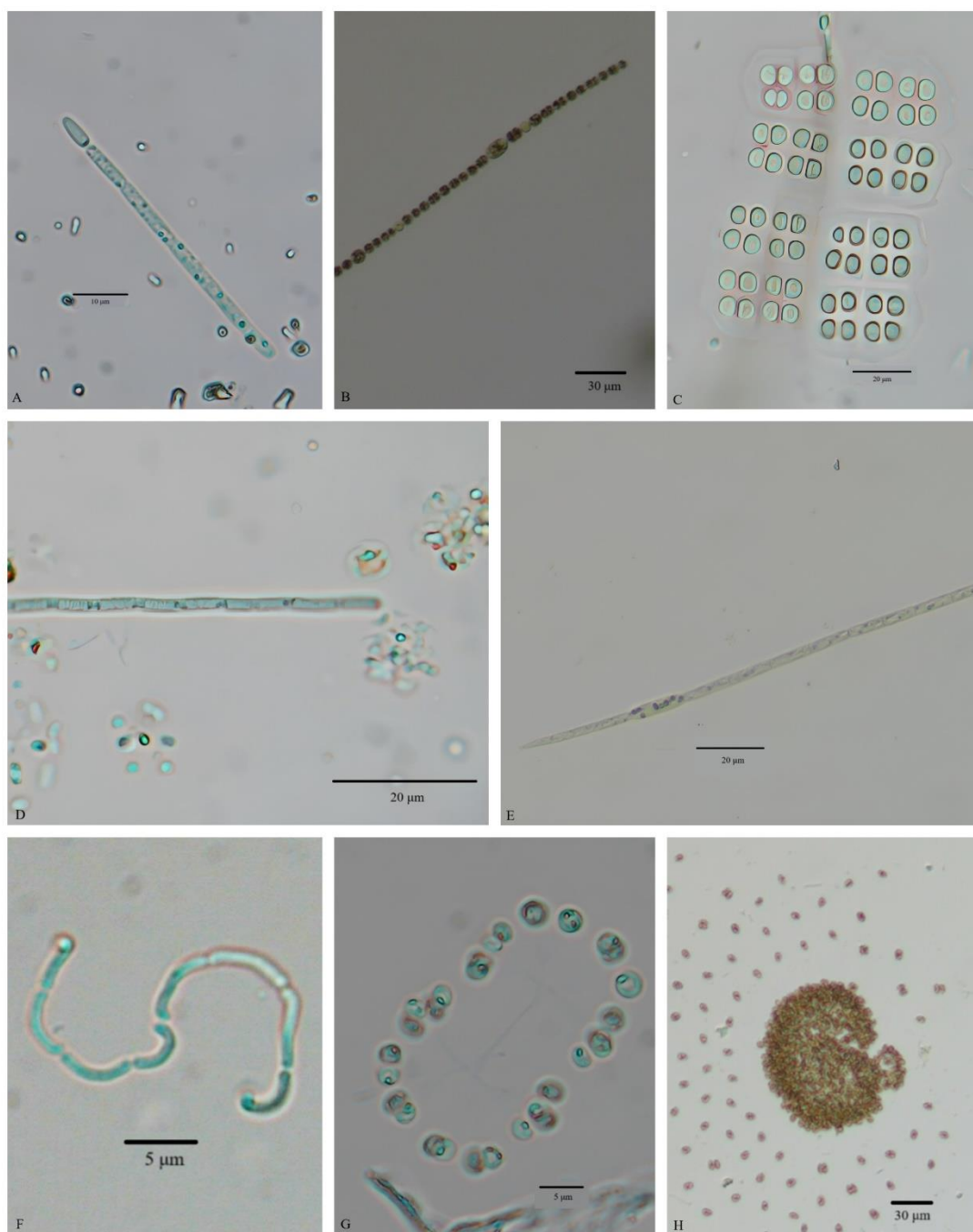
Vybraní zástupci zelených řas: A - *Lacunastrum gracillimum*, B - *Pediastrum duplex*, C - *Monactinus simplex*, D - *Stauridium tetras*

Příloha 7 Obrazové tabule sinic a řas

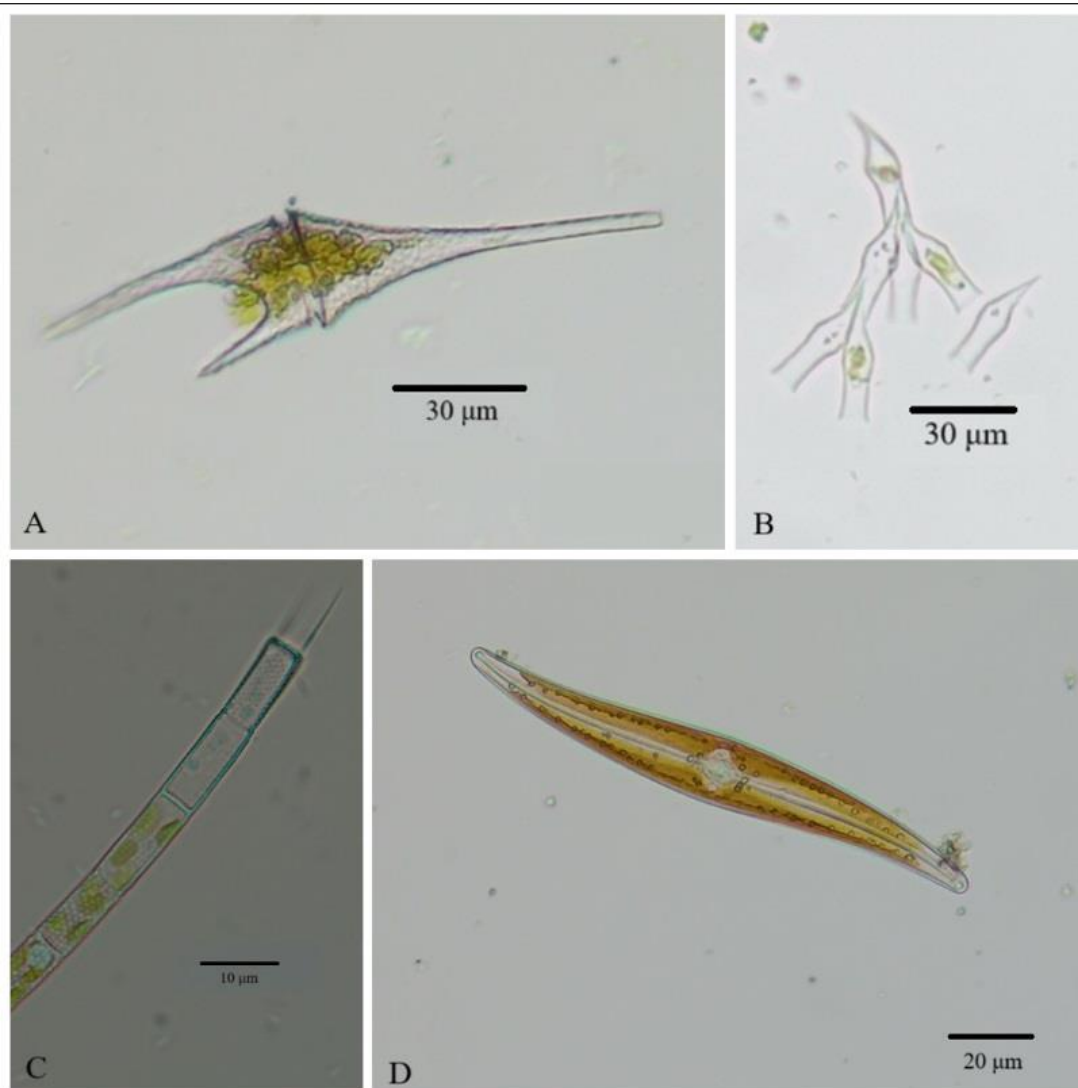


Vybraní zástupci zelených řas: A - *Ankistrodesmus falcatus*, B - *Desmodesmus communis*, C - *Golenkinia radiata*, D - *Botryococcus braunii*, E - *Dictyosphaerium subsolitarium*, F - *Chlorotetraëdron incus*, G - *Coelastrum microporum*, H - *Eudorina elegans*, I - *Lagerheimia ciliata*

Příloha 8 Obrazové tabule sinic a řas



Vybraní zástupci sinic: A – *Cylindrospermopsis raciborskii*, B – *Dolichospermum viguieri*, C – *Merismopedia glauca*, D – *Pseudanabaena* sp., E – *Raphidiopsis mediterranea*, F – *Romeria simplex*, G – *Snowella litoralis*, H – *Woronichinia naegeliana*

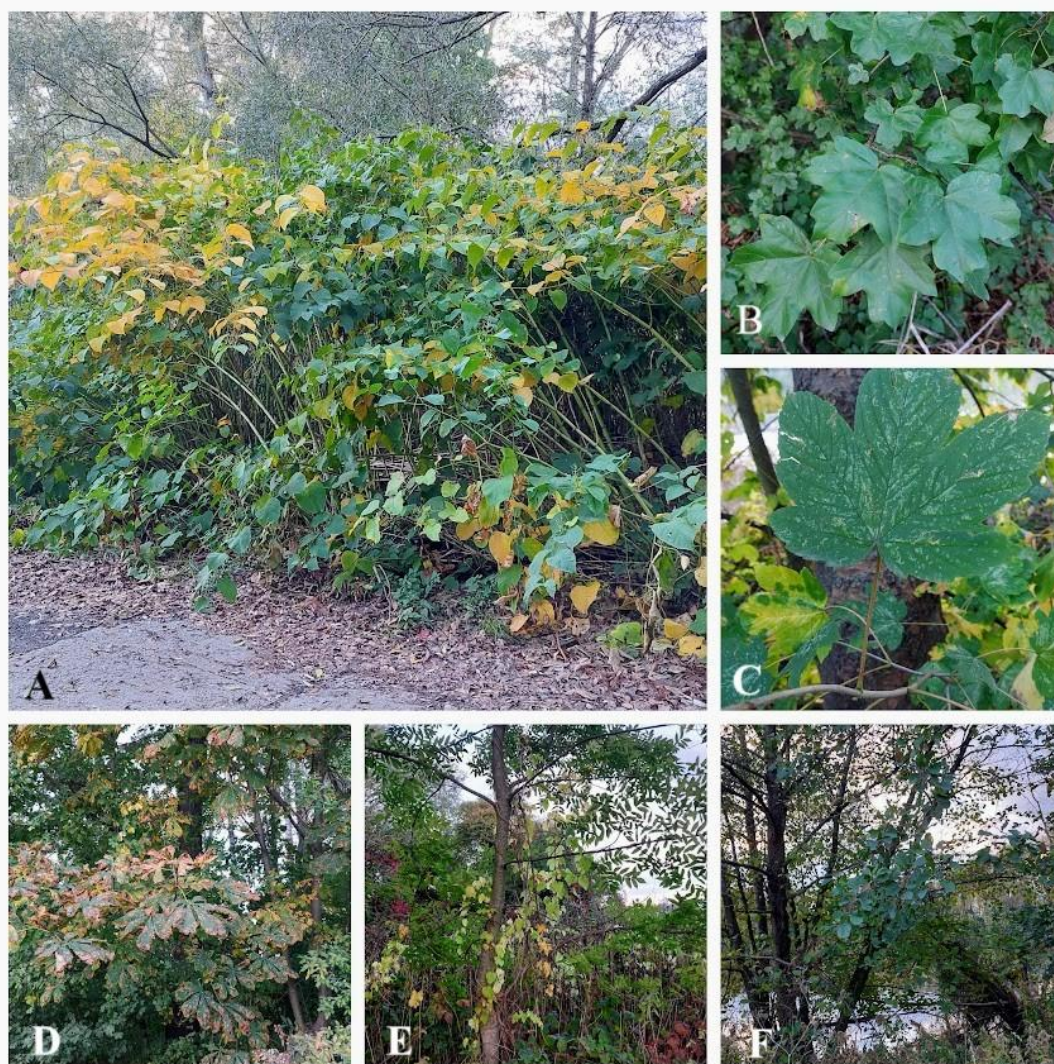


Vybraní zástupci obrněnek, zlativek a rozsivek: A - *Ceratium furcoides*, B - *Dinobryon divergens*, C - *Aulacoseira granulata*, D - *Gyrosigma acuminatum*

Příloha 10



Vybavení potřebné pro odběr a zpracovávání vzorků: A – mikroskopovací potřeby, B – Mikroskop Olympus BX51 s kamerou YIZHAN, C – kufřík se sondou a planktonní síťka



Flóra v okolí Tofy: A – křídlatka sachalinská, B – javor babyka, C – javor klen, D – jírovec maďal, E – jasan ztepilý a přísavník trojlaločný, F – olše lepkavá a zlatobýl

Příloha 12



Flóra v okolí Tofy: A – brslen evropský, B – svída krvavá a pámelník bílý, C – trnovník akát a přísavník pětiprstý, D – vrba bílá

SOUHLASNÉ PROHLÁŠENÍ

dle § 36 odst. 5 písm. a) Vyhlášky č. 190/1996 Sb. ve znění Vyhlášky
č. 179/1998 Sb.

Účastníci:

- 1) Města Hranice, se sídlem Pernštejské nám. 1, Hranice 753 01,
IČ 00301 311
- 2) Městský úřad Hranice, se sídlem Pernštejské nám. 1, Hranice 753 01,
IČ 00301 311

souhlasně p r o h l a š u j í že,

- 1) Město Hranice nabývá do svého vlastnictví dle § 1 zák. č. 172/91 Sb. následující
nemovitosti v k.ú. Hranice :

parc.č.

2236/1	ostatní plocha, manipulační plocha
2237/1	ostatní plocha, ost. sportoviště
2237/2	ostatní plocha, těžba surovin
2275/5	ostatní plocha, neplodná
2284/5	ostatní plocha, ostatní komunikace
2287	ostatní plocha, ost. veřejná zeleň
2291/4	ostatní plocha, ostatní komunikace
2298/63	zahrada
2298/64	zahrada
2298/70	orná půda
2327/2	ostatní plocha, ostatní komunikace
2328/4	ostatní plocha, ostatní komunikace
2328/5	ostatní plocha, ostatní komunikace
2328/6	ostatní plocha, ostatní komunikace
2328/8	ostatní plocha, ostatní komunikace
2328/10	ostatní plocha, ostatní komunikace
2328/11	ostatní plocha, ost. veřejná zeleň
2330/4	orná půda

2330/5	orná půda
2332/2	ostatní plocha, ostatní komunikace

2) Město Hranice nabylo vlastnické právo splněním zákonných podmínek, to je, že ke dni 24. 5. 1991 byly předmětné nemovitosti ve vlastnictví České republiky, k 23.11. 1990 k nim vykonával právo hospodaření MěNV v Hranicích a k 24.5.1991 právo obdobné právu hospodaření město Hranice.

3) Účastníci prohlašují, že nabytí vlastnictví mezi nimi není sporné.

V Hranicích 23.8.1999


Ing. Josef Ježík
zástupce starosty města Hranic




Ing. Josef Ježík
Městský úřad Hranice



(v rámci přenesené působnosti
§ 58 odst. 6 zák. ČNR č.
367/90 Sb., ve znění zák. č.
302/92 Sb. a § 36 odst. 10
vyhl. č. 190/96 Sb. ve znění
vyhl. č. 179/1998 Sb.)

Hospodářská smlouva

o převodu správy národního majetku
(§ 347 hospodářského zákoníku)

o převodu vlastnictví národního majetku
(§ 349 hospodářského zákoníku)

Výkaz změn
pol. 138 Ji

Cís.	07	/ 71
------	----	------

Název Adresa	Předávající organizace Krajská vojenská ubytovací a stavební správa Ostrava se sídlem v Olomouci	Její nadřízený orgán Ministerstvo národní obrany Praha
-----------------	--	--

Název Adresa	Přijímající organizace Městský národní výbor v Hranicích	Její nadřízený orgán Okresní národní výbor v Přerově
-----------------	--	--

1. Převádí se správa – vlastnictví*) tohoto národního majetku:

A.	Pol.	Základní prostředky (název – druh, popis, invent. č., u nemovitostí: obec, č. kat. území, parc. č., čp.)	Pořizovací cena	Oprávký ke dni převodu	Zůstatková cena
		Kod. Hranice ppč. 2236/1 ost. pl. o výměře 0,9167 ha ppč. 2237 - ost. pl. o výměře 12,8656 ha <i>Kateřina</i> (ovičkářské stáje)			
	Úhrnem		15.560,-		15.560,-
B.	Pol.	Jiný majetek (název, druh apod.)	Hodnota		Poznámka
	Úhrnem				

2. Správa – vlastnictví*) majetku uvedeného pod bodem 1. převádí se ke dni **1.3.1971**

*) Co se nehodí, škrtněte.

**) Jsou-li předmětem převodu pozemky, je třeba zde uvést jejich parcelní čísla vedená v evidenci nemovitostí, organizace musí proto před vyznačením údajů v tomto bodě u příslušného střediska geodézie provést porovnání parcelních čísel pozemků. Smlouvu je třeba předložit příslušnému středisku geodézie k zápisu do evidence nemovitostí do 60 dnů po právní účinnosti smlouvy.

3. Správa se převádí úplatně za dohodnutou cenu Kčs (podle připojené specifikace), kterou předávající organizaci zaplatí převíjající organizace do dne - bezplatně dohodou - bezplatně podle vyhlášky o správě národního majetku (§).*)
4. Povinnost platit odvod z odpisů podle § 26 odst. 4 vl. nař. č. 100/66 Sb. zůstává předávající organizaci - přebírá převíjající organizace")
5. Vlastnictví se převádí úplatně za dohodnutou cenu Kčs (podle připojené specifikace), kterou předávající organizaci zaplatí převíjající organizace do dne - bezplatně dohodou.*)"
6. Důvod převodu: **Směna pozemků ovičiště Skalka za pozemky nového ovičiště**
7. Převíjající organizace převímá s majetkem tato práva (pohledávky):
závazky
8. Zvláštní podmínky převodu:
9. Počet a označení příloh, jež tvoří nedílnou součást smlouvy:
10. Podle této listiny navrhuje se provést zápis v evidenci nemovitostí pro převíjající organizaci

Městský národní výbor v Hranicích

u střediska geodézie v **Přerově**
ohledně nemovitostí uvedených v bodě 1. této listiny.

Přávající organizace

V **Olomouci** dne **1.3.1971**
(razítka a podpis)

Převíjající organizace

V **Hranicích** dne **2.1971**
(razítka a podpis)

Účtovací předpis

11. a) Schvalovací doložky příslušných orgánů:**) **výnos MNO č.j.:012292-25/69 z 10.5.1969**

čj. **10.5.1969**
Tato smlouva se schvaluje.

V **Olomouci** dne **7.3.1971**
(razítka a podpis)

čj.
Tato smlouva se schvaluje.

V dne
(razítka a podpis)

Text	Účet		Částka
	Má dít	Dal	

Poznámka o zaúčtování:

Jméno (šifra):

*) Co se nehodí, škrtněte.

**) Schvalovací doložka se připojí jen tehdy, je-li podle platných předpisů nebo rozhodnutí třeba schválení příslušného orgánu.