



## **Bakalářská práce**

# **Vertikální distribuce bentických rozsivek v přehradě Harcov**

*Studijní program:*

B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

*Studijní obory:*

Přírodopis se zaměřením na vzdělávání  
Chemie se zaměřením na vzdělávání

*Autor práce:*

**Radka Němečková**

*Vedoucí práce:*

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.  
Katedra biologie

Liberec 2023



## Zadání bakalářské práce

# Vertikální distribuce bentických rozsivek v přehradě Harcov

<i>Jméno a příjmení:</i>	<b>Radka Němečková</b>
<i>Osobní číslo:</i>	P20000807
<i>Studijní program:</i>	B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
<i>Specializace:</i>	Přírodopis se zaměřením na vzdělávání Chemie se zaměřením na vzdělávání
<i>Zadávací katedra:</i>	Katedra chemie
<i>Akademický rok:</i>	2022/2023

### Zásady pro vypracování:

1. Seznámit se s hydrobiologickou tematikou. Zvláště se zaměřit na ekologii nárostových sinic a řas.
2. Naučit se metodiku pro odběr nárostů z různých hloubek přehrady z umístěných tyčí a měření základních fyzikálně chemických parametrů vody.
3. Naučit se mikroskopické pozorování živých sinic a řas a zpracování trvalého preparátu na analýzu rozsivek.
4. Osvojit si determinaci bentických sinic a řas s důrazem na rozsivky pomocí práce s klíčem a jejich semikvantitativní vyhodnocení.
5. Na základě získaných dat vyhodnotit výskyt druhů rozsivek v různých hloubkách přehrady. Porovnat rozdíly ve druhovém složení rozsivkových nárostů ze dvou odběrových míst z jarního, letního a podzimního odběru.

*Rozsah grafických prací:* dle potřeby dokumentace  
*Rozsah pracovní zprávy:* 40-60 normostran  
*Forma zpracování práce:* tištěná/elektronická  
*Jazyk práce:* Čeština

### **Seznam odborné literatury:**

1. KAŠTOVSKÝ, Jan a kolektiv. Atlas sinic a řas ČR 1. Praha: powerprint, 2018. 384 s. ISBN 978-80-7568-071-6.
2. KAŠTOVSKÝ, Jan a kolektiv. Atlas sinic a řas ČR 2. Praha: powerprint, 2018. 480 s. ISBN 978-80-7568-125-6.
3. KRAMMER, Kurt and LANGE-BERTALOT, Horst. Bacillariophyceae Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Spektrum Akademischer Verlag, 2008), ISBN 3827419875.
4. LANGE-BERTALOT, Horst et al. Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. Koeltz Botanical Books, 2017. 942 p. ISBN 978-3-946583-06-6. NOVAIS, Maria Helena, et al. Vertical distribution of benthic diatoms in a large reservoir (Alqueva, Southern Portugal) during thermal stratification. Science of The Total Environment, 2019, 659: 1242-1255.
5. LEE, Robert Edward. Phycology. Fifth edition. New York: Cambridge University Press, 2018. ISBN 978-1-107-55565-5.
6. LELLÁK, Jan a KUBÍČEK, František, Hydrobiologie. UK, Praha, 1991. 260 s. ISBN 80-7066-530-0.
7. NOVAIS, Maria Helena, et al. Vertical distribution of benthic diatoms in a large reservoir (Alqueva, Southern Portugal) during thermal stratification. Science of The Total Environment, 2019, 659: 1242-1255.

*Vedoucí práce:* RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.  
Katedra biologie

*Datum zadání práce:* 10. října 2022  
*Předpokládaný termín odevzdání:* 22. května 2023

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.  
děkan

L.S.

prof. Ing. Josef Šedlbauer, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 20. října 2022

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

## **Poděkování**

Děkuji všem, kteří mi jakkoliv pomohli při vypracování této bakalářské práce. Zejména pak děkuji mé vedoucí práce paní RNDr. Martině Štrojsové PhD. za odbornou pomoc a vstřícnost. Dále děkuji celé mé rodině za trpělivost a podporu v průběhu mého studia.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce je zaměřena zejména na prozkoumání diverzity nárostových rozsivek v přehradě Harcov a výzkum výskytu rozsivek v různých hloubkách této přehrady. Teoretická část je zaměřena na charakteristiku řas, zejména pak na rozsivky. Výzkum byl prováděn od dubna do září jednoho kalendářního roku, přičemž byly provedeny tři odběry ze dvou výzkumných tyčí. Tyče byly do přehrady umístěny šest týdnů před prvním odběrem, další odběry pak byly provedeny vždy po dvou měsících.

**Klíčová slova:** Nárostové rozsivky, vertikální stratifikace, sezónní sukcese druhů rozsivek, biodiverzita, přehradní nádrž, hydrobiologie

## **Annotation**

This bachelor work is focused on exploring diversity of benthic diatoms in Harcov reservoir and on research of appearance of benthic diatoms in different depths of this reservoir. Theoretical part is focusing on characteristics of algae, especially on diatoms. Research was made from april to september of one calendar year, whereas three samplings were made from two research points. Points were put in reservoir six weeks before first sampling, other samplings were made after two months each time.

**Key words:** Benthic diatoms, depth gradient, seasonal succession of diatom species, biodiversity, reservoir, hydrobiology

# Obsah

Poděkování.....	5
Anotace.....	6
Annotation.....	6
Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek.....	9
Seznam grafů.....	9
Seznam zkratk a symbolů.....	10
Cíle práce.....	11
1. Úvod.....	12
1.1 Sinice – Cyanobacteria.....	12
1.1.1 Prokaryotická buňka.....	12
1.1.2 Buněčná stélka, kolonie.....	12
1.1.3 Výskyt sinic.....	13
1.1.4 Způsob života.....	13
1.2 Řasy.....	13
1.2.1 Eukaryotická buňka.....	13
1.2.2 Výskyt řas.....	14
1.2.3 Způsob života vodních řas.....	14
1.2.4 Výživa.....	15
1.2.5 Rozmnožování.....	15
1.2.6 Klasifikace řas.....	15
1.3 Rozsivky.....	16
1.3.1 Tvorba schránek.....	17
1.3.3 Rozsivky a cyklus křemíku.....	18
1.3.4 Rozsivky jako bioindikátory.....	18
1.3.5 Rozsivky a paleolimnologie.....	18
1.3.6 Využitelnost rozsivek lidmi.....	19
1.3.7 Vertikální stratifikace rozsivek.....	19
1.4 Zdroje vody.....	19

1.4.1 Podzemní vody.....	20
1.4.2 Povrchové vody.....	20
2. Metodika.....	21
2.1 Příprava odběrných tyčí.....	21
2.2 Odběr vzorků.....	22
2.3 Příprava živých vzorků.....	23
2.4 Tvorba trvalých preparátů.....	23
2.5 Analýza trvalých preparátů.....	24
3. Výsledky.....	25
3.1 Hodnoty naměřené při odběru vzorků.....	25
3.2 Odběr 26. 5. 2022 – živé preparáty.....	25
3.3 Odběr 28. 7. 2022 – živé preparáty.....	27
3.4 Odběr 20. 9. 2022 – živé preparáty.....	29
3.5 Odběr 26. 5. 2022 – trvalé preparáty.....	30
3.6 Odběr 28. 7. 2022 – trvalé preparáty.....	34
3.7 Odběr 20. 9. 2022 – trvalé preparáty.....	39
3.8 Celkový počet identifikovaných rozsivek.....	45
3.9 Sezónní sukcese dominantních druhů.....	45
4. Diskuze.....	48
5. Závěr.....	50
Seznam použité literatury.....	51
Seznam příloh.....	54



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Strom superskupin dle Adla, přeloženo do češtiny a převzato z <a href="http://www.sinicearasy.cz">www.sinicearasy.cz</a> .....	16
Obrázek 2: Fotografie umístění odběrových tyčí v přehradě.....	21
Obrázek 3: Odběrové tyče s připravenými páskami.....	21
Obrázek 4: Odběr vzorku potopením se k odběrné tyči.....	22

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Naměřené hodnoty při odběru vzorků.....	25
Tabulka 2: Druhy rozsivek jarního odběru z různých hloubek s uvedením jejich četnosti vyjádřené procentuálním podílem ze všech přítomných druhů. V tabulce jsou uvedeny druhy se zastoupením větším než 1 % alespoň pro jeden vzorek. P označuje tyč blíže přítoku, H tyč blíže hráze. Číselné označení u písmene značí hloubku odebíraného vzorku, např. H1 je tyč blíže hráze se vzorkem odebraným v 1 m.....	31
Tabulka 3: Druhy rozsivek letního odběru z různých hloubek s uvedením jejich četnosti vyjádřené procentuálním podílem ze všech přítomných druhů. V tabulce jsou uvedeny druhy se zastoupením větším než 1 % alespoň pro jeden vzorek. P označuje tyč blíže přítoku, H tyč blíže hráze. Číselné označení u písmene značí hloubku odebíraného vzorku, např. H1 je tyč blíže hráze se vzorkem odebraným v 1 m.....	35
Tabulka 4: Druhy rozsivek podzimního odběru z různých hloubek s uvedením jejich četnosti vyjádřené procentuálním podílem ze všech přítomných druhů. V tabulce jsou uvedeny druhy se zastoupením větším než 1 % alespoň pro jeden vzorek. P označuje tyč blíže přítoku, H tyč blíže hráze. Číselné označení u písmene značí hloubku odebíraného vzorku, např. H1 je tyč blíže hráze se vzorkem odebraným v 1 m.....	40

## Seznam grafů

Graf 1: Počty druhů rozsivek determinovaných v různých hloubkách na tyčích P a H při květnovém odběru.....	31
Graf 2: Počty druhů rozsivek determinovaných v různých hloubkách na tyčích P a H v červencovém odběru.....	35
Graf 3: Počty druhů rozsivek determinovaných v různých hloubkách na tyčích P a H v zářiovém odběru.....	40
Graf 4: Celkový počet identifikovaných druhů rozsivek z obou tyčí, všech hloubek a všech třech odběrových dnů.....	46
Graf 5: Procentuální zastoupení <i>Achnanthidium minutissimum</i> na tyči P a H ze všech pozorovaných hloubek a všech třech odběrových dnů.....	46

Graf 6: Procentuální zastoupení *Fragilaria nanana* na tyči P a H ze všech pozorovaných hloubek a všech třech odběrových dnů.....46

Graf 7: Procentuální zastoupení *Brachysira vitrea* na tyči P a H ze všech pozorovaných hloubek a všech třech odběrových dnů.....47

## Seznam zkratk a symbolů

cm	centimetr
ha	hektar
m	metr
m <sup>3</sup>	metr krychlový
μS/cm	mikrosiemens na centimetr
mg/l	miligram na litr
mil.	milion
ml	mililitr
Obr.	obrázek
%	procento
°C	stupeň Celsia
Tab.	tabulka

## Cíle práce

S mým manželem jsem se seznámila u Harcovské přehrady, dodnes zde s naší rodinou žijeme, takže když jsem si začínala vybírat téma pro svou bakalářskou práci bylo přirozené porozhlédnout se po tématu, které by mohlo být situováno v blízkosti Harcovské přehrady, se kterou se pojí značná část mého života. Nakonec jsem si vybrala téma nejen spojené s Harcovskou přehradou, ale výzkum, který taky využije mé velké záliby a to orientačního potápění. Tento sport totiž využívá k tréninku i závodům tyče, které jsou po celou letní sezónu umístěny ve vodě, takže jsem si s Aqua klubem Liberec dohodla vypůjčení dvou tyčí, sloužících obvykle pro orientační potápění, pro výzkum. Následovalo seznámení se s hydrobiologickou tematikou, se zaměřením na ekologii nárostových sinic a řas. Poté bylo nutné naučit se metodiku pro odběr nárostů z výzkumných tyčí a vyzkoušet si měření základních fyzikálně chemických parametrů vody. Cílem práce bylo naučit se mikroskopické pozorování živých sinic a řas a umět zpracovat trvalý preparát pro analýzu rozsivek. Bylo důležité osvojit si determinaci bentických sinic a řas s důrazem na rozsivky, k tomu byla využita práce s určovací literaturou. Nejdůležitějším cílem bylo vyhodnotit výskyt druhů rozsivek v různých hloubkách přehrady a porovnat rozdíly v druhovém složení rozsivkových nárostů ze dvou odběrových míst z jarního, letního a podzimního odběru. Následně pak zhodnotit výskyt planktonních druhů rozsivek v odběrech bentosu.

# 1. Úvod

## 1.1 Sinice – Cyanobacteria

Jako sinice označujeme velkou skupinou fotosyntetických organismů. Mají prokaryotickou buňku, což je odlišuje od eukaryotických řas, nicméně dříve byly k řasám řazeny, čemuž napovídá i jejich anglický název blue-green algae, v překladu modro-zelené řasy. Dnes jsou sinice řazeny mezi G- bakterie, protože po obarvení Gramovým barvivem mají světle růžovou barvu.

Sinice ve svých thylakoidech vždy obsahují chlorofyl typu a, dále mohou obsahovat karotenoidy, xantofyly, modré barvivo fykocyanin, některé druhy pak červené barvivo fykoerythrin či jiné typy chlorofylů. Kombinací zeleného chlorofylu a modrých fykobilinů vzniká typická modrozelená barva, podle které získaly sinice svůj výše zmíněný název. Díky dalším pigmentům však mohou mít sinice mnoho různých barev (Kaštovský et al. 2022).

### 1.1.1 Prokaryotická buňka

Prokaryota se vyznačují tím, že nemají jádro obalené jadernou membránou, jejich buňka je podstatně jednodušší než buňka eukaryotních organismů a neobsahuje membránové organely, které jsou typické pro buňky eukaryotické. Některé z funkcí těchto organel jsou v buňkách sinic zajišťovány pomocí buněčné membrány. Díky útvarům na povrchu svých buněk mohou sinice vytvářet kolonie (Lee 2018).

Mezi struktury, které se uplatňují při tvorbě kolonií, řadíme slizové pouzdro a bílkovinné molekuly v cytoplazmatické membráně buněk sinic (Fogg et al. 1973).

Některé sinice mají ve svých buňkách plynné vakuoly, díky kterým jsou schopny volně se vznášet ve vodě a ovlivňovat svou polohu ve vodním sloupci v závislosti na potřebě světla a tepla (Fogg et al. 1973).

### 1.1.2 Buněčná stélka, kolonie

Stélky sinic mají různý tvar, jsou buď kokální, nebo vláknité. Sinice jsou schopny samostatného života, případně života v koloniích. Kokální sinice vytváří kolonie pravidelné či nepravidelné. Sinice s vláknitou stélkou tvoří jednoduchá, nepravě větvená nebo pravě větvená vlákna (Kaštovský et al. 2022).

### 1.1.3 Výskyt sinic

Cyanobakterie nabývají velikostí od 0,5 do 60  $\mu\text{m}$  a patří tedy mezi největší prokaryotní organismy. Vyskytují se ve sladkých i slaných vodách, jsou součástí planktonu i bentosu. Na souši můžeme sinice nalézt v půdě a to až do hloubky jednoho metru, dále se mohou vyskytnout na povrchu skal či stromů. Je možné je nalézt i v těch nejméně hostinných prostředích (Lee 2018).

Sinice s dalšími organismy mohou vytvářet různé typy vztahů. Nejznámějším vztahem je ten s houbami, se kterými tvoří složené organismy nazývané lišejníky. Dále žijí v kořenech rostlin nebo v tělech mořských hub. Některé sinice pak vytváří symbiotický vztah s různými druhy rozsivek (Pouličková 2011).

### 1.1.4 Způsob života

Většina sinic potřebuje ke svému životu a růstu světlo, existují však i druhy, které v temnotě růst mohou, tyto druhy využívají jako zdroj energie glukózu (Lee 2018).

Některé druhy sinic jsou schopné vázat plynný dusík, většinou jsou to druhy s vláknitou strukturou. Tyto druhy mohou být využívány při pěstování potravin, například na rýžových polích v Asii, díky fixaci dusíku sinicemi totiž není nutné používat dusíkatá hnojiva (Lee 2018).

## 1.2 Řasy

Jsou eukaryotické organismy, tedy organismy, jejichž buňky mají membránou obalené jádro i další buněčné organely. Řasy se vyskytují zejména ve vodním prostředí a jsou schopny fotosyntézy (Říhová Ambrožová 2007).

Systematicky lze řasy jen těžko zařadit, jedná se o biologickou skupinu, která má společné vlastnosti, nicméně nemá společného předka (Juráň a Kaštovský 2016).

### 1.2.1 Eukaryotická buňka

Buňky řas jsou eukaryotickými buňkami. Typickými organelami buněk řas jsou tedy jádro, chloroplasty a mitochondrie. Většina buněk řas obsahuje jedno jádro, existují však i buňky vícejaderné (Lee 2018).

Jádro obsahuje DNA, tedy genetickou informaci. Ve většině řas jsou molekuly DNA ve formě lineárních vláken kondensovaných ve viditelné chromosomy pouze během

mitotického dělení, ale například třída Euglenophyceae má DNA kondenzovanou do podoby chromozomů neustále (Lee 2018).

V chloroplastech probíhá fotosyntéza, každý chloroplast obsahuje thylakoidy, ve kterých jsou fotosyntetické pigmenty. Mitochondrie zajišťují buněčné dýchání (Lee 2018).

### 1.2.2 Výskyt řas

Jak je zmíněno výše, vyskytují se převážně ve vodním prostředí, zajímavá je však diverzita možností výskytu. Řasy jsou schopné žít v různých koncentracích oxidu uhličitého, kyslíku, také teplotní rozsah pro jejich přežití je velký. Existují řasy schopné přežít dvě stě metrů pod polárním ledovým štítem či řasy, které mohou žít ve velmi slaných vodách jako je třeba Mrtvé moře (Vidyasagar 2016).

Volně plující řasy nazýváme řasami planktonními, řasy, které adherují k různým povrchům pak označujeme jako řasy bentické. Vodní prostředí však není jediné prostředí, kde můžeme řasy nacházet, protože některé druhy jsou schopné přežít i na zemi, například v kmenech stromů, v půdě nebo ve zvířecí srsti (Vidyasagar 2016).

### 1.2.3 Způsob života vodních řas

Řasy mají dvě základní strategie způsobu života. Řasy planktonní jsou takové řasy, jejichž název by se dal přeložit jako „putování bez cíle“, jsou to tedy řasy, které se vznášejí ve vodním sloupci (Pouličková 2011).

Druhou strategií je přisedlý či bentický způsob života. Tyto řasy využívají ke svému životu podklad. Mohou tvořit nárosty na dně, případně na předmětech přítomných ve vodě (Pouličková 2011).

Tvorba nárostů má jinou dynamiku než vznik planktonu a probíhá nejdříve osídlením substrátu bakteriemi. Díky těm jsou schopny povrch osídlit jednobuněčné řasy, které se přichytí k povrchu delší stranou buňky. Následně dochází k osídlování druhy, které se přichytí krátkou stranou stélky a později také stopkaté druhy. Nakonec se vytváří i vláknité řasy, které slouží jako podklad dalším menším druhům. Postupně vzniká složité vícevrstevné společenstvo, které se může časem od substrátu odtrhnout vlastní vahou či vlivy prostředí (Kubín 2022).

Složení nárostů závisí zejména na přítomnosti světla. Pokud je biofilm osvětlován pak jsou dominantní složkou tohoto systému řasy, v případě že světla není dostatek, dominantu tvoří bakterie, houby a prvoci, tedy heterotrofní organismy (Rulík 2012).

#### 1.2.4 Výživa

Většina řas patří mezi fotoautotrofní organismy, což znamená, že se vyživují pomocí příjmu oxidu uhličitého a energie ze slunce a produkují si vlastní výživu v podobě sacharidů. Vedlejším produktem této reakce je pak plyn, bez kterého by život, v podobě v jaké jej dnes na Zemi známe, nebyl možný, tedy kyslík (Vidyasagar 2016).

Menší procento řas pak označujeme jako heterotrofní organismy. Jejich výživa závisí výhradně na příjmu z vnějších organických zdrojů, příkladem takovéto řasy je *Prototheca zopfii*. V případě, že řasa kombinuje fotoautotrofii a heterotrofii označujeme tuto její schopnost výživy jako mixotrofii nebo také fotoheterotrofii, příkladem takovýchto řas jsou rody *Ochromonas*, *Dinophyta* či *Euglenophyta* (Zajíc a Chiu 1970).

#### 1.2.5 Rozmnožování

Řasy jsou schopny nepohlavního i pohlavního rozmnožování. Nepohlavní neboli vegetativní rozmnožování zahrnuje vznik pohyblivé spóry a je založeno na mitóze a produkci identických buněk, zejména při zvětšování kolonií. Pohlavní rozmnožování se pak děje meiózou (Vidyasagar 2016).

#### 1.2.6 Klasifikace řas

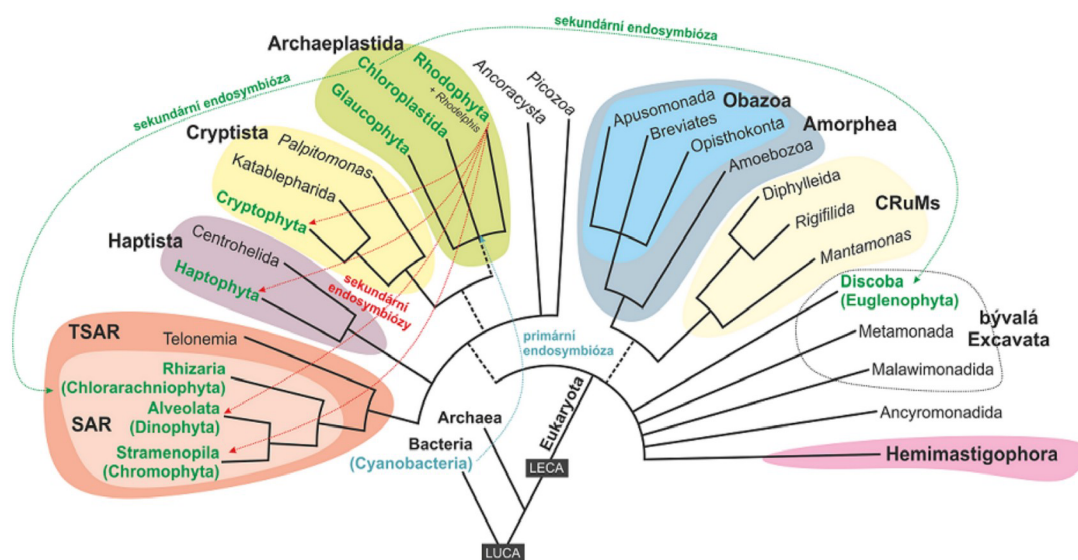
Řasy jsou polyfyletické, což znamená, že se vyvinuly z více než jednoho předka. Ze současného chápání a pojetí takzvaného stromu života živých organismů lze vidět, že eukaryotické řasy jsou v mnoha skupinách či větvích tohoto stromu a to z toho důvodu, že nemají společného předka (Adl et al. 2005).

Taxonomické řazení řas je většinou diskutováno na úrovni tříd, neboť třídy jsou u řas lépe definovány než kmeny. Nicméně pro přehled je níže uvedena klasifikace do kmenů. Je však potřeba uvést, že ne všemi fykology je tato klasifikace uznávána (Lee 2018).

Kmen *Chlorophyta*, česky zelené řasy, má třídy *Chlorophyceae*, *Charophyceae*, *Pleurostrophyceae*, *Prasinophyceae* a *Ulvophyceae*. Kmen *Chroophyta*, česky zvaný hnědé řasy, sdružuje třídy *Bacillariophyceae* – rozsivky, *Bicosoecaceae*,

*Chrysophyceae*, *Dictyochophyceae*, *Eustigmatophyceae*, *Phaeophyceae*, *Prymnesiophyceae*, *Raphidophyceae*, *Synurophyceae* a *Xanthiphyceae*. Dalšími popisovanými kmeny jsou *Cryptophyta* s třídou *Cryptophyceae*, kmen *Rhodophyta*, kmen *Dinoflagellata* a kmen *Euglenophyta* (Lee 2018).

V posledních letech je prosazován alternativní způsob klasifikace, který respektuje opravdovou příbuznost skupin na základě DNA. Tento systém nazýváme systém podle Adla (Adl et al. 2005, 2019). Systém eukaryotní organismy řadí do superskupin a současně vyobrazuje taxony doposud nezařazené (Obr. 1). Tyto označuje jako *incertae sedis*, protože jejich postavení zůstává prozatím neobjasněné. Na obrázku níže můžeme vidět rozdělení do superskupin se současným vyobrazením proběhnuvších endosymbióz (Macháček 2016).



© 2003 - 2023 Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Obrázek 1: Strom superskupin dle Adla, přeloženo do češtiny a převzato z [www.sinicearasy.cz](http://www.sinicearasy.cz)

## 1.3 Rozsivky

Patří do oddělení hnědých řas (Ochrophyta) a jejich třídy rozsivky (Bacillariophyceae). Díky hojnému zastoupení v přírodě a schránkám, ve kterých jsou uzavřeny, je poměrně jednoduché je pomocí mikroskopu najít. V běžné populaci není příliš známé, že se v nemalé míře podílejí na fotosyntéze, produkují přibližně 20 % veškerého kyslíku (Alverson 2014). Díky svým křemičitým schránkám získaly rozsivky přezdívku klenoty moře.



Jedná se o jednobuněčné organismy, které mohou žít jednotlivě nebo vytvářet kolonie. Většinou se vyskytují ve vodě, mohou se však vyskytovat také ve vlhkých půdách (Kalina a Váňa 2005).

Schránky rozsivek mají dvě části. Dle tvaru schránek tyto jednobuněčné hnědé řasy dělíme na rozsivky centrické s paprscitě symetrickou schránkou, které si můžeme představit jako dvě Petriho misky zapadající jedna do druhé, a penátní s podélně symetrickou schránkou (Kalina a Váňa 2005). Zástupcem centrických rozsivek jsou rody *Cyclotella* nebo *Aulacoseira*, mezi penátní rozsivky řadíme například rody *Gophonema* či *Fragilaria* (Kaštovský et al. [b.r.]).

### 1.3.1 Tvorba schránek

Rosivky si vytváří své skleněné domky, tedy křemičité schránky, jinak nazývané frustuly. Jsou svými vlastními architekty a rozsah jejich projektu je obrovský. Frustuly totiž netvoří jen pohledný exteriér, jsou vybaveny póry a protáhlými kanálky, na nichž závisí přežití rozsivek. Póry a kanálky vytváří na frustulách znaky, díky kterým jsme schopni jednotlivé druhy rozsivek od sebe rozeznávat. Mezi rozeznávací znaky řadíme strie, raphe, fibuly a další (Kalina a Váňa 2005).

Rosivky využívají oxid křemičitý, který nejsou schopny samy vytvořit. Využívají ten, který se vyskytuje v jejich okolí. Zdrojem pro stavební kameny schránek rozsivek je geologie a to díky neustále probíhající erozi hornin, protože díky té se do vod dostává oxid křemičitý, který se zde rozpouští na kyselinu křemičitou. Ta následně může difundovat do rozsivek a být přeměněna zpět na oxid křemičitý. Pokud tímto způsobem není dodán dostatek materiálu, rozsivky spoléhají také na bílkoviny schopné aktivně transportovat křemík, které jsou umístěny v jejich membránách. V rozsivkách se nachází speciální vezikuly, sloužící k ukládání oxidu křemičitého. V místě těchto vezikul dochází ke spojování rozsivek a tvorbě kolonií (Round et al. 1990).

Vědci se stále snaží zjistit jakým mechanismem jsou schránky vytvářeny, nicméně bylo zjištěno, že vezikuly a další organely, včetně mitochondrií, mohou pomáhat tvarovat finální podobu křemičité frustuly. Například protáhlé, dvoustraně symetrické rozsivky, známé jako penátní rozsivky, mohou mít šterbinu neboli raphe, které pomáhá těmto rozsivkám v pohybu, protože slouží jako otvor, díky kterému mohou vylučovat viskózní tekutinu, po které jakoby kloužou (Round et al. 1990).

### 1.3.2 Rozsivky a fotosyntéza

Vědecké simulace odhalily, že různé prvky skeletu rozsivek interagují s různými složkami slunečního spektra. Díky své struktuře dokáže frustula velmi efektivně využít zachycené sluneční světlo a dle výpočtů pak dokáže vypomoci fotosyntéze, zejména při přechodech ze světla do šera, téměř deseti procenty navíc. V prostředí, kde se rychle mění světelné podmínky, je toto velkou evoluční výhodou (D’Mello et al. 2019).

### 1.3.3 Rozsivky a cyklus křemíku

Rozsivky jsou také známé pro svou schopnost tvořit rozsáhlé, viditelné květy a to jak v malých vodních plochách, tak také třeba v Severním ledovém oceánu. Vědci zjistili, že narůstáním populace rozsivek dochází k vyčerpávání kyseliny křemičité z vod, ve kterých se rozsivky nachází. To následně způsobuje vymírání rozsivek a posléze opětovný rozklad jejich křemičité schránky. Rozsivky se tak podílejí na oceánském cyklu křemíku (Lee 2018).

### 1.3.4 Rozsivky jako bioindikátory

Jako bioindikátory označujeme organismy, které jsme schopni využít ke sledování čistoty a vlastností životního prostředí. Bioindikátory mohou při znečištění prostředí z tohoto zmizet nebo mohou toxické látky pohlcovat a ukládat je ve svém těle bez zřetelného poškození, tedy kumulovat je (Holt a Miller 2010).

Rozsivky jsou bioindikátory kumulativní, většina z nich má úzký rozsah ekologické tolerance a mohou dobře sloužit jako bioindikátory, protože jsou známá jejich autekologická upřednostnění (Sukop 2006). Pokud analyzujeme složení společenstva rozsivek, jsme schopni předjímat jaká je kvalita vody v lokalitě bez nutnosti laboratorní analýzy.

### 1.3.5 Rozsivky a paleolimnologie

Paleolimnologie se zabývá výzkumem dlouhodobých změn klimatu a to pomocí analýzy sedimentů vodních ploch. Za těmito účely se v paleolimnologii využívá také rozsivková analýza. Výzkum sedimentů je možný od regionů polárních až po oblasti tropů. Na základě získaných dat jsou vytvářeny veřejně přístupné limnologické databáze (Bešta 2007).

### 1.3.6 Využitelnost rozsivek lidmi

Rozsivky lze využít při archeologických výzkumech, například při analýzách keramiky je možné podle druhů rozsivek v ní určit, odkud hlína použitá k výrobě daného keramického výrobku pocházela (Znachor 2008).

Dalším využitím rozsivek je použití horniny diatomitu neboli křemeliny, kterou rozsivky vytvářejí, ve stavebnictví, ve výrobě filtrů, jako absorpční materiál ve farmaceutickém průmyslu. Křemelina může být využita také jako potravinové plnidlo či leštidlo a bývá využita také při výrobě skla. Alfred Nobel zjistil, že při přidání nitroglycerinu v poměru 3:1 k rozsivkové zemině vznikne dynamit.

Rozsivky je možné využít i v potravinářství, jsou zdrojem beta-karotenu a mastných kyselin. Díky ultrastruktuře jejich schránek jsou rozsivky ideálními organismy, které lze použít k testování rozlišovacích schopností optických mikroskopů. V neposlední řadě se nabízí studium rozsivek pro jejich využití v nanotechnologiích, protože rozsivky jsou schopny tvořit své schránky s obrovskou přesností, takže se vědci snaží přimět tyto organismy k produkci nanomateriálů s předem určenou strukturou (Znachor 2008).

### 1.3.7 Vertikální stratifikace rozsivek

Existuje jen velmi málo studií zaměřujících se na ovlivnění složení společenstva rozsivek hloubkou. Jeden takový výzkum proběhl v jižním Portugalsku na jezeře Alqueva v roce 2014 (Novais et al. 2019). Alqueva patří k největším jezerům západní Evropy s rozlohou přes 25000 ha, objemem 4500 mil m<sup>3</sup> a maximální hloubkou přes 70 metrů.

K výzkumu sloužily tři odběrová místa s odběrovými hloubkami 0 – 30 m. Mezi odběrovými místy nebyly zjištěny rozdíly v druhovém zastoupení, ale byly zjištěny rozdíly v zastoupení v hloubkách (Novais et al. 2019).

## 1.4 Zdroje vody

Zdroje vody na Zemi dělíme na povrchové a podzemní. Jak názvy napovídají, podzemní voda se nachází pod zemským povrchem, povrchová voda se nachází na zemském povrchu. Kromě výskytu je rozdílem mezi povrchovými a podzemními vodami také jejich kvalita. Podzemní vody bývají čistší, nicméně i tyto mohou být kontaminovány toxickými látkami či organickou hmotou.

### 1.4.1 Podzemní vody

Jak je zmíněno výše, jedná se o vody vyskytující se pod zemským povrchem a to v nasycené zóně, tedy tam, kde jsou v přímém styku s horninami. Podzemní vody jsou největším sladkovodním zdrojem pitné vody. Mezi podzemní vody řadíme podzemní jezírka, toky a prameny (Kopáček et al. 2020).

### 1.4.2 Povrchové vody

Mezi povrchové vody řadíme všechny vodní zdroje na povrchu zeměkoule včetně jezer, řek, mokřadů, nádrží, potoků, oceánů a moří. Povrchové vody se účastní hydrologického koloběhu vody (Kopáček et al. 2020).

Rozlišujeme tři typy povrchových vod a to vody permanentní, semipermanentní a umělé. Trvalé povrchové vody jsou takové vodní plochy, které přetrvávají po celý rok a v případě malých srážek jsou doplňovány z vod podzemních. Semipermanentní povrchové vody se vyskytují pouze po část roku. Zahrnují malé potůčky a jezírka. Umělé povrchové vody jsou vodní plochy vytvořené člověkem (National Geographic Society 2022).

Dalším dělením povrchových vod je pak dělení na vody stojaté, jinak nazývané lentické, a vody tekoucí, jiným názvem lotické. K tekoucím vodám řadíme toky, řeky, potoky a říčky. K vodám stojatým jezera, rybníky, tůň a mokřady (Říhová Ambrožová 2007).

Podle vzniku se nádrže dělí na přírodní, mezi které řadíme jezera různého původu, a umělé nádrže, které svou činností cílevědomě vytvořil člověk. Nádrží může a nemusí protékat vodní tok. Nádrže mohou plnit různé funkce, mezi základní řadíme funkce zásobní a ochranné, dále mohou být nádrže využívány k rekreaci, pro energetické účely či k zachycení odpadů. Nádrže mohou mít různě dlouhý cyklus vyprázdnění a opětovného naplnění, dle délky tohoto cyklu je dělíme na nádrže s ročním, víceletým, krátkodobým a nepravidelným cyklem. Nádrže ovlivňují mikroklima ve svém okolí, mají vliv na podzemní vody a mohou způsobit přerušení migrace živočichů (Kopáček et al. 2020).

Harcovská přehrada byla vytvořena v roce 1902 a slouží zejména k zachycení povodňových průtoků na Harcovském potoce a ke shromáždění vody k průmyslovému využití. V letních dnech je také cílem pro rekreaci. Její hráz je vysoká 20,5 m a celkový objem je 0,687 mil. m<sup>3</sup> (Povodí Labe, s.p. 2007).

## 2. Metodika

### 2.1 Příprava odběrných tyčí

K výzkumu nárostových řas bylo potřeba do Harcovské přehrady umístit tyče (Obr. 3), ze kterých probíhaly odběry. Jako odběrná místa posloužily tyče obvykle používané jako závodní, respektive tréninkové body, pro orientační potápění. Tyto tyče byly nejprve přichystány pomocí elektrikářské lepící pásky a to tak, že na každou tyč byly umístěny elektrikářské pásky po jejím obvodu. Prvních pět pásek bylo nalepeno 20 cm pod okraj tyče, dalších pět pásek vždy po výšce jednoho metru a to až do 3,5 metru. Takto připravené tyče byly pomocí pramice umístěny do přehrady a to šest týdnů před prvním odběrem, konkrétně 14. 4. 2022. Jedna tyč byla umístěna blíže hrázi, druhá blíže přítoku do přehrady (Obr. 2).



Obrázek 2: Odběrové tyče s připravenými páskami



Obrázek 3: Fotografie umístění odběrových tyčí v přehradě

## 2.2 Odběr vzorků

Vzorky byly odebrány celkem třikrát. První odběr proběhl po šesti týdnech od umístění výzkumných tyčí do přehrady a to 27. 5. 2022. Další odběry proběhly vždy po dalších dvou kalendářních měsících, konkrétně 28. 7. 2022 a 20. 9. 2022. Třetí odběr musel být o týden uspišen kvůli plánovanému vypouštění přehrady. Odběry probíhaly z obou odběrných tyčí stejně, a to potopením se k tyči (Obr. 4), odlepením lepicí pásky se vzorky a uložením těchto pásků do předem označených uzavíratelných sáčků. Tímto způsobem bylo odebráno vždy pět vzorků z obou tyčí a to z předem naměřených hloubek v rozsahu od hladiny do 3,5 metru pod hladinou.



Obrázek 4: Odběr vzorku potopením se k odběrné tyči

Odběrové tyče byly pro potřeby této práce označeny písmeny P (tyč blíže přítoku) a H (tyč blíže hrázi), odběry byly provedeny v 5 hloubkách – u hladiny, v 1, 2, 3 a 3,5 metrech, označení odběrové hloubky a tyče v této práci je tedy pomocí písmene označující odběrovou tyč a čísla označující hloubku, například P3 je odběrová tyč blíže přítoku a hloubka 3 metry.

### 2.2.1 Hodnoty měřené při odběru vzorků

Sledovanými hodnotami při odběrech vzorků nárostových řas byly pH, teplota, množství O<sub>2</sub> a vodivost a to pomocí přenosného víceparametrového zařízení WTW Multi 3620 IDS (WTW, Německo), měření probíhala těsně pod hladinou. Dále se u odběrových tyčí měřila průhlednost vody.

## 2.3 Příprava živých vzorků

Po odběru vzorků byly pásky s narostlými řasami uchovány ve skleněných nádobách s převařenou vystydlou vodou a uloženy do chladničky a nejpozději do dvou dnů zpracovány. Nejdříve byl bentos pomocí deseti kartáčků, z nichž každý byl použit na jednu pásku se vzorky, seškrábán do malého množství vody. Tyto vzorky pak byly postupně nanášeny pomocí pipet na podložní sklíčka, překryty krycím sklíčkem a zkoumány ve světelném mikroskopu Optika (B-383PL, Itálie). K určování sinic a řas bylo využito publikací Atlas sinic a řas ČR 1 (Kaštovský, Hauer, et al. 2018a) a Atlas sinic a řas ČR 2 (Kaštovský, Hauer, et al. 2018b).

## 2.4 Tvorba trvalých preparátů

Přibližně 10 ml každého vzorku bylo přeneseno do malé kádinky. Ke vzorkům bylo přidáno 10 ml 30% peroxidu vodíku díky kterému došlo k vypálení organického materiálu ve vzorcích. Takto připravené vzorky byly za několik dnů v laboratoři zpracovány na trvalé preparáty.

Nejdříve bylo potřeba odstředit vzorky pomocí centrifugy (Eppendorf 5702/R/RH, Německo) kvůli odstranění nezreagovaného peroxidu a pročištění vzorků a to po dobu pěti minut při dvou tisíc otáčkách za minutu. Do popsaných zkumavek o objemu 10 ml byly odpipetovány vzorky, zkumavky byly zváženy a případně doplněny destilovanou vodou, aby byly vzorky v centrifuze rozmístěny vyváženě. Po zcentrifugování byla většina vody ze zkumavky odlita, tak aby ve zkumavce zůstal pouze zahuštěný vzorek. Následně byly vzorky opět doplněny destilovanou vodou, znovu zváženy a vyváženy a podruhé zcentrifugovány. Poté opět slity tak, aby zůstal zahuštěný vzorek. Byla připravena předem popsaná podložní sklíčka, krycí sklíčka a zalévací medium pleurax. Na krycí sklíčko položené na skle podložním byla nanesena kapka vody a do ní kápnuta kapka zahuštěného vzorku, na druhé krycí sklíčko, položené na stejném skle podložním, pak byla opět nanesena kapka vody a do ní kápnuty dvě kapky zahuštěného vzorku, aby

vznikly dva preparáty s různou hustotou vzorku. Na rozežřáté elektrické plotýnce byly vzorky ponechány k zaschnutí. Následně byla z podložního skla opatrně sejmuta zaschlá krycí sklíčka se vzorky, na toto podložní sklo byla nanesena pryskyřice a do ní položeno krycí sklíčko tak, aby zaschlý vzorek mířil do syntetické pryskyřice. Takto nachystaná sklíčka byla zapečena na rozežřáté elektrické plotýnce.

## 2.5 Analýza trvalých preparátů

Analýza vzorků trvalých preparátů probíhala semikvantitativní metodou. To znamená, že při kvantifikaci rozsivek bylo identifikováno a spočítáno nejméně 300 rozsivek, výjimku tvořila data z květnového odběru, kdy se v některých preparátech nenacházel dostatečný počet schránek. V takovýchto preparátech pak bylo spočítáno vždy nejméně 100 rozsivek. K určování rodů a druhů rozsivek bylo využito publikací Atlas sinic a řas ČR 1 (Kaštovský, Hauer, et al. 2018a), Atlas sinic a řas ČR 2 (Kaštovský, Hauer, et al. 2018b), Bacillariophyceae Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae (Krammer a Lange-Bertalot 2008) a Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe (Lange-Bertalot 2017).



### 3. Výsledky

Fotografie pořízené během mikroskopování živých vzorků i trvalých preparátů jsou vloženy v obrazové příloze této bakalářské práce.

#### 3.1 Hodnoty naměřené při odběru vzorků

Sledované hodnoty pH byly po celou dobu sledování zásadité (Tab. 1). Nejvyšší hodnota pH (8,5) byla naměřena v červenci blíže hráze a nejnižší hodnota pH (7,3) byla naměřena na stejném místě v květnu. Teplota vody za sledované období byla nejvyšší u přítoku v červenci (21°C) a nejnižší v září u přítoku (15,1 °C) (Tab. 1). Obsah rozpuštěného kyslíku byl v průběhu měřeného období od 8,8 do 10,5 mg/l (Tab. 1). Nejvyšší hodnota rozpuštěného kyslíku byla zjištěna v červenci blíže hráze, nejnižší v květnu blíže přítoku i hráze. Vodivost vody byla nejnižší v květnu blíže přítoku (225  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a nejvyšší blíže hráze v září (380  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Tab. 1). Průhlednost se pohybovala od 1,1 m (září blíže přítoku) do 3,8 m (květen u obou sledovaných míst (Tab. 1).

Tabulka 1: Naměřené hodnoty při odběru vzorků

	pH	Teplota (°C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	Vodivost ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Průhlednost (m)
26. 5. 2022, P	7,3	18	8,8	225	3,8
26. 5. 2022, H	7,4	17,7	8,8	236	3,8
28. 7. 2022, P	8,3	21,3	9,7	251	1,5
28. 7. 2022, H	8,5	20,9	10,3	272	1,8
20. 9. 2022, P	7,5	15,1	9,5	250	1,1
20. 9. 2022, H	7,6	16,7	9,2	380	1,5

#### 3.2 Odběr 26. 5. 2022 – živé preparáty

Analýza vzorků živých preparátů byla zaměřena zejména na výskyt a určování nerozsivkových řas. Rozsivky nebyly určovány druhově, ale pouze rodově.

P0

Nános nárostu byl poměrně malý, v preparátu bylo možné pozorovat rozsivky rodu *Achnanthidium* a *Gomphonema*. Dále bylo možné vidět vláknité sinice rodu *Pseudoanabena*.

## P1

Oproti předchozí hloubce byl nárost v metru pod hladinou výraznější. Opět se zde vyskytovaly rody rozsivek jako v preparátu P0 společně s rozsivkami rodu *Fragilaria*, dále pak piko sinice rodu *Aphanotecae* a také zelené řasy druhu *Oedogonium capilliformis* a *Coelastrum microphorum*.

## P2

I v tomto živém preparátu bylo možné pozorovat rozsivky, pikosinice a zelené řasy. Nárost byl opět masivnější než v případě vzorku P0. Identifikovány byly tyto druhy zelených řas - druh *Stigeoclonium tenue*, *Oedogonium capilliformis* a *Tribonema* cf. *aequale*.

## P3

I tento vzorek byl hustě osídlen. Pozorovány byly rozsivky výše zmíněných rodů a navíc pak druh *Ulnaria ulna*. I zelených řas bylo možné pozorovat více druhů, kromě *Tribonema* cf. *aequela*, byl ve vzorku přítomen také druh *Pediastrum duplex*, *Haematococcus pluvialis* a krásivka *Roya obtusa*. V neposlední řadě se i v tomto preparátu vyskytovaly pikosinice.

## P3,5

V největší pozorované hloubce byl v době prvního odběru nárost méně vyzrálý, bylo možné pozorovat rozsivky výše zmíněných rodů.

## H0

V tomto preparátu se vyskytovaly pikosinice a rozsivky rodu *Gomphonema* a *Achmanthidium*. Dále pak zelené řasy druhu *Apiocystis brauniana*, *Mougeotia* sp., *Ulotrix tenuissima* a hnědé řasy *Tribonema* cf. *aequela*. V tomto preparátu bylo možné pozorovat i ruduchu, konkrétně druh *Audouinella chalybea*.

## H1

Výrazněji osídleným byl i vzorek z hloubky 1 m. I zde se nacházely rozsivky a pikosinice. Zelené řasy zde byly zastoupeny druhy *Hazenia baziliensis* a *Spirogyra* sp.

## H2

I ve vzorku H2 byly pozorovány rozsivky rodu *Gomphonema*, *Achnantheidium* a navíc také rodu *Fragilaria*. Ze zelených řas se zde vyskytovaly druhy *Ulothrix tenuissima*, *Cladophora* cf. *fracta* a *Closterium tumidulum*. Z hnědých řas pak *Tribonema* cf. *aequela*.

## H3

Tento preparát nabídl možnost prohlédnout si pikosinice i sinice vláknité rodu *Pseudoanabena*, vyskytovaly se v něm i rozsivky. Zelené řasy byly zastoupeny rodem *Mougenotia*.

## H3,5

I ve hloubce 3,5 m se již v jarním období vyskytovaly pikosinice a rozsivky. Mezi zde pozorované zelené řasy patřil rod *Spirogyra*. Z hnědých řas bylo možné pozorovat rod *Tribonema*.

## 3.3 Odběr 28. 7. 2022 – živé preparáty

Oproti jarnímu odběru byly již na pohled vzorky více osídleny.

### P0

V tomto vzorku bylo možné pozorovat rozsivky rodu *Gomphonema* a *Achnantheidium*. Byly zde také piko i vláknité sinice. Zelené řasy byly zastoupeny druhem *Bulbochaete nana*, *Oedogonium capilliformis* a v největší míře pak *Phormidium tergestrinum*.

### P1

I v tomto preparátu bylo možné vidět pikosinice a rozsivky, zejména pak rody *Achnantheidium* a *Gomphonema*. Mezi zelené řasy pak řadíme pozorované druhy *Bulbochaete nana*, *Stigeoclonium tenue* a *Oedogonium* cf. *acrosporium*.

### P2

Vzorek v hloubce 2 m obsahoval zástupce rozsivek i sinic. Zelené řasy byly zastoupeny druhy *Bulbochaete nana* a *Oedogonium* cf. *acrosporium*.

### P3

V preparátu byly pozorovány sinice i rozsivky zastoupené i v předchozích preparátech, nově pozorovaným rodem rozsivek pak byl rod *Tabellaria* a druh *Melosira varians*. Z zelených řas preparát obsahoval zástupce rodu *Spirogyra*.

### P3,5

I v preparátu v hloubce 3,5 m se vyskytovaly sinice a rozsivky výše zmíněných rodů. Mezi zástupce zelených řas pozorovaných v tomto vzorku pak řadíme rody *Spirogyra*, *Mougeotia* a druhy *Closterium moniliferum* a *Stigeoclonium tenue*.

### H0

Tento vzorek byl poškozen působením přírodních vlivů, neboť došlo k poklesu hladiny nádrže a bohužel byla tyč jeden den nedostatečně utáhnuta a toho odběrné místo se vzorky se ocitlo nad hladinou. Z těchto důvodů vzorek obsahoval pouze velmi málo rozsivek a žádné zelené řasy.

### H1

Preparát obsahoval sinice i rozsivky výše zmíněných rodů. Nejvíce zastoupeným rodem zelených řas tohoto preparátu byl rod *Bulbochaete* sp., vyskytovaly se zde také zástupci rodu *Stigeoclonium* a *Spirogyra*.

### H2

Ve vzorku z hloubky 2 m byly pozorovány pikosinice a rozsivky rodu *Gomphonema*, *Achnantheidium* a *Fragilaria*. Ze zelených řas zde byl pozorován rod *Spirogyra* a druh *Oedogonium* cf. *acrosporum*.

### H3

Ani vzorek H3 nebyl výjimkou a i v něm bylo možné najít sinice, nově pozorovaným druhem zde byl druh *Oscillatoria limosa*, a rozsivky. Ze zelených řas bylo opět možné pozorovat rod *Bulbochaete* a *Oedogonium* cf. *acrosporum*.

### H3,5

V odběrové hloubce 3,5 m se při druhém odběru vyskytovaly rozsivky rodu *Gomphonema*, *Achnantheidium*, *Fragilaria* a také *Tabellaria*. Sinice zde také měly své

zástupce. Mezi pozorované zástupce zelených řas v tomto vzorku řadíme *Oedogonium* cf. *acrosporum*, *Stigeoclonium tenue*, rod *Spirogyra* a *Bulbochaete*.

### 3.4 Odběr 20. 9. 2022 – živé preparáty

P0

Kvůli poklesu hladiny byl tento vzorek zničen.

P1

Ve vzorku se nacházely kokální sinice i výše zmíněné rody rozsivek. Zelené řasy byly zastoupeny druhy *Protoderma viride* a *Oedogonium* cf. *acrosporum*.

P2

I v tomto preparátu bylo možné nalézt pikosinice. Vyskytovaly se zde i vláknité sinice a také rozsivky. Ze zelených řas dominovalo *Oedogonium* sp., doplněné rodem *Spirogyra*.

P3

Hloubka 3 m byla domovem pro piko i vláknité sinice. Rozsivky se zde vyskytovaly v zastoupení výše zmíněných rodů. Řasy zelené bylo možné pozorovat díky zde vyskytujícím se druhům *Oedogonium* cf. *acrosporum*, *Ulothrix tenuissima* a rodu *Bulbochaete*.

P3,5

I pro tuto hloubku byl typický výskyt sinic a rozsivek. Sinice zde měly zastoupení kokálním rodem pikosinice *Aphanocapsa*. Zelené řasy pak zastoupil druh *Oedogonium* cf. *acrosporum*.

H0

Ve vzorku H0 byly poměrně málo zastoupeny rozsivky. Vyskytovaly se zde však vláknité sinice *Phormidium tergestinum* a také zelené řasy, konkrétně druh *Cosmarium tinctum*.

## H1

Preparát z této hloubky obsahoval sinice i rozsivky a to včetně planktonních druhů rodu *Fragilaria*. Dále bylo možné pozorovat druh *Coleochaete scutata*, *Protoderma viride* a rody *Bulbochaete*, *Cladophora* a *Desmodesmus*.

## H2

Ve vzorku H2 byly přítomny sinice druhu *Woronichinia naegeliana* a rozsivky rodů *Gomphonema*, *Fragilaria* a *Achnantheidium*. Zástupci zelených řas byly rody *Cladophora* a *Oedogonium*.

## H3

I v tomto vzorku byly přítomné sinice a rozsivky a také zelené řasy. Z těch byly identifikovány druhy *Protoderma viride* a *Bulbochaete* sp.

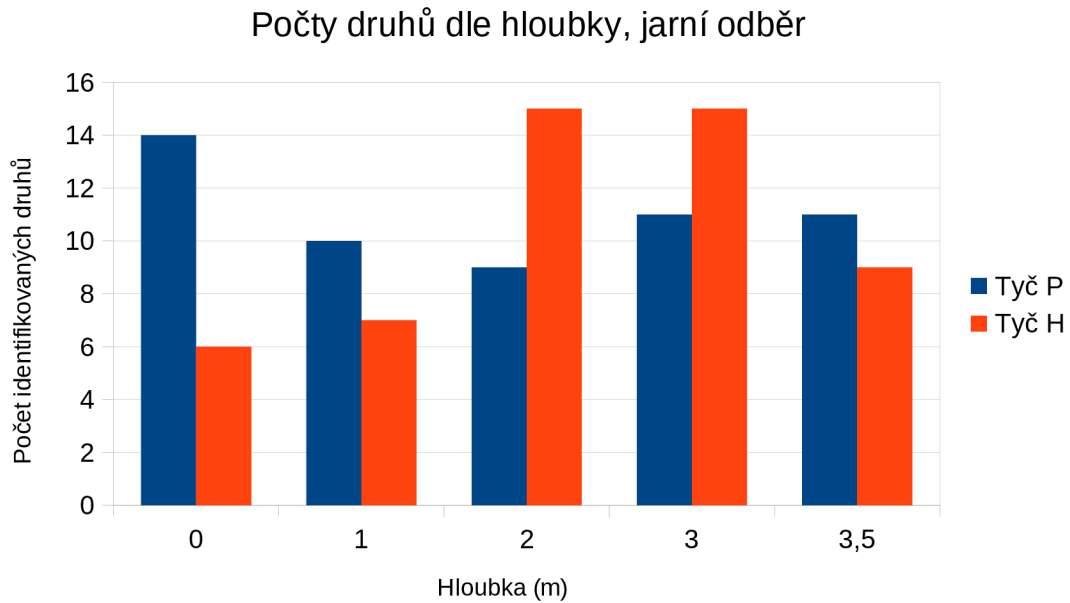
## H3,5

V nejhluběji odebíraném vzorku byly opět přítomny rozsivky i sinice. Na druhy chudší zde bylo zastoupení zelených řas, ze kterých zde byl přítomen pouze rod *Oedogonium*.

## 3.5 Odběr 26. 5. 2022 – trvalé preparáty

Celkem bylo při jarním odběru identifikováno 30 druhů rozsivek, 23 z nich na tyči P, 20 pak na tyči H. Třináct druhů se vyskytovalo na obou tyčích, 7 druhů identifikovaných na tyči H nebylo nalezeno na tyči P, 10 druhů identifikovaných na tyči P nebylo přítomno na tyči H. Nejvíce druhů (15) bylo nalezeno a tyči H v hloubkách 2 a 3 m, nejméně druhů (6) bylo přítomno u hladiny na tyči H (Graf 1). V tabulce (Tab. 2) je vidět procentuální zastoupení rozsivek, které se vyskytovaly v preparátech jarního odběru alespoň v 1 % případů. Dominantním druhem jarních měsíců na tyči P i H a ve všech sledovaných hloubkách byla rozsivka *Fragilaria nanana*, jedinou výjimku tvořil vzorek P0, ve kterém dominoval druh *Achnantheidium minutissimum*, ten byl zároveň druhým nejvíce zastoupeným druhem (Tab. 2). *Gomphonema acuminatum*, *Gomphonema capitatum*, *Gomphonema exilissimum* a *Tabellaria flocculosa* se v jarních vzorcích vyskytovaly hojně (Tab. 2).

Graf 1: Počty druhů rozsivek determinovaných v různých hloubkách na tyčích P a H při květnovém odběru



Tabulka 2: Druhy rozsivek jarního odběru z různých hloubek s uvedením jejich četnosti vyjádřené procentuálním podílem ze všech přítomných druhů. V tabulce jsou uvedeny druhy se zastoupením větším než 1 % alespoň pro jeden vzorek. P označuje tyč blíže přítoku, H tyč blíže hráze. Číselné označení u písmene značí hloubku odebíraného vzorku, např. H1 je tyč blíže hráze se vzorkem odebraným v 1 m.

Druh	P0	H0	P1	H1	P2	H2	P3	H3	P3,5	H3,5
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	29	17	28	28	34	26	7	3	16	20
<i>Diatoma tenuis</i>			2							
<i>Fragilaria nanana</i>	26	69	43	58	44	63	77	88	57	68
<i>Gomphonema acuminatum</i>	3	4	4	3		2	1		4	4
<i>Gomphonema capitatum</i>	14	4	4	2		1		2	9	4
<i>Gomphonema exilissimum</i>	3	2	15	8	11	2	3	1	4	2
<i>Gomphonema parvulum</i>					4		1	2	3	
<i>Nitzschia palea</i>	3									
<i>Nitzschia palea var. tenuirostris</i>									4	
<i>Tabellaria floccuulosa</i>	16	5	3		4	2	6	1		
<i>Ulnaria grunowii</i>	4		1					1		

## P0

Výjimku v dominanci *Fragilaria nanana* při jarním odběru tvořil vzorek P0, kde se v největším zastoupení vyskytoval druh *Achnanthydium minutissimum* s četností výskytu 29%, následován *Fragilaria nanana* (26%) a *Tabellaria flocculosa* (16 %) (Tab. 2). Celkem bylo identifikováno 14 druhů rozsivek, což bylo nejvíce z květnového odběru tyče P (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

V menším než 1 % případech se ve vzorku vyskytovaly *Cocconeis euhlypta*, *Cymbella cymbiformis*, *Diatoma tenuis*, *Pinnularia parvulissima*, *Tabellaria fenestrata* a *Staurosira venter* (všechny 0,6 %)

## P1

Od této hloubky byl dominantou druh *Fragilaria nanana*, zde s procentuálním zastoupením 43 %, následován *Achnanthydium minutissimum* (28 %) a *Gomphonema exilissimum* (15 %) (Tab. 2). Identifikováno bylo 10 druhů rozsivek (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

Procentuálně malé zastoupení, tedy nižší než 1 %, měly *Encyonema minutum* a *Gomphonema parvulum* (obě 0,5 %).

## P2

Dominantním druhem byl *Fragilaria nanana* s procentuálním zastoupením 44 %, následovaný *Achnanthydium minutissimum* (34 %) a *Gomphonema exilissimum* (11 %) (Tab. 2). Na tomto odběrném vzorku bylo nalezeno pouze 9 druhů rozsivek (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

Zastoupení v procentech nižší než 1 % měly *Gomphonema acuminatum*, *Gomphonema capitatum*, *Nitzschia palea* var. *tenuirostris* (0,9 %) a *Encyonema silesiacum* (0,5 %).

## P3

I v tomto vzorku byl nejzastoupenějším druhem *Fragilaria nanana* s výraznou dominancí 77 %, následován *Achnanthydium minutissimum* (7 %) a *Tabellaria flocculosa* (6 %) (Tab. 2). Vzorek P3 obsahoval 11 druhů rozsivek (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).



Výskyt menší než 1% měly druhy *Achnantheidium exiguum*, *Gomphonema capitatum*, *Nitzschia hantzschiana*, *Surirella angusta* a *Ulnaria grunowii* (všechny 0,7%).

### P3,5

I tento vzorek vykazoval výraznou dominanci *Fragilaria nanana*, ne však tak vysokou jako v případě vzorku P3, zde bylo procentuální zastoupení 57 %, druhé nejvyšší zastoupení měl druh *Achnantheidium minutissimum* (16 %), třetí pak *Gomphonema capitatum* (9 %) (Tab. 2). Celkem bylo identifikováno 11 druhů rozsivek (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

Nižší než 1% zastoupení měly *Eunotia bilunaris*, *Staurosirella pinnata*, *Tabellaria flocculosa* a *Ulnaria grunowii* (0,9%).

### H0

Dominantní druhem byl *Fragilaria nanana* se zastoupením 69 %, následovány *Achnantheidium minutissimum* (17 %) a *Tabellaria flocculosa* (5 %) (Tab. 2). H0 byl vzorkem s nejmenším počtem identifikovaných druhů nejen pro jarní odběr, ale pro všechny provedené odběry, identifikováno bylo pouze 6 druhů (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

### H1

Dominantním druhem H1 byla *Fragilaria nanana*, procentuálně zastoupený 58 %, druhým v pořadí četnosti byl druh *Achnantheidium minutissimum* (28 %), třetím pak *Gomphonema exilissimum* (8 %) (Tab. 2). V tomto vzorku se vyskytovalo 7 druhů (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

V méně než 1% případů se ve vzorku vyskytovaly *Encyonopsis subminuta* (0,6%) a *Sellaphora pupula* (0,3%).

### H2

Výrazně dominantní druh jarního období *Fragilaria nanana* zde byl zastoupen 63 %, následován *Achnantheidium minutissimum* (26 %) a *Gomphonema acuminatum* (2 %) (Tab. 2). Tento vzorek byl společně se vzorkem H3 druhově nejrozmanitější ze všech

preparátů jarního období, obsahoval 15 druhů (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

Výskyt nižší než 1% vykazovaly *Gomphonema parvulum* (0,9%), *Nitzschia palea* var. *temuirostris*, *Ulnaria grunowii* (obě 0,6%), *Encyonema ventricosum*, *Encyonopsis subminuta*, *Navicula radiosa*, *Pinularia viridiformis*, *Staurosira venter* a *Ulnaria ulna*.

### H3

Nejdominantnější zastoupení vykazoval druh *Fragilaria nanana* s 88 %, dalším byl druh *Achnantheidium minutissimum* (3 %) a *Gomphonema parvulum* (2 %) (Tab. 2). Vzorek H3 byl druhově rozmanitým s 15 druhy rozsivek (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

Identifikovány byly také *Cocconeis euglypta*, *Ctenophora pulchella*, *Diatoma tenuis*, *Encyonema ventricosum*, *Eunotia bilunaris*, *Gomphonema acuminatum*, *Navicula radiosa* a *Nitzschia palea*, všechny s procentuálním zastoupením 0,3%.

### H3,5

I ve vzorku z největší hloubky dominoval druh *Fragilaria nanana* se zastoupením 68 %, následován *Achnantheidium minutissimum* (20 %) a *Gomphonema acuminatum* (4 %) (Tab. 2). Identifikováno bylo 9 druhů rozsivek (Graf 1). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

S výskytem pod 1% byly identifikovány *Cocconeis euglypta*, *Encyonema ventricosum*, *Tabellaria flocculosa* a *Ulnaria grunowii* (0,5 %).

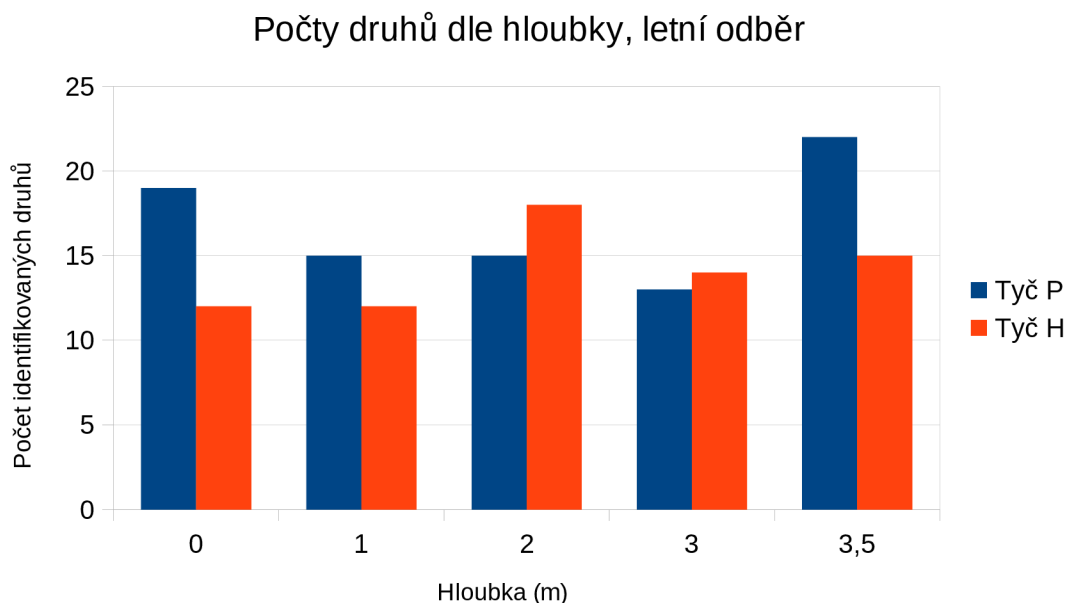
## 3.6 Odběr 28. 7. 2022 – trvalé preparáty

V červencovém odběru bylo identifikováno celkem 58 druhů rozsivek. Celkem 40 druhů rozsivek bylo identifikováno na tyči P a 34 na tyči H. Na tyči P nebylo přítomno 18 druhů z tyče H, na tyči H nebylo nalezeno 24 druhů, které se vyskytovaly na tyči P. Nejvíce druhů (22) bylo nalezeno na tyči P v hloubce 3,5 m, nejméně druhů (12) bylo přítomno u hladiny a v 1 m na tyči H (Graf 2).

Dominantními druhy červencového odběru byly druhy *Achnantheidium minutissimum* a *Brachysira vitrea*, třetím druhem s největším zastoupením byl druh *Fragilaria nanana*. V tabulce (Tab. 3) je vidět procentuální zastoupení rozsivek, které se

vyskytovaly v preparátech letního odběru alespoň v jednom vzorku v zastoupení větším nebo rovno 1 %.

Graf 2: Počty druhů rozsivek determinovaných v různých hloubkách na tyčích P a H v červencovém odběru



Tabulka 3: Druhy rozsivek letního odběru z různých hloubek s uvedením jejich četnosti vyjádřené procentuálním podílem ze všech přítomných druhů. V tabulce jsou uvedeny druhy se zastoupením větším než 1 % alespoň pro jeden vzorek. P označuje tyč blíže přítoku, H tyč blíže hráze. Číselné označení u písmene značí hloubku odebíraného vzorku, např. H1 je tyč blíže hráze se vzorkem odebraným v 1 m.

Druh	P0	H0	P1	H1	P2	H2	P3	H3	P3,5	H3,5
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	49	68	79	83	71	71	72	75	44	65
<i>Brachysira vitrea</i>	22	23	11	12	15	12		2		
<i>Cymbella affinis</i>	1									
<i>Fragilaria nanana</i>	4	3	3	1	2	6	17	10	26	14
<i>Gomphonema acuminatum</i>	3		4		4	6	1	6	9	6
<i>Gomphonema capitatum</i>					3		1	1	5	
<i>Gomphonema graciledictum</i>	2									
<i>Gomphonema parvulum</i>	6									
<i>Navicula radiosa</i>					1	1				
<i>Tabellaria floccuulosa</i>	4	3					4	3	8	11

<i>Ulnaria acus</i>	4									
<i>Ulnaria grunowii</i>							2	1		

## P0

Dominance druhu *Achnanthes minutissimum* pro odměrné místo P0 se v červencovém odběru projevila ještě výrazněji, než tomu bylo u vzorku P0 odebraném v květnu, byl zde zastoupen 49 %, následován *Brachysira vitrea* (22 %) a *Gomphonema parvulum* (6 %) (Tab. 3). Ve vzorku bylo identifikováno 19 druhů rozsivek (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Dalšími přítomnými druhy vyskytujícími se v zastoupení menším než 1 % byly *Cocconeis placentula*, *Gomphonema capitatum*, *Gomphonema coronatum*, *Gomphonema exilissimum* (0,9 %), *Cyclotella balatonis*, *Hantzschia amphioxys* (obě 0,6 %), *Navicula cryptocephala*, *Navicula radiosa*, *Pinnularia subcapitata* a *Ulnaria ulna* (všechny 0,3 %)

## P1

V 1 m pod hladinou byla dominance *Achnanthes minutissimum* ještě výraznější než ve vzorku u hladiny, druhým v procentuálním zastoupení byl druh *Brachysira vitrea* (11 %), třetí *Gomphonema acuminatum* (4 %) (Tab. 3). Celkem bylo identifikováno 14 druhů (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

I v tomto vzorku byla diverzita velká, nicméně byla tvořena zejména druhy vyskytujícími se v méně než 1 % případech. Těmito druhy byly *Gomphonema capitatum*, *Navicula radiosa*, *Ulnaria grunowii* (0,6 %), *Cocconeis euglypta*, *Craticula* sp., *Cyclotella balatonis*, *Cymbella affinis*, *Diatoma tenuis*, *Gomphonema exilissimum* a *Gomphonema* sp. (0,3 %).

## P2

Výraznou dominanci měl druh *Achnantheidium minutissimum* i v této hloubce a to ze 71 %, následován druhem *Brachysira vitrea* (15 %) a *Gomphonema acuminatum* (4 %) (Tab. 3). Identifikováno bylo 15 druhů (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Menší než 1 % zastoupení měly druhy *Tabellaria flocculosa* (0,9 %), *Cyclotella balatonis*, *Navicula cryptocephala*, *Ulnaria grunowii* (0,7 %), *Cocconeis euglypta*, *Cymbella affinis*, *Diatoma tenuis*, *Gomphonema angustatum* a *Placoneis undulata* (0,3 %).

## P3

Za dominantním *Achnantheidium minutissimum*, s procentuálním zastoupením 72 %, měl druhé nejvyšší procentuální zastoupení druh *Fragilaria nanana* (17 %), *Brachysira vitrea* významně zastoupená v nižších hloubkách se zde vyskytovala v zastoupení menším než 1 % (Tab. 3). Co do druhů byl vzorek P3 nejméně početným letním vzorkem, identifikováno bylo 13 druhů (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Dalšími druhy vyskytujícími se ve vzorku P3 byly *Brachysira vitrea* (0,9 %), *Aulacoseira* sp., *Cyclotella balatonis*, *Diatoma tenuis*, *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata* a *Ulnaria ulna* (všechny 0,3 %).

## P3,5

I zde byl dominantou druh *Achnantheidium minutissimum*, ne však tolik výraznou, zastoupen byl ze 44 %, poměrně výrazně byl zastoupen také druh *Fragilaria nanana* (26 %), na třetím místě byl druh *Gomphonema acuminatum* (9 %) (Tab. 3). Vzorek P3,5 byl druhově nejrozmanitějším vzorkem letního odběru s 22 druhy (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

V méně než 1 % byly identifikovány druhy *Cocconeis euglypta*, *Cyclotella meneghiana*, *Tabellaria fenestrata*, *Tryblionella apiculata* (0,9 %), *Cyclotella balatonis*, *Eunotia implicata*, *Surirella minuta* (0,6 %), *Asterionella formosa*, *Brachysira vitrea*, *Cyclotella stelligera*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia paleacea*, *Nitzschia* sp., *Psammothidium subatomoides*, *Sellaphora blackfordensis* a *Ulnaria ulna* (všechny 0,3 %).

## H0

Dominantou tohoto vzorku byl opět druh *Achnanthydium minutissimum* s procentuálním zastoupením 68 %, druhým nejpočetnějším byl druh *Brachysira vitrea* (23 %) a třetím *Tabellaria flocculosa* (3 %) (Tab. 3). Nejmenší množství druhů v letním odběru bylo identifikováno ve vzorku H0, bylo zde pouze 12 druhů (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Dalšími identifikovanými rozsivkami byly druhy *Gomphonema exilissimum* (0,9 %), *Achnanthydium exiguum*, *Cocconeis euglypta*, *Gomphonema* sp., *Fragilaria permimuta*, *Reimeria sinuata*, *Ulnaria grunowii* a *Ulnaria unla* (všechny 0,3 %).

## H1

V tomto vzorku byla dominance *Achnanthydium minutissimum* velmi výrazná, druh byl zastoupen z 83 %, následován *Brachysira vitrea* (12 %) a *Fragilaria nanana* (1 %) (Tab. 3). Množstvím druhů zaostávajícím vzorkem za většinou vzorků z letního období byl i tento s identifikovanými 12 druhy (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Druhy procentuálně zastoupeny méně než 1 % byly tyto. *Gomphonema capitatum*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula radiosa* (0,5 %), *Asterionella formosa*, *Cocconeis euglypta*, *Cyclotella balatonis*, *Odonthidium mesodon*, *Gomphonema* sp. a *Gomphonema acuminatum* (0,3 %).

## H2

Dominantní *Achnanthydium minutissimum* zde bylo zastoupeno v 71 %, druhé nejvyšší zastoupení měl druh *Brachysira vitrea* (12 %) a *Fragilaria nanana* (6 %) (Tab. 3). Vzorek H2 byl vzorkem s největším počtem druhů pro tyč H v letním odběru s 18 druhy (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Druhy se zastoupením menším než 1 % byly tyto. *Cyclotella balatonis*, *Gomphonema capitatum* (0,7 %), *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa* (0,5 %), *Aulacoseira* sp., *Cymbella cymbiformis*, *Diatoma tenuis*, *Encyonema minutum*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonopsis subminuta*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia soratensis* a *Ulnaria ulna* (všechny 0,2 %).

### H3

I ve vzorku H3 byl dominantou druh *Achnanthydium minutissimum* se 75 %, následován *Fragilaria nanana* (10 %) a *Gomphonema acuminatum* (6 %) (Tab. 3). Stejně jako v případě tyče P a hloubky 3 metry i na této tyči došlo k výraznému poklesu zastoupení druhu *Brachysira vitrea* a nárustu zastoupení *Fragilaria nanana*. Identifikováno bylo 14 druhů rozsivek (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Méně procentuálně zastoupenými identifikovanými druhy byly *Navicula radiosa* (0,5 %), *Cyclotella balatonis*, *Encyonema silesiacum*, *Eucconeis laevis*, *Gomphonema hebridense*, *Navicula rhynchocephala* a *Sellaphora blackfordensis* (0,3 %).

### H3,5

Dominance *Achnanthydium minutissimum* pro letní odběr byla potvrzena i ve vzorku H3, zastoupen byl tento druh z 65 %, druhým nejzastoupenějším byl druh *Fragilaria nanana* (14 %), třetím *Tabellaria flocculosa* (11 %) (Tab. 3). Trend neosídlování větších hloubek druhem *Brachysira vitrea* byl potvrzen i zde. Identifikováno zde bylo 15 druhů (Graf 2). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

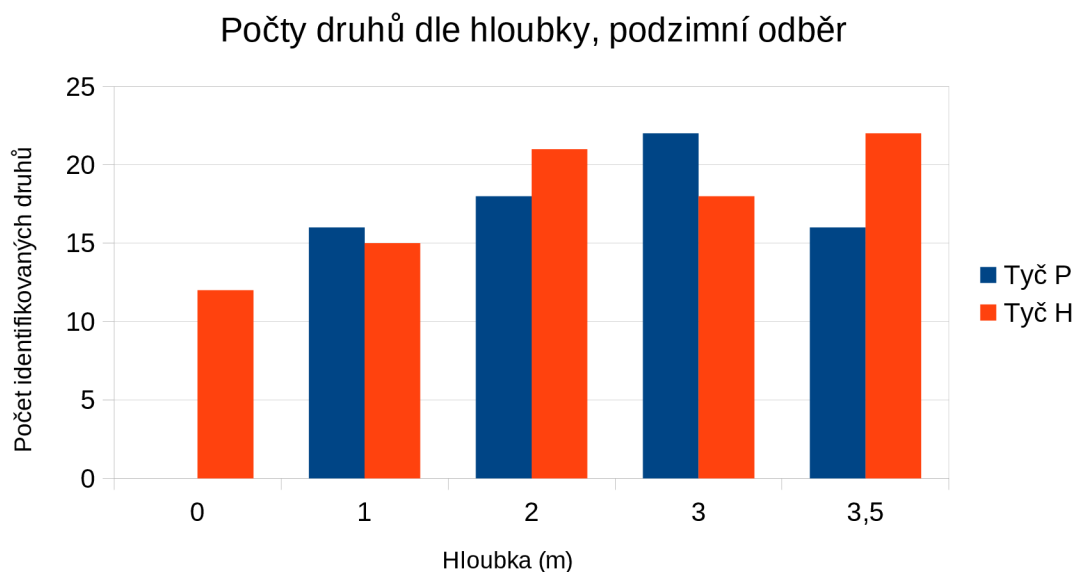
I v největší pozorované hloubce byla široká skladba identifikovaných druhů, mezi ty s výskytem menším než 1 % patřily *Aulacoseira subarctica*, *Brachysira vitrea*, *Encyonema silesiacum* (0,6 %), *Asterionella formosa*, *Cocconeis euglypta*, *Cyclotella balatonis*, *Diatoma tenuis*, *Gomphonema capitatum*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia hantzschiana* a *Ulnaria ulna* (0,3 %).

## 3.7 Odběr 20. 9. 2022 – trvalé preparáty

Celkem bylo identifikováno 46 druhů rozsivek, 34 na tyči H, 32 na tyči P. Z celkového počtu, bylo na obou tyčích přítomno 20 druhů. Nejvíce druhů (22) bylo nalezeno na tyči P v hloubce 3 m a na tyči H v hloubce 3,5 m, nejméně druhů (12) bylo přítomno u hladiny na tyči H (Graf 3).

Dominantním druhem zůstal druh *Achnanthydium minutissimum*, u kterého dosáhlo procentuální zastoupení na tyči H vždy nejméně 77 %, na tyči P bylo ještě výraznější, nejméně 81 % (Tab. 4).

Graf 3: Počty druhů rozsivek determinovaných v různých hloubkách na tyčích P a H v zářiovém odběru



Tabulka 4: Druhy rozsivek podzimního odběru z různých hloubek s uvedením jejich četnosti vyjádřené procentuálním podílem ze všech přítomných druhů. V tabulce jsou uvedeny druhy se zastoupením větším než 1 % alespoň pro jeden vzorek. P označuje tyč blíže přítoku, H tyč blíže hráze. Číselné označení u písmene značí hloubku odebíraného vzorku, např. H1 je tyč blíže hráze se vzorkem odebraným v 1 m.

Druh	P0	H0	P1	H1	P2	H2	P3	H3	P3,5	H3,5
<i>Achnantheidium minutissimum</i>		77	81	80	86	78	91	87	89	83
<i>Brachysira vitrea</i>		10	12	14	8	8	2	2		3
<i>Cyclotella balatonis</i>		1								
<i>Cymbella affinis</i>		2								
<i>Encyonopsis subminuta</i>						1				
<i>Fragilaria crotonensis</i>		2							2	
<i>Fragilaria nanana</i>		1				3	2	2	4	4
<i>Gomphonema acuminatum</i>			1	2	1	2		3		3
<i>Navicula notha</i>						2				
<i>Nitzschia palea</i>										1
<i>Tabellaria floccuulosa</i>		4								
<i>Ulnaria grunowii</i>							2	1		



## P0

Tento preparát byl z důvodu velkého sucha a poklesu hladiny zničen. Ostatní vzorky z tyče P byly v o 1 m menší hloubce, než měly být. Tedy P1 u hladiny, P2 v 1 m a tak dále.

## P1

Dominantou vzorku P1 byl druh *Achnanthydium minutissimum* s procentuálním zastoupením 81 %, následován *Brachysira vitrea* (12 %) a *Gomphonema acuminatum* (1 %) (Tab. 4). Vzorek z odběrného místa P1 obsahoval 16 druhů rozsivek (Graf 3), pouze tři druhy pak byly zastoupeny ve více než 1 %. Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Dalšími rozpoznávanými druhy byly *Asterionella formosa*, *Cymbella affinis*, *Fragilaria crotonensis* (0,7 %), *Aulacoseira subarctica*, *Cymbella cymbiformis*, *Cyclotella balatonis*, *Encyonopsis subminuta*, *Fragilaria nanana*, *Gomphonema cymbelliclimum*, *Gomphonema parvulum*, *Pinnularia borealis*, *Staurosirella pinnata*, *Ulnaria ulna* (0,3 %).

## P2

I v původně dvoumetrové, při odběru metrové hloubce, byla dominance *Achnanthydium minutissimum* značná, zastoupen zde byl tento druh z 86 %, dalším výrazněji zastoupeným druhem byl *Brachysira vitrea* (8 %), třetím v pořadí v zastoupenosti byl druh *Gomphonema acuminatum* (1 %) (Tab. 4). Ve vzorku P2 bylo identifikováno 18 druhů (Graf 3). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Identifikovanými druhy s procentuálním zastoupením méně než 1 % byly *Fragilaria crotonensis* (0,8 %), *Cyclotella balatonis*, *Fragilaria nanana*, *Gomphonema capitatum* (0,5 %), *Asterionella formosa*, *Aulacoseira subarctica*, *Cocconeis euglypta*, *Cymbella affinis*, *Eunotia implicata*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula radiosa*, *Placoneis symmetrica*, *Staurosirella pinnata*, *Tabellaria flocculosa* a *Ulnaria ulna* (0,3 %).

## P3

Na tomto vzorku byla dominance *Achnanthydium minutissimum* největší ze všech provedených odběrů a to přes 90 %, dalšími druhy zastoupenými ve více než 1 % byly

*Fragilaria nanana* (2 %) a *Brachysira vitrea* (2 %) (Tab. 4). Stejně jako při odběrech v letním období i zde bylo možné pozorovat klesající zastoupení *Brachysira vitrea*. Identifikováno zde bylo 22 druhů (Graf 3). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Ostatní identifikované druhy měly na preparátu vždy jen jediného zástupce. Byly to tyto druhy *Achnanthydium exiguum*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira subarctica*, *Cocconeis euglypta*, *Cymbella affinis*, *Cyclotella balatonis*, *Eunotia implicata*, *Gomphonema acuminatum*, *Gomphonema capitatum*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula radiosa*, *Navicula* sp., *Nitzschia palea*, *Nitzschia palea* var. *temuirostris*, *Pinnularia viridiformis*, *Planothydium lanceolatum*, *Psammodium bioretii*, *Tabellaria flocculosa*, *Ulnaria ulna* (0,3 %)

### P3,5

Dominance *Achnanthydium minutissimum* v tomto vzorku dosahovala procentuálního zastoupení 89 %, následována *Fragilaria nanana* (4 %) a *Fragilaria crotonensis* (2 %) (Tab. 4). V největší hloubce bylo možné pozorovat stejný fenomén jako při letním odběru, tedy že *Brachysira vitrea* byla v počtu zástupců výrazněji přeskočena druhem *Fragilaria nanana*. Identifikováno bylo 15 druhů (Graf 3). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Druhy s výskytem menším než 1 % případů, ale vyskytovaly se na tomto preparátu byly *Cyclotella balatonis* (0,9 %), *Asterionella formosa*, *Aulacoseira subarctica*, *Brachysira vitrea*, *Gomphonema acuminatum* (0,6 %), *Cocconeis euglypta*, *Eunotia* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula radiosa*, *Nitzschia umbonata*, *Psammodium bioretii*, *Tabellaria flocculosa* (0,3 %).

### H0

Díky větší hloubce u tyče H bylo možné tuto tyč utahovat po celou sezónu a vzorek H0 bylo tedy i při výrazném poklesu hladiny možné odebrat, protože byl stále pod hladinou.

Dominantou zůstal druh *Achnanthydium minutissimum* se zastoupením 77 %, následován *Brachysira vitrea* (10 %) a *Tabellaria flocculosa* (4 %) (Tab. 4). Identifikováno bylo 12 druhů (Graf 3). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Dalšími druhy vyskytujícími se zde byly *Gomphonema acuminatum* (0,9 %), *Navicula notha* (0,6 %), *Asterionella formosa*, *Brachysira huitonarum* a *Navicula radiosa* (0,3 %).

## H1

I zde byl dominantním druhem *Achnantheidium minutissimum* s 80% zastoupením, druhým v pořadí byl druh *Brachysira vitrea*, třetím *Gomphonema acuminatum* (2 %) (Tab. 4). Vzorek H1 obsahoval 15 druhů rozsivek (Graf 3), ale pouze tři z nich měly procentuální zastoupení alespoň 1 %. Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Méně procentuálně zastoupenými druhy byly *Cyclotella balatonis* (0,8 %), *Cymbella affinis*, *Fragilaria crotonensis*, *Gomphonema parvulum* (0,5 %), *Asterionella formosa*, *Aulacoseira subarctica*, *Cocconeis euglypta*, *Cymbella cymbiformis*, *Encyonema* sp., *Encyonopsis subminnuta*, *Fragilaria nanana*, *Gomphonema capitatum* (0,3 %).

## H2

Dominantou byl druh *Achnantheidium minutissimum* se zastoupením 78 %, následován *Brachysira vitrea* (8 %) a *Fragilaria nanana* (3 %) (Tab. 4). Do počtu druhů byl vzorek H2 výrazně zastoupen, bylo zde identifikováno 21 druhů (Graf 3). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

I v hloubce 2 m bylo vysoké procento druhů, které měly nižší zastoupení než 1 %. Byly to druhy *Asterionella formosa*, *Cyclotella balatonis* (0,9 %), *Achnantheidium exiguum*, *Aulacoseira subarctica*, *Cocconeis euglypta*, *Cymbella affinis*, *Cymbella cymbiformis*, *Fragilaria crotonensis*, *Gomphonema capitatum*, *Gomphonema coronatum*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia palea*, *Odontheidium mesodon*, *Tabellaria flocculosa*, *Ulnaria grunowii* (0,3 %).

## H3

I na tomto vzorku byl dominantou druh *Achnantheidium minutissimum* procentuálně zastoupen 87 %. Druhým v pořadí byl druh *Gomphonema acuminatum* (3 %), třetím *Fragilaria nanana* (2 %) (Tab. 4). Identifikováno bylo 18 druhů (Graf 3). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

Dalšími identifikovanými rozsivkami byly *Nitzschia palea* (0,9 %), *Navicula radiosa* (0,7 %), *Asterionella formosa*, *Cocconeis euglypta*, *Cyclotella balatonis*, *Encyonema minutum*, *Eunotia implicata*, *Gomphonema capitatum*, *Gomphonema coronatum*, *Gomphonema exillissimum*, *Navicula notha*, *Reimeria sinuata*, *Tabellaria flocculosa* a *Ulnaria grunowii* (0,3 %).

### H3,5

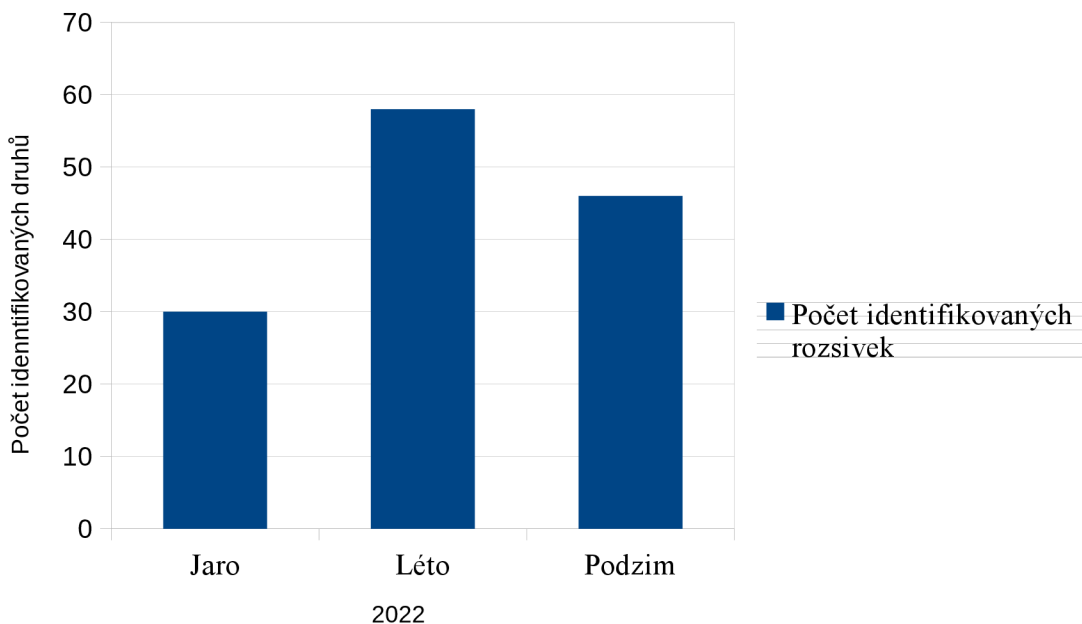
Dominantou byl druh *Achnantheidium minutissimum* se zastoupením 83 %, druhým v pořadí byl druh *Fragilaria nanana* (4 %) a třetím *Gomphonema acuminatum* (3 %) (Tab. 4). Největší diverzita rozsivek při podzimním odběru byla ve vzorku H3,5, kde bylo identifikováno 22 druhů rozsivek (Graf 3). Rozsivky s procentuálním zastoupením vyšším než 1 % jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4).

*Velký počet identifikovaných rozsivek nedosahoval procentuálního zastoupení alespoň 1 %, těmito byly druhy Euccoconeis laevis, Eunotia implicata, Tabellaria flocculosa (0,8 %), Cyclotella balatonis, Encyonopsis subminuta, Fragilaria crotonensis (0,5 %), Cocconeis euglypta, Eunotia valida, Gomphonema capitatum, Hippodonta capitata, Karayevia laterostrata, Navicula notha, Navicula radiosa, Nitzschia palea var. tenuirostris, Placoneis undulata, Ulnaria grunowii a Ulnaria ulna (0,3 %).*

### 3.8 Celkový počet identifikovaných rozsivek

Největší počet rozsivek (58) byl identifikován na obou tyčích (H a P) v letních vzorcích, méně druhů (46) to bylo v podzimních vzorcích, nejméně druhů bylo identifikováno v jarním odběru (Graf 4).

Graf 4: Celkový počet identifikovaných druhů rozsivek z obou tyčí, všech hloubek a všech třech odběrových dnů



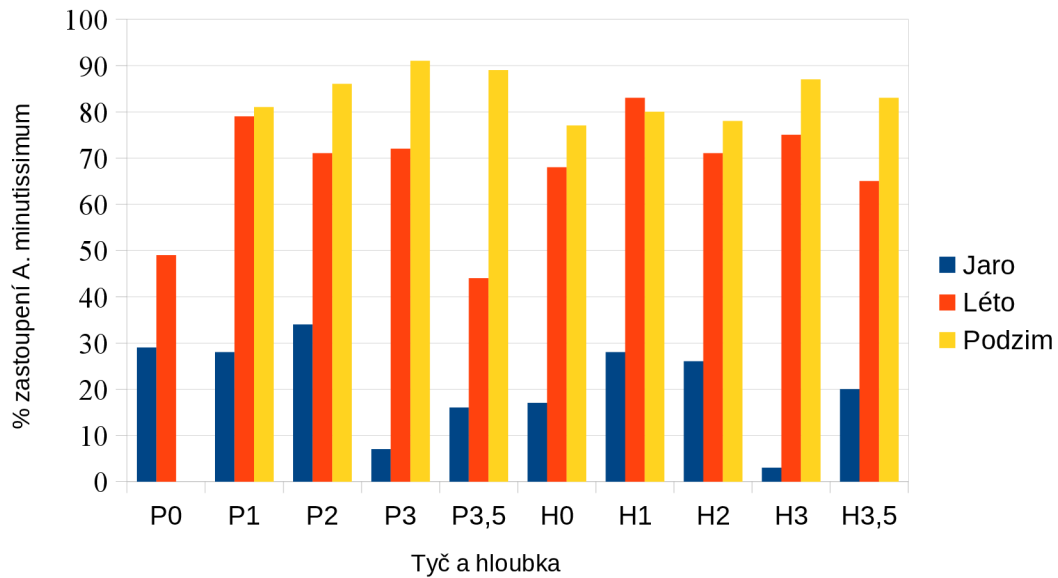
### 3.9 Sezónní sukcese dominantních druhů

U dominantních druhů bylo možné sledovat sezónní sukcesi a vertikální stratifikaci.

#### 3.9.1 *Achnantheidium minutissimum*

V průběhu sezóny se procentuální zastoupení *Achnantheidium minutissimum* zvyšovalo, nejnižší zastoupení měl tento druh na jaře, nejvyšší na podzim (Graf 5). Jediný zaznamenaný pokles mezi letním a podzimním odběrem byl na tyči H v hloubce 1 m.

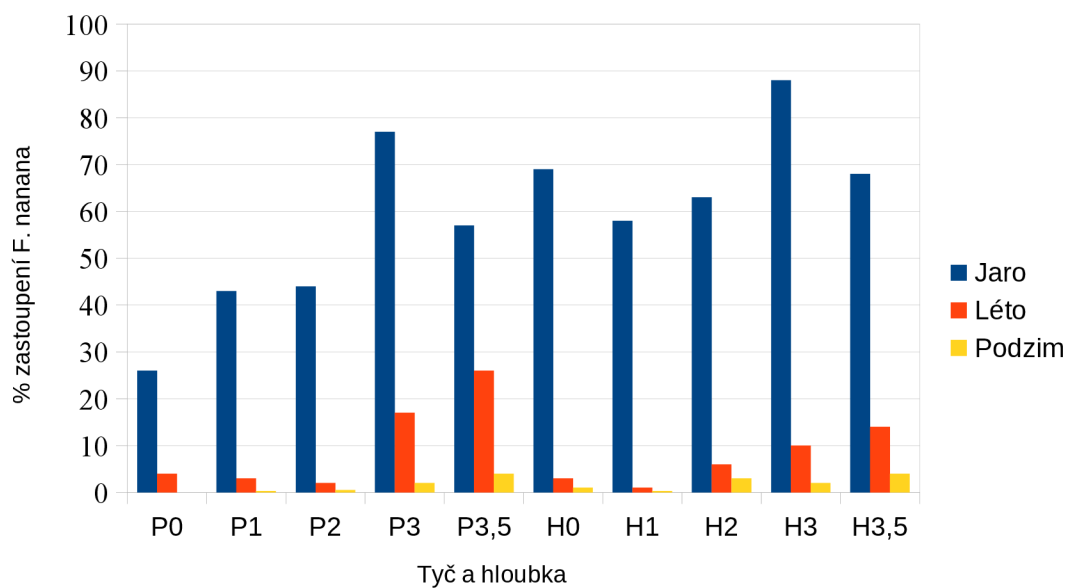
Graf 5: Procentuální zastoupení *Achnantheidium minutissimum* na tyči P a H ze všech pozorovaných hloubek a všech třech odběrových dnů



### 3.9.2 *Fragilaria nanana*

Největší dominanci při jarním odběru měl druh *Fragilaria nanana* (Graf 6). Během letního a podzimního odběru byl tento druh vytlačován jinými druhy a to zejména v nižších hloubkách.

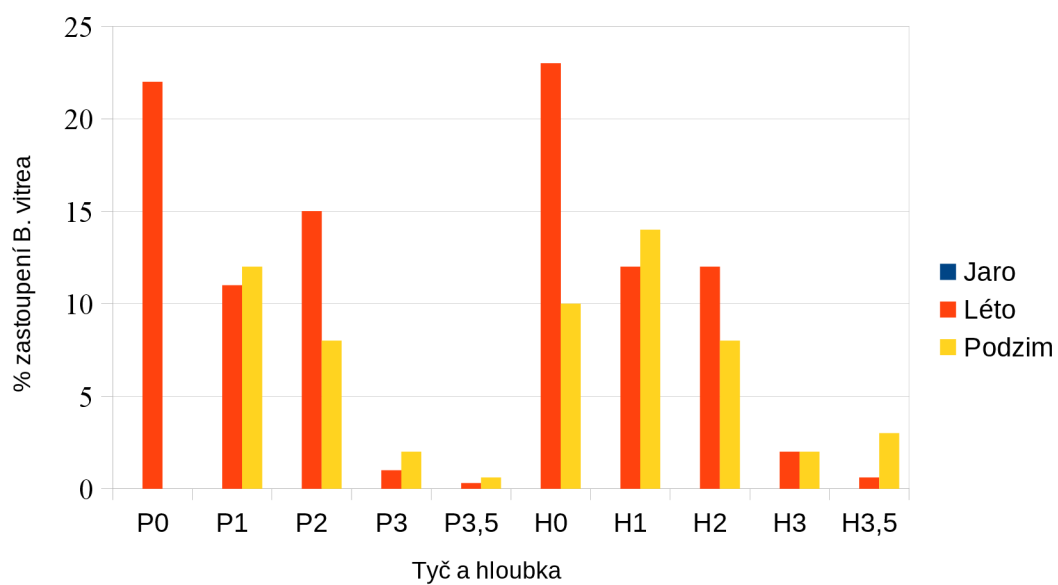
Graf 6: Procentuální zastoupení *Fragilaria nanana* na tyči P a H ze všech pozorovaných hloubek a všech třech odběrových dnů



### 3.9.3 *Brachysira vitrea*

Druh *Brachysira vitrea* se objevuje až ve vzorcích letního odběru (Graf 7). Má výrazné zastoupení v nižších hloubkách, s rostoucí hloubkou jeho zastoupení klesá a to jak při letním, tak podzimním odběru.

Graf 7: Procentuální zastoupení *Brachysira vitrea* na tyči P a H ze všech pozorovaných hloubek a všech třech odběrových dnů



## 4. Diskuze

Ve výzkumu provedeném v roce 2022 v Harcovské přehradě bylo identifikováno celkem 82 druhů rozsivek, z nichž 20 bylo přítomno s relativní hojností větší než 1 % alespoň v jednom ze vzorků. Ve vzorcích bylo objeveno 35 rodů rozsivek, nejvíce byl zastoupen rod *Gomphonema* a to v počtu 11 druhů, následován rodem *Nitzschia* s počtem 7 druhů. Nejvíce zastoupeným druhem, vyskytujícím se ve všech vzorcích, byl druh *Achnanthydium minutissimum*.

Celkem 9 druhů z 30 identifikovaných v jarním odběru nebylo dále nalezeno v preparátech červencového odběru, žádný z nich však ve vzorcích květnových nebyl nijak výrazně zastoupen. Až 37 druhů identifikovaných v červencovém odběru nebylo nalezeno v preparátech květnového odběru, zajímavostí může být, že se v květnu v preparátech nevyskytoval druh *Brachysira vitrea*, který byl v červencových odběrech poměrně výrazně zastoupen. I v podzimním období byly objeveny rozsivky, které nebyly identifikovány během předchozích odběrů, bylo jich 17 druhů. Skladba identifikovaných druhů se postupně měnila.

Problematice vertikální stratifikace se příliš prací nevěnuje, proto existuje pouze malé množství literatury, které lze použít ke srovnání výsledků. Pro porovnání zjištěných výsledků bylo využito výzkumu provedeného v Portugalsku na jezeře Alqueva v roce 2014 (Novais et al. 2019). Stejně jako v případě výzkumu na jezeře Alqueva ani na přehradě Harcov nebyl pozorován rozdíl v zastoupení dominantních druhů mezi odběrnými místy (tyč P a H). Objevily se rozdíly v zastoupení druhů ve vertikální stratifikaci, stejně jako tomu bylo u výzkumu Novais et al. (2019). Ve vzorcích z Harcovské přehrady bylo možné pozorovat postupné vytlačování *Fragilaria nanana* druhem *Brachysira vitrea*, což pravděpodobně souviselo i se sezónní dynamikou, neboť druh *Brachysira vitrea* se výrazně objevuje až v letním odběru. Vytlačení *Fragilaria nanana* druhem *Brachysira vitrea* se projevilo v hloubkách do 3 metrů, od této hloubky fenomén pozorován nebyl, druh *Brachysira vitrea* měl ve větších hloubkách poměrně malé zastoupení. Stejně bylo pozorování i pro podzimní odběr, také zde se vyskytoval v menších hloubkách více druh *Brachysira vitrea*, ve větších *Fragilaria nanana*, nicméně oba tyto druhy byly zastíněny obrovskou dominancí druhu *Achnanthydium minutissimum*, který dominoval ještě více než tomu bylo v případě letního odběru. Druh *Achnanthydium minutissimum* patřil mezi dominanty i v případě výzkumu Novais et al.



(2019), kde se vyskytoval v 92,9 % vzorků, v přehradě Harcov to bylo 100 % vzorků. Vliv na vertikální stratifikaci může mít různá intenzita světla, rozdílná teplota mezi hloubkami a také různé hodnoty pH. Tyto hodnoty však pro rozdílné hloubky nebyly měřeny.

Projevila se také sezónní dynamika, v zastoupení jednotlivých druhů rozsivek, která nebyla pozorována v portugalském výzkumu. A to převážně mezi jarním a letním odběrem. V jarním odběru dominoval druh *Fragilaria nanana*, následován *Achnantheidium minutissimum*. V letním odběru výrazně dominoval druh *Achnantheidium minutissimum*, následován *Brachysira vitrea*, respektive *Fragilaria nanana*. Dominance *Achnantheidium minutissimum* pokračovala i během podzimního odběru, opět byl druh následován *Brachysira vitrea*, respektive *Fragilaria nanana*.

V porovnání s portugalským výzkumem se může zdát, že celkový počet identifikovaných rozsivek a tyčích P a H na Harcově byl nízký (82 druhů), protože ve vzorcích z jezera Alqueva bylo identifikováno celkem 237 druhů. Větší počet druhů identifikovaných ve výzkumu Novais et al. (2019) mohl být způsobem větším množstvím vzorků a také možností odebrat vzorky z větších hloubek, než tomu bylo v případě výzkumu na Harcovské přehradě. Zajímavostí je, že se příliš nelišil počet identifikovaných rodů. Pro Hracovskou přehradu to bylo 35 rodů, pro jezero Alqueva 37 rodů rozsivek.

Mezi rozsivkami byly identifikovány i planktonní druhy (např. *Asterioella formosa*, *Fragilaria crotonensis* či *Cyclotella balatonis*), jejich zastoupení rostlo s nárůstem nárůstu, více se planktonní druhy vyskytovaly v letním, respektive podzimním odběru, než tomu bylo v odběru jarním. To mohlo být způsobeno větším zachytem planktonních druhů v nárůstu díky jeho zrání a zvětšování se a také větším výskytem těchto druhů v planktonu v pozdějších odběrech. Druhé tvrzení je možné podložit postupným nárůstem výskytu druhu *Fragilaria crotonensis* v odběrech prováděných pro identifikaci planktonních druhů kolegou Jakubem Mravcem.

Protože nárůsty nejsou tvořeny pouze rozsivkami, byly pozorovány také živé preparáty. V těchto byla provedena základní determinace řas a sinic, ve vzorcích byly přítomny také bakterie, houby a prvoci. Tyto organismy však nebyly určovány.

## 5. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo vyhodnotit výskyt druhů rozsivek v různých hloubkách Harcovské přehrady a odhalit zda se liší zastoupení druhů v jednotlivých hloubkách. Dále bylo důležité věnovat pozornost sezónní dynamice a porovnat rozdíly v druhovém složení rozsivkových nárostů. Jedním z úkolů bylo také zhodnotit výskyt planktonních druhů v nárostu. Těchto cílů mohlo být dosaženo díky osvojení si determinace bentických sinic a řas s důrazem na rozsivky.

Bezpodmínečně, k vytvoření této práce, musely být splněny cíle zahrnující seznámení s hydrobiologickou tematikou, ovládnutí metodiky odběru vzorků a metodiky zpracování vzorků. Také bylo nutné věnovat se mikroskopickému pozorování vzorků. Neméně důležité bylo vyzkoušet si měření fyzikálně-chemických parametrů vody.

Přehrada Harcov byla na podzim roku 2022 vypuštěna a v současné chvíli prochází rekonstrukcí, zajímavé by tedy mohlo být výzkum zopakovat po ukončení stavebních prací a opětovném napuštění přehrad, které je plánováno na rok 2025. Součástí opakovaného výzkumu by bylo porovnání získaných výsledků.

Tento výzkum potvrzuje domněnku, že rozsivky vykazují sezónní dynamiku a vertikální stratifikaci. Druhové složení mezi dvěma odběrovými místy se pro dominantní druhy nelišilo. Celkem bylo během výzkumu identifikováno 82 druhů rozsivek z 35 rodů. Nejvíce zastoupeným rodem byl rod *Gomphonema*, nejvíce zastoupeným druhem pak *Achnanthydium minutissimum*.

## Seznam použité literatury

ADL, Sina M., David BASS, Christopher E. LANE, Julius LUKEŠ, Conrad L. SCHOCH, Alexey SMIRNOV, Sabine AGATHA, Cedric BERNEY, Matthew W. BROWN, Fabien BURKI, Paco CÁRDENAS, Ivan ČEPIČKA, Lyudmila CHISTYAKOVA, Javier DEL CAMPO, Micah DUNTHORN, Bente EDVARSEN, Yana EGLIT, Laure GUILLOU, Vladimír HAMPL, Aaron A. HEISS, Mona HOPPENRATH, Timothy Y. JAMES, Anna KARNKOWSKA, Sergey KARPOV, Eunsoo KIM, Martin KOLISKO, Alexander KUDRYAVTSEV, Daniel J.G. LAHR, Enrique LARA, Line LE GALL, Denis H. LYNN, David G. MANN, Ramon MASSANA, Edward A.D. MITCHELL, Christine MORROW, Jong Soo PARK, Jan W. PAWLOWSKI, Martha J. POWELL, Daniel J. RICHTER, Sonja RUECKERT, Lora SHADWICK, Satoshi SHIMANO, Frederick W. SPIEGEL, Guifré TORRUELLA, Noha YOUSSEF, Vasily ZLATOGURSKY a Qianqian ZHANG, 2019. Revisions to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology* [online]. **66**(1), 4–119. ISSN 1550-7408. Dostupné z: doi:10.1111/jeu.12691

ADL, Sina M., Alastair G. B. SIMPSON, Mark A. FARMER, Robert A. ANDERSEN, O. Roger ANDERSON, John R. BARTA, Samuel S. BOWSER, Guy BRUGEROLLE, Robert A. FENSOME, Suzanne FREDERICQ, Timothy Y. JAMES, Sergei KARPOV, Paul KUGRENS, John KRUG, Christopher E. LANE, Louise A. LEWIS, Jean LODGE, Denis H. LYNN, David G. MANN, Richard M. MCCOURT, Leonel MENDOZA, Øjvind MOESTRUP, Sharon E. MOZLEY-STANDRIDGE, Thomas A. NERAD, Carol A. SHEARER, Alexey V. SMIRNOV, Frederick W. SPIEGEL a Max F. J. R. TAYLOR, 2005. The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology* [online]. **52**(5), 399–451. ISSN 1550-7408. Dostupné z: doi:10.1111/j.1550-7408.2005.00053.x

ALVERSON, Andrew, 2014. The Air You're Breathing? A Diatom Made That. *livescience.com* [online] [vid. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.livescience.com/46250-teasing-apart-the-diatom-genome.html>

BEŠTA, Tomáš, 2007. *Rozsivková analýza sedimentů zaniklého jezera Velanská cesta*. České Budějovice. Jihočeská univerzita.

D'MELLO, Yannick, Santiago BERNAL, James SKORIC, Dan PETRESCU, Mark ANDREWS a David V. PLANT, 2019. Photonic Crystal Behavior of *Nitzschia Filiformis* Phytoplankton for Chlorophyll A Photosynthesis. In: *CLEO: Applications and Technology: Conference on Lasers and Electro-Optics (2019), paper JW2A.121* [online]. B.m.: Optica Publishing Group, s. JW2A.121 [vid. 2023-04-21]. Dostupné z: doi:10.1364/CLEO\_AT.2019.JW2A.121

FOGG, STEWART, FAY a WALSBY, 1973. *The blue-green algae*. London, New York: Academic Press - London and New York. ISBN 0-12-261650-2.

HOLT, Emily A. a Scott W. MILLER, 2011. Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts | Learn Science at Scitable. *The Nature Education* [online] [vid. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310/>

JURÁŇ, Josef a Jan KAŠTOVSKÝ, 2016. Nový pohled na systém řas a jak ho učit? *Živa*. **2016**(6), 299–301.

KALINA, Tomáš a Jiří VÁŇA, 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN 80-246-1036-1.

KAŠTOVSKÝ, J., T. HAUER, R. GERIŠ, B. CHATTOVÁ, J. JURÁŇ, O. LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, P. PITELKOVÁ, M. PUSZTAI, P. ŠKALOUD, J. ŠŤASTNÝ, K. ČAPKOVÁ, M. BOHUNICKÁ a R. MÜHLSTEINOVÁ, 2018a. *Atlas sinic a řas ČR 1*. Praha: powerprint. ISBN 978-80-7568-071-6.

KAŠTOVSKÝ, J., T. HAUER, R. GERIŠ, B. CHATTOVÁ, J. JURÁŇ, O. LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, P. PITELKOVÁ, M. PUSZTAI, P. ŠKALOUD, J. ŠŤASTNÝ, K. ČAPKOVÁ, M. BOHUNICKÁ a R. MÜHLSTEINOVÁ, 2018b. *Atlas sinic a řas ČR 2*. Praha: powerprint. ISBN 978-80-7568-125-6.

KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš HAUER, Josef JURÁŇ a Jaroslav KUBÍN, 2022. *Sinice a řasy.cz - Cyanobacteria* [online] [vid. 2023-02-06]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz/skripta/fykologie/cyanobacteria>

KAŠTOVSKÝ, Jan, Tomáš HAUER, Jaroslav KUBÍN a Josef JURÁŇ, [b.r.]. *Sinice a řasy.cz - Bacillariophyceae*. *Sinice a řasy* [online] [vid. 2022-09-17]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz/skripta/fykologie/ochrophyta/bacillariophyceae>

KOPÁČEK, Jiří, Josef HEJZLAR a Martin RULÍK, 2020. *Voda na Zemi*. České Budějovice: Nakladatelství Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-834-4.

KRAMMER, Kurt a Horst LANGE-BERTALOT, 2008. *Bacillariophyceae Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. B.m.: Spektrum Akademischer Verlag. ISBN 3-8274-1987-5.

KUBÍN, Jaroslav, 2022. *Sinice a řasy.cz - Bentos, perifyton, metafyton* [online] [vid. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://www.sinicearasy.cz/skripta/ekologie-sinic-a-řas/bentos-perifyton-metafyton>

LANGE-BERTALOT, Horst, 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe*. B.m.: Koeltz Botanical Books. ISBN 978-3-946583-06-6.

LEE, Robert Edward, 2018. *Phycology*. Fifth edition. New York: Cambridge University Press. ISBN 978-1-107-55565-5.

MACHÁČEK, Tomáš, 2016. Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii. *Živa*. **2016**(1), 27–30.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, 2022. *Surface Water* | *National Geographic Society* [online] [vid. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://education.nationalgeographic.org/resource/surface-water>

NOVAIS, Maria Helena, Alexandra Marchã PENHA, Eduardo A. MORALES, Miguel POTES, Rui SALGADO a Manuela MORAIS, 2019. Vertical distribution of benthic diatoms in a large reservoir (Alqueva, Southern Portugal) during thermal stratification. *Science of The Total Environment* [online]. **659**, 1242–1255. ISSN 0048-9697. Dostupné z: [doi:10.1016/j.scitotenv.2018.12.251](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.251)

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

POVODÍ LABE, S.P., 2007. *Přehrada Harcov* [online] [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: [https://web.archive.org/web/20070315043805/http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/prehrada\\_harcov.htm](https://web.archive.org/web/20070315043805/http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/prehrada_harcov.htm)

ROUND, CRAWFORD a MANN, 1990. *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. New York: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-71469-3.

RULÍK, Martin, 2012. Mikrobiální biofilmy 2. Vodní prostředí. *Živa*. **2012**(5), 220–223.

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2007. *Jana Říhová Ambrožová: Encyklopedie hydrobiologie* [online] [vid. 2022-09-17]. Dostupné z: [https://e-learning.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/ebook.html?p=R007](https://e-learning.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=R007)

SUKOP, Ivo, 2006. *Ekologie vodního prostředí*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-923-8.

VIDYASAGAR, Aparna, 2016. What Are Algae? *livescience.com* [online] [vid. 2022-10-12]. Dostupné z: <https://www.livescience.com/54979-what-are-algae.html>

ZAJIC, J. E. a Y. S. CHIU, 1970. Heterotrophic Culture of Algae. In: J. E. ZAJIC, ed. *Properties and Products of Algae: Proceedings of the Symposium on the Culture of Algae sponsored by the Division of Microbial Chemistry and Technology of the American Chemical Society, held in New York City, September 7–12, 1969* [online]. Boston, MA: Springer US, s. 1–47 [vid. 2023-02-15]. ISBN 978-1-4684-1824-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4684-1824-8\_1

ZNACHOR, Petr, 2008. Rozsivky – podivuhodné řasy v krabičce. *Živa*. **2008**(1), 10–11.

# **Seznam příloh**

Obrazová příloha k bakalářské práci