

Fakulta životního prostředí ČZU v Praze

Katedra Ekologie  
Obor: Aplikovaná ekologie

**Bakalářská práce**

Martina Plecítá



Česká zemědělská Univerzita  
Fakulta životního prostředí

# Fytobentos hlavních toků oblasti Vltavského luhu v NP Šumava

Martina Plecítá

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

Praha 2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martina Plecítá

Environmentální vědy  
Aplikovaná ekologie

Název práce

**Fytobentos hlavních toků oblasti Vltavského luhu v NP Šumava**

Název anglicky

**Phytobenthos of the main streams in Vltava floodplain area, Sumava National Park**

---

### Cíle práce

Provést kvalitativní průzkum aktuálního složení fyto-bentických společenstev v říčním systému oblasti Vltavského luhu, se zaměřením na rozsivky.

### Metodika

1) Provedení 4 odběrů fyto-bentosu v různých fázích vegetační sezóny 2019 na 6 profilech hlavních toků Vltavského luhu, celkem 24 vzorků.

Profily: Teplá Vltava nad Řasnicí, Řasnice, Teplá Vltava-Dobrá, Teplá Vltava- Chlum, Studená Vltaviana nad Hučínou, Vltava-Ovesná.

Termíny odběrů: duben, červen, srpen, říjen

2) Zaznamenání přítomnosti hlavních taxonomických skupin řas v živém vzorku bezprostředně po odběru, za použití mikroskopu.

3) zhotovení celkem 24 trvalých preparátů rozsivek z odebraných vzorků, metodou chemické oxidace a zalití do umělé pryskyřice pleuraxu.

4) determinace rozsivek v preparátech, semikvantitativní stanovení zastoupení jejich dominantních taxonů

5) vyhodnocení složení rozsivkových společenstev ve vztahu k sezonalitě, k chemickým parametrům vody měřeným spolupracující organizací (VUV T.G.M., v.v.i.) a k biotopu perlorodky říční.

## Doporučený rozsah práce

30 stran

## Klíčová slova

fyto bentos, rozsivky, Vltava, Teplá Vltava, Vltavský luh

---

## Doporučené zdroje informací

- Hindák, F. (ed.) (1978) : Sladkovodné riasy. – SPN Bratislava, 724 pp.
- Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1986): Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, 876 p.
- Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1988): Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2, Gustav Fischer Verlag, 596 p.
- Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1991): Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3, Gustav Fischer Verlag, 576 p.
- Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1991): Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navinula (Lineolateae) und Gomphonema.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4, Gustav Fischer Verlag, 436 p.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

## Vedoucí práce

Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2021

**prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2021

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 07. 03. 2022

## **Abstrakt:**

Ve své práci jsem se věnovala kvalitativnímu složení fyto-bentických rozsivek v oblasti Vltavského luhu v NP Šumava, kde se nachází biotop chráněné perlorodky říční.

Cílem práce bylo zhodnocení aktuálního složení společenstev rozsivek v různých fázích vegetační sezóny roku 2019 a vyhodnocení jejich změn ve vztahu k fyz-chem faktorům a k sezonalitě.

Pomocí trvalých preparátů jsem následně provedla determinaci za použití doporučené literatury.

### **Klíčová slova:**

Fytobentos, rozsivky, Vltava, Vltavský luh, Teplá Vltava

## **Abstract:**

In my bachelor thesis, I focused on the qualitative composition of phytobentic diatoms in the Vltava floodplain area in the Sumava National Park, where the habitat of the protected *Margaritifera margaritifera* is located.

The aim of the work was to evaluate the current composition of diatom communities in different phases of the vegetation season of 2019 and to evaluate their changes in relation to physical factors and seasonality.

By making permanent preparations, I subsequently performed the determination of diatoms using the recommended literature.

### **Keywords:**

Phytobenthos, diatoms, Vltava, Vltava floodplain area, Warm Vltava.

## Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala v první řadě svému vedoucímu práce Mgr. Michalovi Bílému, Ph.D. za cenné rady, ať už se jedná o metodiku odběru vzorků v terénu a také jejich samotné zpracování, nebo o poskytnutí hodnotných zdrojů informací, ale také za jeho trpělivost a zpětnou vazbu při psaní této práce.

Dále bych ráda poděkovala celému týmu RNDr. Zuzany Hořické, Ph.D., z Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, jmenovitě pak Vojtěchovi Mrázkovi, Mgr. Anně Kladivové a už zmiňované RNDr. Zuzaně Hořické, Ph.D., že mě nejednou přizvali na své cesty do NP Šumava a že mi ukázali výzkumnou práci v terénu v praxi. Rovněž mi poskytli podklady pro mou práci.

## Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svojí bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Michala Bílého, Ph.D., s využitím dostupných zdrojů a publikací, které jsou v práci citovány.

V Praze dne:

---

Martina Plecítá

# Obsah

<b>1. Úvod:</b>	<b>1</b>
<b>2. Cíle práce</b>	<b>1</b>
<b>3. Teoretická část – Literární rešerše</b>	<b>2</b>
I. Řasy (Algae)	2
II. Význam řas	3
III. Rozsivky (Bacillariophyceae)	4
IV. Životní cyklus a dělení rozsivek	5
V. Ekologie rozsivek	6
• Fytoplankton:	7
• Fytobentos:	7
VI. Význam rozsivek pro bioindikaci	8
• Nejvýznamnější rody rozsivek z hlediska biomonitoringu	8
VII. Faktory ovlivňující bentické rozsivky	10
• Světlo	10
• Křemík	11
• Fosfor (P) a dusík (N) a důsledky eutrofizace	11
• Teplota	11
• Kyslík	12
• Konduktivita	12
• Koncentrace vodíkových iontů – pH	12
<b>4. Metodika</b>	<b>14</b>
I. Charakteristika území – Vltavský luh	14
II. Odběr vzorků	15
• Vytyčení odběrových profilů	15
• Metodika odběru	15
III. Zpracování vzorků	20
IV. Zhotovení trvalých preparátů dle (ČSN EN 13946, 2003)	20
• Odstranění organického materiálu oxidací	20
• Promytí a zahuštění vzorků	21



•	Zhotovení trvalých preparátů	22
<b>V.</b>	<b>Prohlížení a determinace vzorků</b>	<b>22</b>
<b>VI.</b>	<b>Použité názvosloví</b>	<b>23</b>
<b>5.</b>	<b>Praktická část – Výsledky</b>	<b>24</b>
<b>I.</b>	<b>Fyzikálně-chemické parametry vody</b>	<b>24</b>
•	Teplota	24
•	Konduktivita	24
•	Hodnota pH	25
<b>II.</b>	<b>Výsledky pozorování nativních preparátů</b>	<b>26</b>
<b>III.</b>	<b>Výsledky z determinace rozsivek</b>	<b>26</b>
•	1. Jarní odběr (období 10.-12. duben 2019)	28
•	2. Odběr před nástupem léta (14.-15. červen 2019)	29
•	3. Letní odběr (26.-27. srpen 2019)	29
•	4. Podzimní odběr (16.-17. říjen 2019)	30
<b>IV.</b>	<b>Porovnání profilu Pěkná a Ovesná</b>	<b>31</b>
<b>V.</b>	<b>Počty nalezených taxonů</b>	<b>31</b>
<b>VI.</b>	<b>Výskyt dominantních taxonů</b>	<b>32</b>
<b>6.</b>	<b>Diskuse</b>	<b>34</b>
<b>I.</b>	<b>Fyzikálně – chemické parametry</b>	<b>34</b>
<b>II.</b>	<b>Zhodnocení výskytu rozsivek</b>	<b>34</b>
<b>III.</b>	<b>Výskyt dominantních druhů v průběhu sezony</b>	<b>35</b>
<b>7.</b>	<b>Závěr</b>	<b>36</b>
<b>8.</b>	<b>Přílohy</b>	<b>37</b>
•	1. odběr – duben 2019	37
•	2. odběr – červen 2019	39
•	3. odběr – srpen 2019	41
•	4. odběr – říjen 2019	43
•	Protokol k nativním preparátům	48
<b>9.</b>	<b>Seznam tabulek</b>	<b>49</b>
<b>10.</b>	<b>Seznam obrázků</b>	<b>49</b>



## **1. Úvod:**

V bakalářské práci se věnuji hlavním taxonomickým skupinám řas se zaměřením na rozsivky v biotopu perlorodky říční ve Vltavském luhu v NP Šumava. Tento mlž, který má vysoké nároky na obsah živin je zde předmětem ochrany jako vlajkový druh, protože je to živočich s vazbou na další rostlinné a živočišné druhy oligotrofních vod. Snaha obnovit, nebo zachovat biotop tohoto druhu tak přispívá k ochraně dalších ohrožených druhů a ke komplexní ochraně celého habitatu.

Aby mohly perlorodky žít v oligotrofních, tj. potravně chudých vodách, jsou pro ně životně důležité nenarušené procesy přeměny organické hmoty v povodí a také prostupné a kyslíkem dobře zásobené dno potoka či řeky (AOPK, 2013). Z tohoto důvodu jsem se v práci zaměřila na rozsivková společenstva v Teplé Vltavě, která jsou schopna indikovat změny ve vodním prostředí, což může být podnětem pro posuzování kvality životních podmínek chráněných druhů.

Složení rozsivek pak bylo zhodnoceno z hlediska sezónní variability a také z hlediska fyz-chem. faktorů.

## **2. Cíle práce**

Kvalitativní průzkum aktuálního složení fyto-bentických společenstev v říčním systému oblasti Vltavského luhu, se zaměřením na rozsivky.

Ráda bych tuto práci brala jako odrazový můstek pro hlubší kvantitativní průzkum této oblasti s vazbou na rozsivky a jejich indikační schopnosti.

### 3. Teoretická část – Literární řešerše

#### I. Řasy (Algae)

Řasy jsou eukaryotické organismy, jejichž zařazení do systému organismů je značně složité. Starší návrhy řadily řasy tradičně k rostlinné říši, díky společné schopnosti s rostlinami, a tou je fotosyntéza. Ve skutečnosti jsou řasy seskupením nepříbuzných skupin organismů a jen některé z nich jsou blízké rostlinám (BENNETT, 2008). Díky novým metodám založených na srovnávání sekvencí nukleotidů v molekule DNA a s ohledem na fylogenezi, lze řasy zařadit do čtyř říší (BALDAUF, a další, 2000). (Tabulka 1).

Skupinou zcela odlišnou z pohledu systematické biologie jsou cyanobakterie-sinice. V současném pojetí spadají do domény prokaryota a jsou tedy příbuzné spíše s bakteriemi. Řasy jsou vývojově o polovinu mladší než sinice, asi 1,5 miliardy let (OLIVOVÁ, 2016).

Tabulka 1: zařazení řas do systému organismů (barevně zvýrazněné zařazení rozsivek) (BALDAUF, a další, 2000)

Doména	Říše	Kmen
Eukarya	Archeplastida	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rodophyta (ruduchy)</li><li>• Chlorophyta (zelené řasy)</li><li>• Glaukophyta</li></ul>
	<u>Chromalveolata</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Chromophyta</u></li><li>• Dinophyta (obrněnky)</li><li>• Cryptophyta (skrytěnky)</li><li>• Haptophyta</li></ul>
	Rhizaria	<ul style="list-style-type: none"><li>• Chlorarachniophyta</li></ul>
	Excavata	<ul style="list-style-type: none"><li>• Euglenophyta (krásnoočka)</li></ul>

Řasy jsou převážně fotoautotrofní organismy s jednobuněčnou nebo mnohobuněčnou stélkou. Některé druhy se mohou vyživovat nejen fotoautotrofně, ale i heterotrofně a kombinují oba způsoby výživy jako tzv. mixotrofové. V případě čisté heterotrofie (např. někteří zástupci kmene Euglenophyta) pozorujeme úplnou absenci plastidů (HAUSMANN, a další, 1996).

Skupiny řas, které jsou schopné provádět oxygenní fotosyntézu ovšem plastidy mají a obsahují fotosyntetická barviva, z nichž nejdůležitější je chlorofyl. Chlorofyl je zelené barvivo, které je uloženo v tylakoidech. Vyskytuje se ve čtyřech formách označených jako chlorofyl *a*, chlorofyl *b*, chlorofyl *c* a chlorofyl *d* (KALINA, a další, 2005). Hlavním fotosyntetickým barvivem je chlorofyl *a*. U sinic často bývá jediným chlorofylem a je společným všem skupinám řas.

Barva řas je dána různými pigmenty-podle jejich složení také taxonomicky řasy rozlišujeme. Kromě chlorofylů jsou další důležitá barviva žlutooranžové nebo žluté karotenoidy, karoteny a xantofyly. Tato barviva jsou důležitá především pro zachycení světelného záření v širší spektrální oblasti než chlorofyly. Řasy tak získají více fotonů pro fotosyntézu.

## II. Význam řas

Řasy jsou v mnoha ekosystémech (např.: v polárních oblastech) hlavními, nebo jedinými primárními producenty (ELSTER, a další, 2004) Představují velmi důležitou složku potravního řetězce a jako primární producenti se výraznou měrou podílejí na tvorbě organické hmoty ve vodním prostředí. Sinice (cyanobacterie) a řasy jsou nejstarší organismy na Zemi (3,4-3,5 mld. let). Společně se výraznou měrou podílely na tvorbě naší atmosféry, pomocí procesů fotosyntézy, respirace a redukce. Uvádí se, že se na tvorbě kyslíku podílejí až 70 % procenty. (KAŠTOVSKÝ, a další, 2016). Celý proces produkce kyslíku začal přibližně před třemi miliardami let, kdy docházelo k pozvolnému zvyšování jeho koncentrace v atmosféře, díky fotosyntéze. Naopak kvůli procesům respirace a redukce, z dlouhodobého hlediska nedocházelo k výraznému růstu atmosférické koncentrace kyslíku. Tato stagnace byla dána především rovnovážným stavem mezi produkcí a spotřebou kyslíku. To sehrálo velmi důležitou roli i pro koloběh uhlíku v přírodě.

Oxid uhličitý je hlavní látkou pro syntézu polysacharidů při fotosyntéze. Koncentrace a dostupnost oxidu uhličitého je klíčovým momentem v produkci kyslíku a v syntéze uhlikatých sloučenin. Uchování kyslíku v atmosféře je přímo závislé na eliminaci uhlíku z aerobního prostředí dříve, než dojde ke spotřebě kyslíku na jeho oxidaci (KALINA, a další, 2005). V době před 500 miliony let, byla koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře téměř 5 %. To bylo prokázáno četnými paleoklimatologickými studiemi. Od té doby začala koncentrace klesat až na současný stav 0,03-0,04 %. Pokles koncentrace je spojen hlavně s rozvojem lesních porostů, které oxid uhličitý eliminovaly při fotosyntéze.

Řasy mohou být i producentem řady látek, které mají negativní dopad na životní prostředí a mohou být i nebezpečné pro člověka – toxinů. Nadměrná produkce těchto látek (především sinicemi) je spjata s nadměrným přísunem živin tzv. eutrofizací. Příčinou je současný způsob zemědělství, zatížení odpadními vodami z průmyslu i měst aj. Důsledkem je vysoká nadprodukce biomasy, tedy zvýšený růst sinic a řas. Zvýšená produkce se projevuje např. vegetačním zabarvením vody, zápachem pitné vody a vznikem nárostů na hrázích, stavebách a památkách, kde dochází k narušení povrchu agresivní kyselinou uhličitou, která vzniká při respiraci (ZATLOUKALOVÁ, 2010).

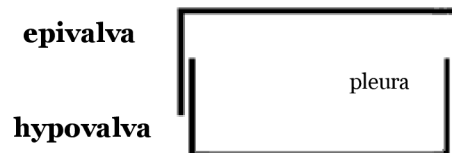
Řasy a sinice se vyskytují všude tam, kde dopadá sluneční záření. Nalezneme je ale i na místech, kde je světla nedostatek, jako jsou jeskyně, hyporeál, podzemní a jiná vlhká místa. Tato vlastnost je dána především různými adaptacemi v oblasti výživy řas a tou je výše zmíněná heterotrofie a mixotrofie. Tím se vyznačují především bičíkovci, obrněnky, skrytěnky a krásnoočka. Sinice jsou značně tolerantní k nedostatku světla díky své schopnosti chromatické adaptace (KALINA, 1994).

Převážně jsou řasy a sinice vázány na vodní prostředí, kde můžeme s jistotou říct, že je jejich nejvyšší diverzita. Přesto osídlují i různá terestrická stanoviště a v neposlední řadě se hojně vyskytují i ve vzduchu, pak hovoříme o aerofytech a nejvíce jsou zastoupeny v tropech, kde je vysoká vlhkost vzduchu. Počet jejich druhů roste s rostoucí vlhkostí stanoviště (POULÍČKOVÁ, 2011). Dále osídlují vysokohorská pole a ledovce. Řasy a sinice také vstupují do symbiózy s houbami, rostlinami i živočichy.

### III. Rozsivky (*Bacillariophyceae*)

Rozsivky lze dle současného pojetí, zařadit do rozsáhlého kmene Chromophyta (BALDAUF, a další, 2000). Jde o skupinu převážně fotoautotrofních řas, kde jednotlivé třídy mají značné morfologické rozdíly. Příbuznost tříd nacházíme až na mikroskopické úrovni a v biochemických vlastnostech. Mezi společné znaky lze uvést dva heterokontní bičíky, z nichž jeden bývá delší a slouží k pohybu, druhý bičík nese fotoreceptory a mnohdy je značně redukovaný. Bičíky jsou společné celému oddělení a vyskytují se u většiny druhů (s výjimkou penátních rozsivek) alespoň v některé z vývojových fází života. Dalším znakem jsou plastidy, které mají čtyři membrány, neboť vznikly sekundární endosymbiózou. Fotosyntetická barviva zde jsou chlorofyly *a* a *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub>, nebo *c*<sub>3</sub>. Dalším barvivem je fukoxanthin, který napomáhá využití energie světla o jiných vlnových délkách, než absorbují samotné chlorofyly.

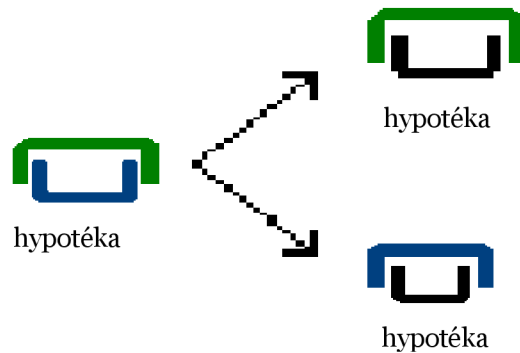
Rozsivky jsou jednobuněčné řasy žijící samostatně, nebo v koloniích. Jejich buňka je vždy uzavřená do schránky (*Obrázek 1*). Schránka je tvořena vodnatým polymerem oxidu křemičitého, který je blízký opálu a nazývá se frustula. Ta se skládá ze dvou, téměř stejně velkých částí, ték. Spodní, menší část je hypotéka a vrchní, větší část, epitéka. Nasedají na sebe jako dno a víko krabičky (KALINA, a další, 2005). Téky jsou složeny ze dna, valvy a jejího okraje, pleury (*Obrázek 1*). Podle struktury valvy se rozsivky určují a dělí se na centrické, kde je tvar schránky kulatý, popřípadě paprscitě symetrický, a na penátní, kde jsou schránky podlouhlé a podélně symetrické. Schránka má tedy buď paprscitou, nebo bilaterální symetrii (KALINA, a další, 2005) Buňky některých druhů rozsivek produkují navíc sliz, pomocí něhož se pevně přichycují k podkladu a který také pomáhá držet kolonie pohromadě (ZNACHOR, 2008).



*Obrázek 1: schéma schránky rozsivek, upraveno podle: user:Karakal (original JPG) dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozsivky#/media/Soubor:Diatom\\_scheme.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozsivky#/media/Soubor:Diatom_scheme.svg)*

#### IV. Životní cyklus a dělení rozsivek

U rozsivek probíhá jak pohlavní rozmnožování, tak nepohlavní dělení buněk. Při něm dochází k mírnému oddálení obou ték a následně si dceřiné buňky ponechají jednu část (epivalvu) z původní buňky a druhou menší část, hypoalvu, dotvoří (*Obrázek 2*). Při takovém dělení, vždy dochází ke zmenšování buněk až do kritické velikosti, kdy je ještě možné dosáhnout pohlavní zralosti. Pokud by dělení nadále takto pokračovalo, buňka časem zahyne. Na místo toho dojde k pohlavnímu rozmnožení a buňka nabude původní velikosti (POULÍČKOVÁ, 2018).



Obrázek 2: schéma dělení buněk, upraveno podle Mgr. Barbora Hutňan Chattová, Ph.D., dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1431/podzim2013/Bi1090/um/Rozsivky\\_system\\_2.pdf](https://is.muni.cz/el/1431/podzim2013/Bi1090/um/Rozsivky_system_2.pdf)

Pohlavní rozmnožování probíhá u penátních i centrických rozsivek odlišně a je značně složitější. Fylogeneticky starší centrické rozsivky se rozmnožují oogamií za účasti pohyblivých spermatických buněk (POULÍČKOVÁ, 2018). V zásadě dojde ke splynutí nepohyblivé vaječné buňky, která je větší, s pohyblivou bičíkatou spermatickou buňkou. Rozmnožování penátních rozsivek je naproti tomu izogamické a vykazuje velkou rozmanitost v mnoha detailech procesu (POULÍČKOVÁ, 2018). Splývají při něm dvě stejně velké gamety s omezenou pohyblivostí.

Pohlavní rozmnožování je tedy důležité jednak z hlediska výměny genetického materiálu, ale také pro obnovu původní velikosti buněk, kde došlo ke zmenšení vlivem vegetativního rozmnožování.

## V. Ekologie rozsivek

Rozsivky jsou v podstatě všudypřítomné (KALINA, a další, 2005). Lze je nalézt ve všech typech vodních biotopů, ať už to jsou slané, brakické nebo sladké vody. Jsou dominantní složkou fytoplanktonu i bentosu. Nalezneme je na ponořených substrátech, smáčených skalách, povrchu půd a v nemalé míře také na spodní straně ledových ker. Jsou to velmi důležití primární producenti, podílejí se až 30 % produkce v oceánech (FIELD, a další, 1998) a až 25 % na celkové produkci organické hmoty na Zemi.

Vrcholem jejich výskytu je v našich podmínkách jaro a druhý vrchol nastává na podzim (POULÍČKOVÁ, 2011), kdy můžeme nalézt nejvíce druhů. Delší buněčný cyklus ale způsobuje pomalejší růst rozsivek, což dává prostor ostatním planktonním skupinám k nárůstu jejich biomasy (EGGE, a další, 1992)

Toxicita rozsivek je zanedbatelná a byla zjištěna jen u druhu vyskytující se v Kanadě. Jde o druh *Pseudonitzschia multiseriis*. Touto rozsivkou se živí měkkýš *slávka jedlá*, který je oblíbený v gastronomii. Podstatou otravy je produkce neurotoxinu kyseliny



domoikové vegetativní buňkou rozsivky. Při požití toxinu dochází k degeneraci mozkových buněk a smrti jedince. V lehčích případech otravy dochází ke ztrátě paměti (KALINA, a další, 2005).

Většina biotopů, která jsou osídlovány rozsivkami, jsou velmi různorodá, a tak na nich nalézáme i specifická společenstva. Rozsivky si díky tomu vytvořily konkrétní adaptace ve způsobu života:

- Planktonní způsob
- Bentický způsob

- **Fytoplankton:**

Slovo plankton pochází z řečtiny a jeho význam je: *putovat bez cíle*. Za plankton je považováno společenstvo rostlin a zvířat adaptovaných na život v „suspenzi“ a podléhajících pasívním pohybům vody a jejím proudům (REYNOLDS, 1984).

Plankton velmi pomalu klesá ve vodním sloupci a organismy si k tomu vytvořily různá přizpůsobení. Jedná se především o tvarové a velikostní adaptace z důvodu snížení specifické hmotnosti a tím zpomalení klesání. Příkladem takové adaptace je tvoření prostorových kolonií u penátní rozsivky rodu *Asterionella*. Planktonnímu způsobu života jsou dobře přizpůsobeny převážně drobné kulovité organismy, například rozsivky rodu *Cyclotella* a také ostatní bičíkovci. Rychlost klesání ovlivňuje i stáří buněk. Starší a umírající buňky klesají rychleji.

- **Fytobentos:**

Bentický způsob života zahrnuje přizpůsobení organismů, které porůstají dno, nebo předměty ponořené ve vodě (POULÍČKOVÁ, 2011). Některé druhy jsou k podkladu pevně přichyceny a jiné, což je případ rozsivek, se přilepují pomocí slizu.

Osídlování dna má svá pravidla a jako první kolonizují dno bakterie, které vytvoří slizovitý základ, na něj se pak přichytí další organismy. Za bakteriemi následují jednobuněčné organismy, které jsou přichycené celou buňkou (rozsivky rodu *Cocconeis*), nebo jedním koncem (rozsivky rodu *Fragilaria*). Dále se začne tvořit druhá vrstva biofilmu, díky kompetici o světlo tu vznikají hlavně rozsivky na stopkách, nebo ve slizovitých trubičkách (rod *Cymbella*) a vláknité řasy. V nárostu se objevují volně pohybující se druhy rodu *Navicula* a sinice rodu *Oscillatoria*. Jsou zde i drobní živočichové, kteří hledají potravu (POULÍČKOVÁ, 2011).

Bentické rozsivky jsou významné bioindikátory (viz níže) tekoucích vod, a tedy i v oblasti Vltavského luhu v NP Šumava. Lze je využít pro praktické vyhodnocení kvality vody na základě jim přiřazených rozsivkových saprobních indexů. Pomocí těchto indexů tak lze určit stupeň znečištění povrchových vod (SEDLÁČEK, 1986).

## VI. Význam rozsivek pro bioindikaci

Předností rozsivek je jejich relativně snadná determinace, díky druhově specifické schránce a také jejich kosmopolitní rozšíření, přitom má většina druhů specifické nároky na podmínky prostředí a z toho důvodu jsou důležitou skupinou při sledování změn v prostředí.

Jde také o nejrozmanitější skupinu řas s až dvanácti tisíci popsány druhy. Proto jsou dnes využívány jako bioindikátory. Toto schéma využívá například i rámcová směrnice o vodě Evropské unie, která pomocí rozsivek monitoruje čistotu povrchových vod. Tato směrnice byla implementována do legislativy ČR (Ministerstvo životního prostředí, 2004).

Neméně důležité je jejich využití v paleobotanice. Díky obsahu křemíku v buněčných stěnách, jsou schránky rozsivek uloženy v sedimentech vod po velmi dlouhou dobu a slouží tak k historickým rekonstrukcím změn na lokalitách z hlediska dnes velmi aktuálních témat, jako je acidifikace, změny teplot a změny výšky vodní hladiny. Touto problematikou se například zabývá práce (BEŠTA, a další, 2015), která studuje historické změny na Komořanském jezeře.

Je však dobré zmínit, že značná morfologická variabilita rozsivek představuje nevýhodu a je tedy nutná jejich pečlivá determinace. Dalším problematickým faktorem je uložení odolné schránky odumřelých druhů v sedimentech, kdy může dojít ke zkreslení výsledků analýzy recentních vzorků (ADÁMEK, a další, 2010).

### • Nejvýznamnější rody rozsivek z hlediska biomonitoringu

Dlouhodobá pozorování potvrdila, že rozsivková společenstva citlivě reagují na znečištění odpadními vodami (KALINA, a další, 2005). Lze tak velmi rychle posoudit zhoršující se kvalitu vod, již na základě determinace rozsivkových společenstev.

Rosivky indikují řadu charakteristik vodního prostředí, jako je trofie a pH (*Tabulka 2*) a vysoká ekologická kvalita vody (*Tabulka 3*), ale také její čistota, což lze posuzovat z mnoha úhlů pohledu. Dobrým měřítkem čistoty vody ale je, že zde mohou probíhat

biologické procesy i procesy samočištění díky mikroorganismům a typům geologického podloží.

Může to být ale i naopak, některé druhy není vhodné využívat jako indikátory, například druh *Melosira varians* C. Agardh je uváděn jako špatný saprobní i trofický indikátor s velmi nízkou indikační vahou (KAŠTOVSKÝ, a další, 2018).

Dále lze uvést druhy a rody, které sice nejsou vhodné jako bioindikátory, ale jsou velmi tolerantní ke znečištění. Jsou to například *Sellaphora* sp., *Navicula* sp., *Mayamaea*, *Luticolla*, *Fistulifera* sp., *Eolimna minima*, *Craticula cuspidata*, *Gomphonema augur*, *Encyonema ventricosum*, *Nitzschia* sp.

Tabulka 2: Příklady dobrých bioindikátorů (POULÍČKOVÁ, 2011)

Kategorie	Rod/druh
pH (dystrofie, kyselé vody)	<i>Eunotia</i> , <i>Pinnularia</i> ,
pH (acidifikace)	<i>Eunotia sp.</i> , <i>Pinnularia subcapitata</i> , <i>Pinnularia sinistra</i> , <i>Eunotia exigua</i> ,
živiny (oligotrofie)	<i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> ,
živiny (mezotrofie)	<i>Astrionella</i> , <i>Navicula sp.</i> ,
živiny (eutrofie)	<i>Stephanodiscus</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> ,

Tabulka 3: Příklady bioindikátorů čisté neutrální až slabě kyselé vody a dobré ekologické kvality (KAŠTOVSKÝ, a další, 2018)

Čisté neutrální až slabě kyselé vody	Dobrá ekologická kvalita
<i>Fragilariforma virescens</i>	<i>Fragilaria delicatissima</i>
<i>Stauroforma exiguiformis</i>	<i>Frustulia crassinervia</i>
<i>Psammothidium subatomoides</i>	<i>Frustulia saxonica</i>
<i>Stenopterobia delicatissima</i>	<i>Adlafia minuskula</i>
	<i>Cymbopleura subaequalis</i>
	<i>Encyonopsis cesatii</i>
	<i>Surirella roba</i>
	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i>

## VII. Faktory ovlivňující bentické rozsivky

Aby se daný taxon mohl vyskytovat v určitém prostředí v rámci populace a společenstva, je podmíněno řadou vlastností stanoviště, a to od biotopu až po ekosystémové charakteristiky (ADÁMEK, a další, 2010).

- **Světlo**

Přítomnost světla je pro bentický způsob života limitujícím faktorem. Důvodů je několik. Množství světla, které vstupuje do vodního ekosystému závisí na odrazu světla, který je ovlivněn polohou slunce. Část světla se odrazí od vodní hladiny a část viditelného spektra proniká do vody. Světlo dále ztrácí svou intenzitu ve vodním sloupci díky obsahu

rozpuštěných látek, ale také přítomností fytoplanktonu. Světlo, které doputuje až na dno je tedy ovlivněno hloubkou a průhledností vody. Na dně pak začíná kompetiční boj o světlo, který se například projevuje vytvořením biofilmů již na dřívě vytvořených nárostech jinými mikroorganismy Biofilmy v potocích jsou tvořeny především na kamenech nebo spadaneém dřevě a jsou také nazývány „mikrobiální pokožkou“ (BATTIN, a další, 2016).

- **Křemík**

Rozvoj rozsivek je zcela závislý na dostupných formách křemíku. Nerozpustný oxid křemičitý je nejrozšířenější látkou na zemi. Avšak jeho rozpustné formy jsou poměrně vzácné. Rozsivky pro svůj růst využívají rozpustnou formu křemíku v podobě kyseliny křemičité a jejích iontů. Základní forma, která je přítomná ve vodním prostředí při pH 8 je kyselina křemičitá  $\text{Si(OH)}_4$ . Iontová forma  $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$  představuje v těchto podmínkách pouze 2 % dostupného křemíku (KALINA, a další, 2005). Vyčerpání dostupných zdrojů křemíku vede k zastavení růstu a ke změnám v metabolismu. Už za 3 hodiny se zastaví syntéza proteinů a replikace DNA (KALINA, a další, 2005). Dochází ke křemíkovému hladovění.

- **Fosfor (P) a dusík (N) a důsledky eutrofizace**

Dalšími limitujícími prvky pro rozvoj rozsivek může být zejména dusík, který je nedostatkový zvláště pro mořské rozsivky. V našich podmínkách je ho dostatek, a to především díky používání dusíkatých hnojiv v zemědělství, která jsou dobře rozpustná ve vodě a mohou tak stát za eutrofizací našich vod, jelikož denitrifikační procesy nestačí obnovovat rovnováhu (POULÍČKOVÁ, 2011).

Limitace růstu řas v důsledku nedostatku fosforu je naopak velmi častá. A to hlavně z důvodu jeho nedostatku na žulovém podloží v Evropě. V půdě je dobře vázán na půdní částice, a tak jsou jeho zdrojem hlavně odpadní komunální vody (prací prostředky a saponáty), (POULÍČKOVÁ, 2011).

Důsledkem eutrofizace je zvýšena produkce biomasy. Což může být v první fázi pozitivní, protože v mírné eutrofizaci roste druhová diverzita, která ale později upadá ve prospěch rozvoje sinic a tvorby vodních květů.

- **Teplota**

Rozsivky preferují chladnější vody, jejich produktivita je často vysoká během zimy a jara (STEVENSON, a další, 1996). V letních měsících ustupují konkurenci, především

sinicím, kdy se jejich růst výrazně zvyšuje na konci léta a na podzim (např.: BURKHOLDER, a další, 1990).

Se změnami teplot se mění reakce a metabolické procesy které probíhají ve vodě. Mění se také dostupnost rozpuštěného kyslíku, s nižší teplotou se jeho obsah snižuje.

- **Kyslík**

Kyslíkový režim je jedním z nejdůležitějších faktorů všech vodních systémů, protože je nezbytný pro řadu důležitých chemických i biochemických procesů a často bývá limitujícím faktorem. Zdrojem kyslíku je atmosféra a fotosyntéza. Jeho množství ovlivňuje teplota, rozkladné procesy a dýchání rostlin, což představuje problém ve stojatých nádržích, kde nedochází k proudění vody. Při poklesu kyslíku pod 3mg/l většina vodních organismů nemůže existovat (PAVLÍKOVÁ, 2014).

- **Konduktivita**

Konduktivita je elektrická vodivost vody a její výše ukazuje množství rozpuštěných látek včetně živin a obecně stoupá s úživností vody. Velmi čistá voda má jen velmi malou elektrickou vodivost. Konduktivita je důležitým faktorem, protože vyšší obsah rozpuštěných solí, představuje znesnadnění až zabránění procesům fotosyntézy a dochází k otravě organismů. Množství rozpuštěných solí má negativní vliv na početnost druhů ve vodním prostředí, až nakonec zůstávají jen halofilní druhy (u rozsivek jsou to např. *Navicula salinaria* a *N. halophila*, *Ctenophora pulchella*) (LELLÁK, a další, 1992).

- **Koncentrace vodíkových iontů – pH**

Koncentrace vodíkových iontů může mít vliv na výskyt a početnost organismů. Ve vodě je kromě molekul vody také množství kationtů  $H_3O^+$  a aniontů  $OH^-$ . Součin těchto iontů za standardních podmínek nabývá hodnot  $10^{-14}$ . Aby voda měla neutrální pH, je koncentrace obou iontů stejná čili  $10^{-7}$ . Při poklesu hydroxylových aniontů na hodnotu  $10^{-9}$  a zvýšení hodnoty kationtů na  $10^{-5}$  odpovídá hodnotě  $pH=5$  a reakce vody je kyselá. To znamená, že převaha vodíkových kationtů ( $H_3O^+$ ) má za následek kyselost a převaha vodíkových aniontů ( $OH^-$ ), zásaditost. Zvýšená kyselost se projeví několika způsoby. Dojde ke znemožněním osmoregulace, aktivity enzymů nebo výměny plynů přes respirační povrchy, zvýší se koncentrace toxických těžkých kovů (zvláště hliníku) a kvalita potravních zdrojů dostupných živočichům je značně omezena. Při nízkém pH se snižuje růst hub i vodních rostlin (HILDREW, 1984) a vodní flora často chybí, anebo není tak pestrá. Mezi rozsivky, které snesou nižší hodnoty pH patří zejména rody

*Eunotia*, *Frustulia*, *Pinnularia* a *Tabellaria* (POULÍČKOVÁ, 2011). V slabě kyselých vodách se daří například druhu *Diatoma mesodon* a *Fragilariforma virescens*. Naopak mezi alkalifilní drhy lze řadit rod *Staurosira* a *Pseudostaurosira*, také druh *Fragilaria crotonensis* (KAŠTOVSKÝ, a další, 2018).

## 4. Metodika

### I. Charakteristika území – Vltavský luh

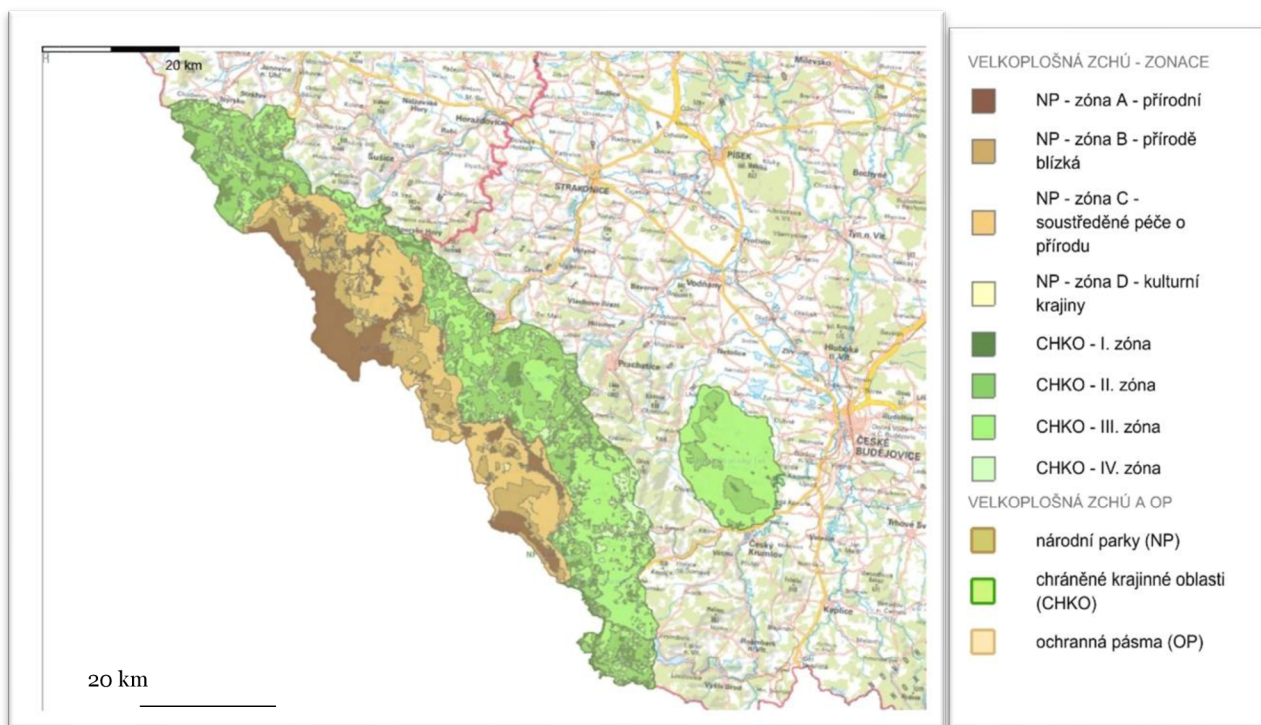
Vltavský luh je přírodní památka v přírodní zóně NP Šumava (Obrázek 4) s rozlohou 1714,337 ha v nadmořské výšce 730–765 m n. m. Území se prostírá v délce téměř 15 km okolo řeky Teplá Vltava a jejího soutoku se Studenou Vltavou, kde dále pokračuje už jako řeka Vltava až téměř k přehradě Lipno (). Za Lenorou má řeka jen nepatrný spád, a proto se zde vytváří v ploché krajině rozsáhlé mokřady s mnoha meandry. Podloží Vltavského luhu tvoří jílovito-písčité náplavy s rašelinou na povrchu, která měla v minulosti mocnost místy až 720 cm. Ta se zde nahromadila během 12.000 let. Avšak z důvodu těžby, která skončila v roce 2000, zbyl zhruba 1 metr (LIFE for MIREs, 2019)

Vltavský luh je unikátní území s velmi čistou, jen málo narušenou řekou. Důvodem jeho ochrany jsou rozsáhlá lužní rašeliníště s výskytem vzácných rostlinných i živočišných druhů a uchování typické říční nivy s jejími přírodními meandry a mrtvými rameny řeky Vltavy, s bohatými společenstvy oligotrofních toků, přičemž vlajkovým druhem je zde perlorodka říční (GEIST, 2010).



Obrázek 3: Vltavský luh v NP Šumava, zdroj: „© Příspěvatelé OpenStreetMap, dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Vltavsk%C3%BD\\_luh](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Vltavsk%C3%BD_luh)





Obrázek 4: zonace NP a CHKO Šumava, zdroj: AOPK, ÚSOP, podkladová data ČŮZK, Dostupné z: [https://drusop.nature.cz/ost/chrobjedy/zchru/index.php?SHOW\\_ONE=1&ID=1152](https://drusop.nature.cz/ost/chrobjedy/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=1152)

## II. Odběr vzorků

### • Vytyčení odběrových profilů

V oblasti PP Vltavský luh bylo vytyčeno 6 profilů a jeden profil doplňkový (viz níže). Profily reprezentují značnou část Vltavského luhu od soutoku řek Řasnice (1.) a Teplé Vltavy (2.), dále úsek řeky v oblasti obce Dobrá (3.). Následoval profil na Chlumu (4.), který je charakteristický svými zachovalými meandry s velmi přírodním vzhledem. Je to také místo, které se nachází pod Volarským potokem, což znamená potenciální znečištění vlivem odpadních vod a ČOV z města Volary. 5. profil byl vytyčen ve Studené Vltavě nad přítokem Hlučina. Poslední odběr (6.) byl proveden mezi obcemi Pěkná a Ovesná, který je vzdálený zhruba 4 km od Lipenské přehrady. 7. odběr byl proveden v letních měsících namísto odběru 6. v místě u obce Pěkná. Mezi posledním a zaměněným profilem se nenachází žádný znečišťující přítok (Tabulka 4).

### • Metodika odběru

Na každém profilu bylo při každém odběru z plochy 100 m<sup>2</sup> odebráno 10 kamenů. Následně, mechanickými postupy pomocí kartáče (Obrázek 7), byl každý kámen zbaven biofilmů do předem připravené, čisté nádoby, ve které byla nabraná voda z dané

lokality. Tento postup byl prováděn přímo ve vodě, pokud to podmínky dovolily, aby se zabránilo kontaminaci materiálem odjinud. Po očištění všech kamenů byl směsný vzorek vody se zákalem vlit do popsaných vzorkovnic o objemu 100ml. Takto odebrané vzorky byly do doby pozorování pod mikroskopem uskladněny v lednici bez přístupu světla.



Obrázek 5: místa odběrů, zdroj: arcgis.com, dostupné z: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=356818afd36b43c1994a19896a724f3f>

Tabulka 4: Lokality, barevně zvláště zřetelná zaměňená<sup>1</sup> lokalita

Profil	GPS souřadnice	Číslo vzorku	Datum odběru
1. Řasnice	48°55'02.1"N 13°47'47.9"E	• 1,2 • 9,10 • 17 • 24	10.duben 14.červen 26.srpen 16.říjen
2. Teplá Vltava nad Řasnicí	48°55'05.8"N 13°47'47.1"E	• 3,4 • 11,12 • 18 • 25	10.duben 14.červen 26.srpen 16.říjen
3. Dobrá	48°52'51.1"N 13°52'05.4"E	• 5 • 13 • 19 • 26	12.duben 14.červen 26.srpen 17.říjen
4. Chlum	48°51'41.9"N 13°53'37.6"E	• 7 • 15 • 21 • 28	11.duben 15.červen 26.srpen 16.říjen
5. Studená Vltava nad Hlučinou	48°51'45.8"N 13°51'59.8"E	• 6 • 14 • 20 • 27	11.duben 15.červen 27.srpen 16.říjen
6. Ovesná	48°50'16.8"N 13°55'50.0"E	• 8 • 16 • ----- • 31,32	11.duben 15.červen  16.říjen
7. Pěkná	48°51'05.5"N 13°55'13.1"E	• ----- • ----- • 22,23 • 29,30	  26.srpen 16.říjen

Vzorkování proběhlo ve čtyřech různých fázích vegetační doby roku 2019. První odběr byl proveden ve dnech 10.-12. duben 2019 (po jarním tání), následoval druhý odběr v období 14.-15. červen 2019 (před nástupem léta). Třetí odběr byl proveden na konci léta ve dnech 26.-27. srpen 2019 a poslední pak 16.-17. říjen 2019 (podzimní období). Na 6+1 (viz <sup>1</sup>) profilech bylo takto odebráno 25 vzorků<sup>2</sup>, některé profily byly ovšem nabrány 2x. Po zhodnocení podmínek byla vybraná jeden, nebo dva profily se dvěma vzorky, která se v danou chvíli zdála nejzajímavější. Ať už z důvodu čistoty vody, nebo naopak bylo důvodem velké zakalení na lokalitě. Ovšem v letním třetím odběru došlo u posledního profilu k záměně místa<sup>1</sup>, kdy byl odběr nedopatřením proveden 2 km zpět proti proudu od původního místa *Ovesná* (viz *Tabulka 4*). Pro možnost porovnání a posouzení případné odlišnosti byly obě tyto lokality nabrány také v posledním, podzimním odběru. Celkem bylo tedy takto odebráno 32 podvzorků (*Tabulka 5*).

Během vzorkování byly také měřeny doprovodné parametry jako je teplota, konduktivita a rovněž pH. Ovšem hodnota pH byla následně přeměřena také v laboratoři, a v práci jsou použity tyto výsledky. S výjimkou profilů. Vltava nad Hlučinou, Chlum a Vltava nad

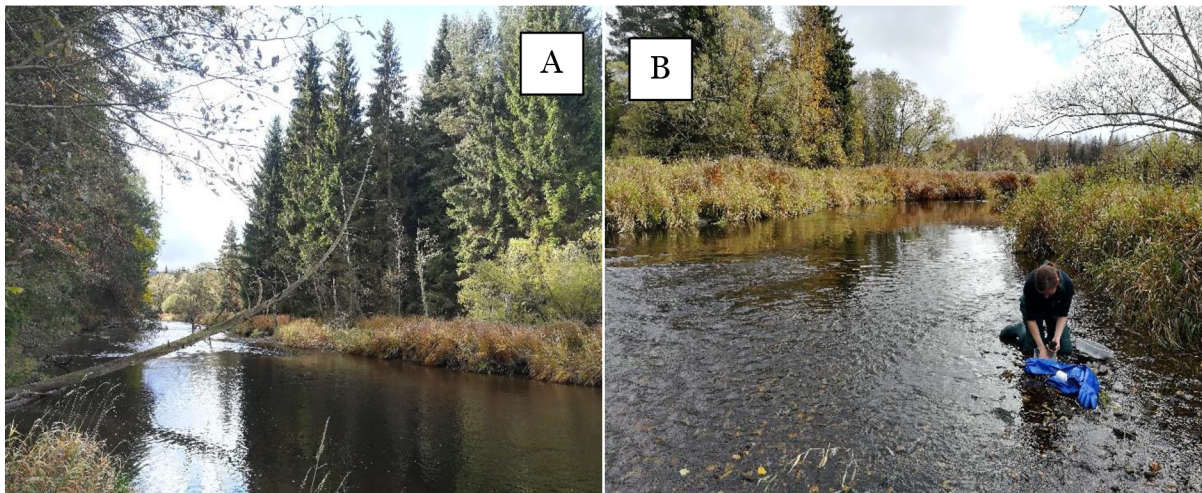
<sup>1</sup> V letním odběru došlo k záměně profilů. Nebyl odebrán profil *Ovesná*, namísto toho byl odebraný profil *Pěkná*

<sup>2</sup> 6 profilů x 4 odběry a jeden odběr navíc u 7. profilu.

Ovesnou které byly naopak měřeny (pH) pouze *in situ*, což znamená přímo v terénu. Tyto profily jsou znázorněny v grafu (viz *Obrázek 13*).



Obrázek 7: Odběr vzorků, 16.10. 2019, foto: Vojtěch Mrázek



Obrázek 6: Profilová místa, A: Chlum, B: Studená Vltava foto: Vojtěch Mrázek, 16.10.2019



Obrázek 9: Profilová místa, foto: Vojtěch Mrázek.  
 A, B: Pěkná, C, D: Ovesná 16.10.2019



Obrázek 8: Profilová místa, foto: Vojtěch Mrázek,  
 A, B: Dobrá 17.10., C: Řasnice 16.10., D: Teplá Vltava nad Řasnicí 16.10.

### III. Zpracování vzorků

V terénní laboratoři v NP Šumava byly pozorovány živé vzorky pomocí mikroskopu za použití zvětšení 100x a 400x. Na podložní sklíčko byla nanesena suspenze s materiálem, která byla následně překryta krycím sklem. Výsledky pozorování byly zaznamenávány do protokolů (viz přílohy a výsledky).

Vzorky byly pozorovány do 48 hodin, kdy bylo možné je uchovávat na tmavém a chladném místě, následně bylo potřeba vzorky zafixovat, viz níže.

### IV. Zhotovení trvalých preparátů dle (ČSN EN 13946, 2003)

pro detailnější určení rozsivek je důležité zhotovení trvalých preparátů. Aby bylo možné vzorky uchovávat až do zhotovení preparátů, byly vzorky zafixovány 2 % roztokem formaldehydu. Tato univerzální fixáž, rychle usmrcuje a dobře zachovává tvar rozsivkových schránek. U ostatních buněk dochází často k deformaci a znemožnění identifikace. (MARVAN, a další, 2006). Proto se k tomuto postupu přistupuje zpravidla jen při zpracování rozsivkových preparátů.

Proces zhotovení trvalých preparátů, tzv. preparace rozsivek, má několik fází, které jsou popsány níže. Vzorky byly zpracovány ve dvou sadách vždy po 16 podvzorcích (*Tabulka 5: Příprava 2 sad vzorků*), po druhém a čtvrtém odběru, tzn. že po 2. odběru bylo celkem ze 12 vzorků připraveno 16 podvzorků a po 4. odběru také, celkem tedy 32 podvzorků. Bylo připraveno a popsáno laboratorní sklo dle následující tabulky (*Tabulka 5*). Daný popis vzorků byl shodně dodržován pro centrifugační zkumavky, pipety, kádinky a podložní skla. Laboratorní sklo bylo před použitím důkladně umyto a udržováno v čistotě po celou dobu přípravy obou sad vzorků.

#### • Odstranění organického materiálu oxidací

Jednotlivé vzorky, které byly nabrány na lokalitách, obsahují kromě rozsivek také organický materiál, který byl pomocí oxidace odstraněn.

Oxidace vzorků byla provedena ve dvou krocích za použití 30 % peroxidu vodíku ( $H_2O_2$ ) a následně dichromanu draselného ( $K_2Cr_2O_7$ ), postup byl následovný:

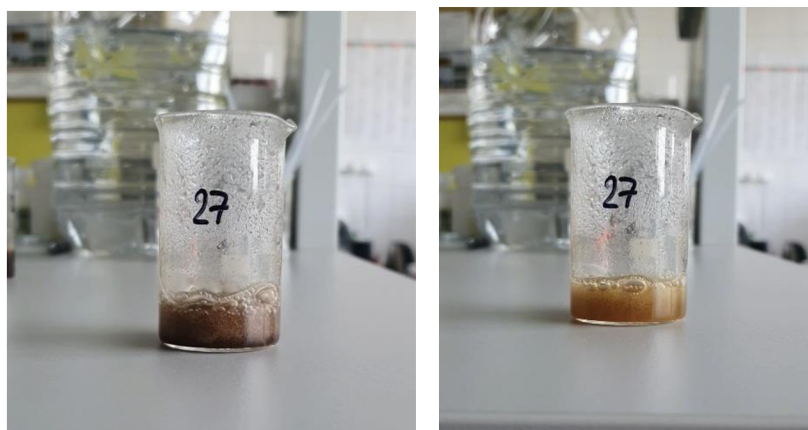
1. Do 16 zkumavek bylo přeneseno 1,5 ml vzorku (po sedimentaci obsahující cca 0,5ml sedimentu). Vzorky byly nejprve protřepány,

- Po usazení sedimentu byla odebrána vrchní směs vody a formaldehydu a zkumavky byly doplněny peroxidem vodíku, kde proběhla 1.oxidace, která se projevila lehkým šuměním vzorku,

Tabulka 5: Příprava 2 sad vzorků

Vzorek č, 1.sada	Číslo profilu a název	Vzorek č, 2.sada	Číslo profilu a název
1	1.Řasnice	17	1.Řasnice
2	1.Řasnice	18	2.T.Vltava
3	2.Teplá Vltava	19	3.Dobrá
4	2.Teplá Vltava	20	5.Studená Vltava
5	3.Dobrá	21	4.Chlum
6	5.Studená Vltava	22	7.Pěkná
7	4.Chlum	23	7.Pěkná
8	6.Ovesná	24	1.Řasnice
9	1.Řasnice	25	2.T.Vltava
10	1.Řasnice	26	3.Dobrá
11	2.Teplá Vltava	27	5.Studená Vltava
12	2.Teplá Vltava	28	4.Chlum
13	3.Dobrá	29	7.Pěkná
14	5.Studená Vltava	30	7.Pěkná
15	4.Chlum	31	6.Ovesná
16	6.Ovesná	32	6.Ovesná

- Po 2 hodinách byla směs přelita do kádinek (50 ml) a velice opatrně byl přisypán dichroman draselný (pár zrněk).
- Následovala prudká 2.oxidační reakce a došlo k částečnému odbarvení vzorku do oranžové barvy (Obrázek 10).



Obrázek 10: 2. krok oxidace, proces odbarvení vzorku,  
Foto: autor

#### • Promytí a zahuštění vzorků

Po oxidaci byly vzorky přelity do centrifugačních zkumavek. Pomocí pipety byla odstraněna směs nad sedimentem a zkumavka doplněna destilovanou vodou. Před

použitím centrifugy byly zkumavky vyváženy na vahách. Následoval proces promývání a zahušťování materiálu, který se opakoval 3x. Odstředování pokaždé probíhalo 10 minut při 1200 otáčkách/ min.

Po každém stočení vzorků byl vždy odstraněn supernatant (obsah nad sedimentem) a zkumavky opět doplněny a vyváženy destilovanou vodou. Po poslední centrifugaci došlo naposledy k odsátí vody nad sedimentem. Takto zpracovaný vzorek byl připraven k vytvoření trvalého preparátu.

- **Zhotovení trvalých preparátů**

Na předem připravený počet krycích sklíček (2 od každého podvzorku) byl pipetou nanesen zoxidovaný sediment – nejdříve voda těsně nad sedimentem a na druhém pak zlehka zvířený sediment. Takto bylo připraveno 32 sklíček pro každou sadu vzorků (*Tabulka 5*). Vzorky se ponechaly do druhého dne zaschnout<sup>3</sup>.

Dalším krokem bylo zatavení do média syntetické pryskyřice Pleurax. Na podložní skla byly pipetou nanесeny dvě kapky Pleuraxu vedle sebe, postupně na každé ze 16 podložních skel. Poté bylo ke každé kapce přiloženo jedno krycí sklíčko, nejdříve hranou a následně celou plochou sklíčka.

Tento postup byl následně použit také pro druhou sadu vzorků.

Nanášení vzorku na krycí sklo má své opodstatnění. Jelikož prohlížení vzorků pod mikroskopem probíhá přes krycí sklo, při velkém zvětšení (a tedy malé vzdálenosti objektivu od pozorovaného objektu) je třeba, aby těsně pod krycím sklem byl vzorek a ne medium.

## **V. Prohlížení a determinace vzorků**

Pro mikroskopování byl použit imerzní olej při zvětšení 1000x, menší zvětšení použití oleje nevyžadují. K určení druhů a rodů byl použit Atlas sinic a řas I (KAŠTOVSKÝ, a další, 2018).

---

<sup>3</sup> Tzn v jedné sadě bylo 16 vzorků (2 odběry, jarní a odběr před zač. léta ze 6 profilů) a z nich bylo připraveno 32 podvzorků. Sady byly celkem 2, tzn celkem 64 krycích skel.



## VI. Použité názvosloví

V tabulkách a grafech bylo použita škála dominance v tomto tvaru:

DO – dominantní výskyt 75-100%

HO – hojný výskyt 50-75%

OJ – ojedinělý výskyt 25-50%

VZ – vzácný výskyt 0-25%

Pro porovnání změn početnosti druhů a rodů vyskytujících se ve všech čtyřech obdobích byla škála dominance nahrazena číselnou hodnotou, dle následujícího klíče:

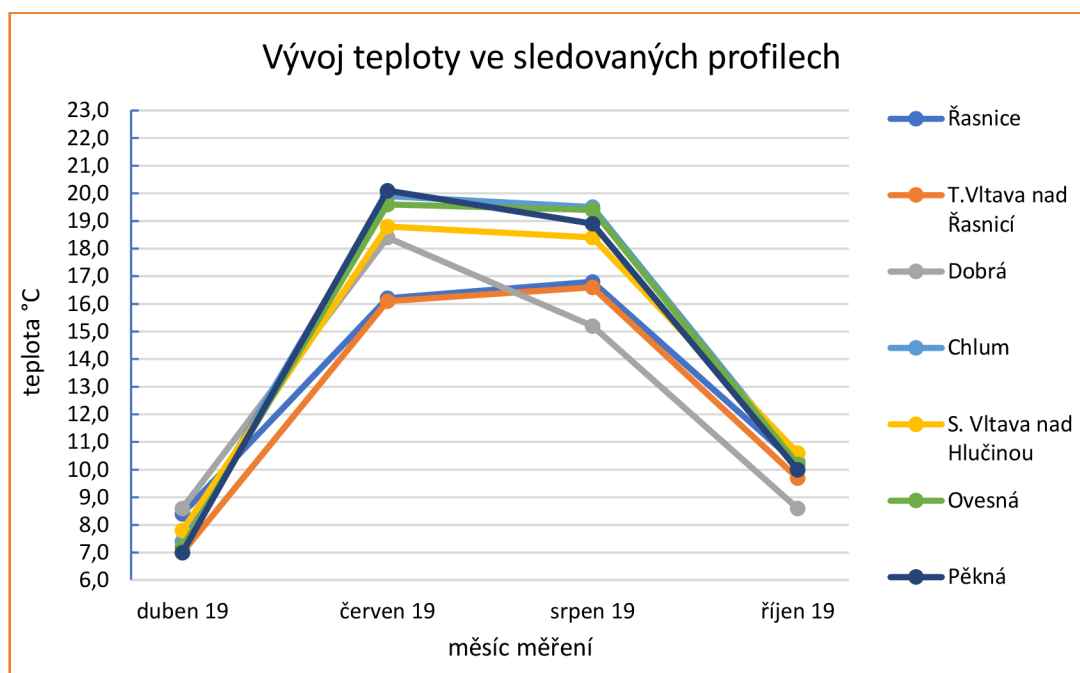
- DO – 75-100 % — 75
- HO – 50-75 % — 50
- OJ – 25-50 % — 25
- VZ – 0-25 % — 5

## 5. Praktická část – Výsledky

### I. Fyzikálně-chemické parametry vody

#### • Teplota

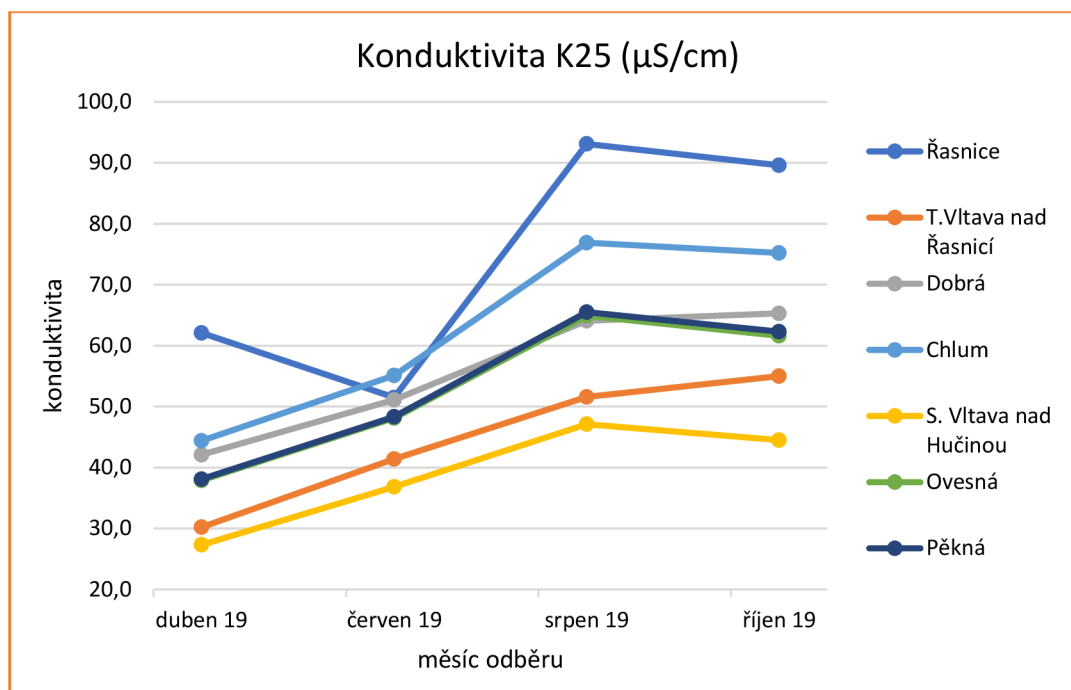
Teplota vody se pohybovala v rozmezí 7 až 20,1 °C, kdy nejnižší teplota byla naměřena v dubnu v Teplé Vltavě nad Řasnicí a nejvyšší pak v červnu na profilu Pěkná. Střední hodnotou bylo 13,5 °C a modus pak 10,2 °C. Z hlediska sezonality byly nejvyšší teploty s nástupem léta a na konci léta (Obrázek 11)



Obrázek 11: Teploty lokalit, zdroj dat: VÚV TGM

#### • Konduktivita

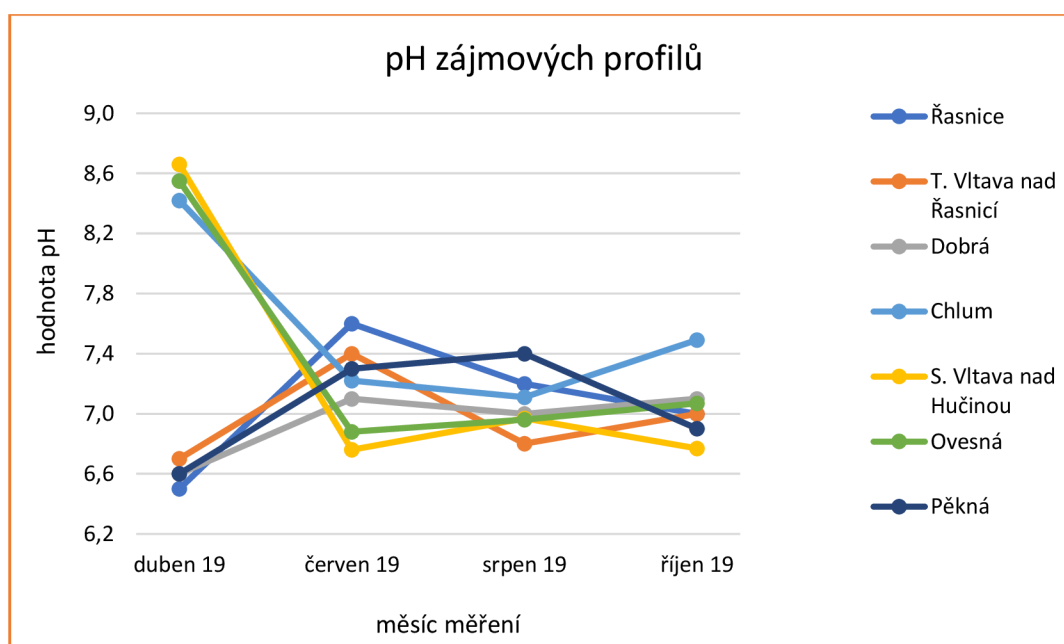
Nejnižší změřená hodnota konduktivity byla 27,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na lokalitě Studená Vltava nad Hlučinou v začátcích vegetační sezony. V průběhu čtyřech měření měl tento profil (S.Vltava nad Hlučinou) nejnižší hodnoty, což je dobře patrné na *Obrázek 12*. Průměrem všech měření bylo 54,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Naopak nejvyšší hodnota byla lokalizována v Řasnici na konci léta a její hodnota byla 93,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Řasnice měla ve všech měřeních nejvyšší hodnoty konduktivity. Co se týká sezonality, nejvyšší hodnoty byly naměřeny v létě a na podzim, a to ve všech sledovaných profilech (*Obrázek 12*).



Obrázek 12: konduktivita sezonně, zdroj dat: VÚV TGM

- **Hodnota pH**

Posledním sledovaným fyzikálně-chemickým parametrem byla hodnota pH. Jak je patrné v následujícím grafu (Obrázek 13), hodnoty se pohybovaly v rozmezí 6,5 - 8,66. Nejnižších hodnot z hlediska sezonality dosahovala měření v dubnu, a to na profilech Řasnice, T. Vltava nad Řasnicí, Dobrá, Pěkná.



Obrázek 13: pH lokalit, zdroj dat: VÚV TGM

## II. Výsledky pozorování nativních preparátů

Pozorování živých preparátů ukázalo, že dominujícími druhy na jednotlivých profilech byly rozsivky viz *Přílohy*. A to hlavně při 1. jarním odběru, dále zde byly jako další dominující skupinou sinice, které měly výrazné zastoupení v profilu Řasnice ve 2. odběru, naopak méně sinic bylo nalezeno na Dobré (2. odběr). Zástupci sinic, které bylo možné v preparátech pozorovat byly např.: *Oscillatoria*, *Phormidium* (Teplá Vltava, 1. odběr, Řasnice 2. odběr), Na profilech Studená Vltava nad Hlučinou a Chlum byly pozorovány zástupci menších, kokálních druhů sinic.

Dalším pozorovaným rodem byla *Audouinella sp.* z oddělení ruduch, která byla v hojném zastoupení ve Studené Vltavě nad Hlučinou (2. odběr), ale také na Dobré, Teplé Vltavě a v Řasnici (2. odběr).

Pozorování odhalilo i zástupce zelených řas (např.: krásivka *Closterium sp.* - Řasnice, 2. odběr, nebo *Ulothrix sp.* - Teplá Vltava, 2. odběr) a některé rody z kmene *Heterokontophyta* (zlativka *Hydrurus sp.* - Teplá Vltava, 1. odběr).

## III. Výsledky z determinace rozsivek

Celkem bylo pozorováno 64 trvalých preparátů, které byly připraveny z 25 vzorků ze 6+1 profilů (viz *Tabulka 5*) na kterých bylo určeno 48 druhů (v 31 rodech) a dalších 12 rodů. Viz *Tabulka 6*. Určování druhů rodu *Navicula* a *Nitzchia* a některých druhů rodu *Cymbella* bylo značně problematické, proto byly určeny pouze do rodů.

*Tabulka 6: Seznam nalezených taxonů*

rod/druh	duben 19						červen 19						srpen 19							říjen 19						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	7	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Achnanthydium eutrophilum</i>			x																							
<i>Achnanthydium minutissimum</i>																									x	
<i>Cocconeis pediculus</i>	x		x	x		x	x	x	x		x						x		x					x	x	
<i>Cocconeis placentula</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
<i>Cymbella aspera</i>																					x			x	x	
<i>Cymbella neolanceolata</i>																									x	
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>																							x			
<i>Diatoma mesodon</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x		x				x		x	
<i>Diatoma vulgaris</i>																			x				x	x	x	
<i>Eolimna minima</i>					x	x																				
<i>Eunotia exigua</i>																							x			



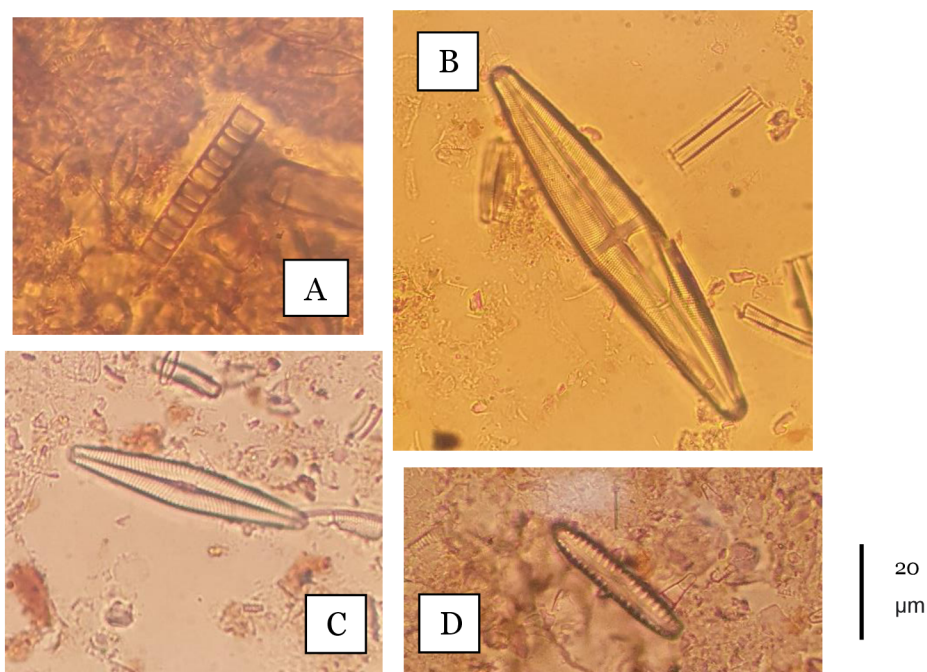


- **2. Odběr před nástupem léta (14.-15. červen 2019)**

Před začátkem léta 2019 byly patrné zvyšující se teploty (*Obrázek 11*). I nadále bylo druhové složení bohaté. V červnu bylo determinováno 22 druhů a dalších 9 rodů (*Tabulka 8*).

V červnovém odběru byl nejvyšší počet druhů nalezen na lokalitě Řasnice, kde bylo determinováno 18 rodů a druhů a nejnižší na Studené Vltavě nad Hlučínou, kde bylo stanoveno pouze 8.

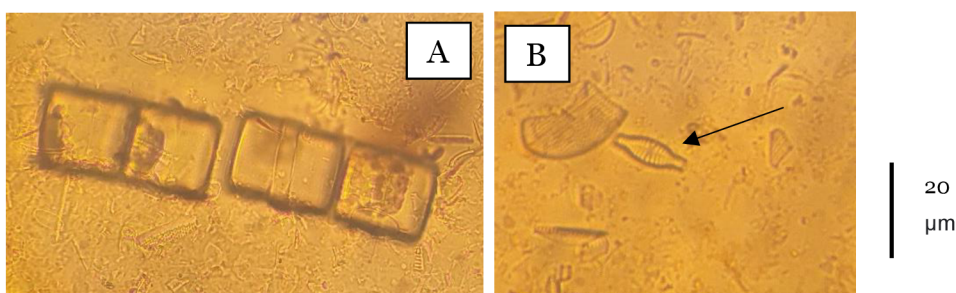
Jako dominantní taxony lze uvést např.: *Navicula sp.*, *Gomphonema pumilum*, *Ulnaria ulna*, ale také *Surirella sp.*, která dominovala na lokalitě Řasnice.



Obrázek 15: A: *Aulacoseira sp.*, Řasnice 14.6.,  
B: *Stauroneis phoenicenteron*, S.Vltava n.Hlučínou, 15.6.,  
C: *Navicula sp.*, Chlum 15.6.,  
D: *Pinnularia borealis*, Dobrá 14.6. foto: autor

### 3. Letní odběr (26.-27. srpen 2019)

Největší charakteristikou v letním období, alespoň, co se druhové skladby rozsivek týče je, že je zde patrný značný pokles druhů a rodů, ale také jejich početní zastoupení (*Tabulka 9*). Také se zde začaly více objevovat centrické rozsivky. Celkem bylo v odběrech v tomto období determinováno 14 druhů a také 4 rody. Druhově nejchudší lokalitou byla T. Vltava nad Řasnicí, kde byly nalezeny pouze 3 taxony, naopak nejbohatší byla lokalita Studená Vltava nad Hlučinou a Pěkná, obě po 8 taxonech. Tomto období dominovaly *Cocconeis* sp. a *Gomphonema pumilum*.



Obrázek 16: A: *Aulacoseira pusilla*, Chlum 26.8.,  
B: *Hippodonta capitata*, Dobrá 26.8. foto: autor

### • 4. Podzimní odběr (16.-17. říjen 2019)

V říjnu roku 2019 bylo na lokalitách nalezeno nejvíce taxonů. Všechny vzorky byly velmi pestré. Bylo determinováno 38 druhů a 10 dalších rodů (*Tabulka 10*). Největší počet taxonů byl pozorován na lokalitách Řasnice (27), Pěkná (26) a Ovesná (22), druhově velmi chudá byla lokalita Chlum, kde bylo determinováno 7 taxonů.



Obrázek 17: A: *Navicula* sp.,  
B: *Discostella stelligera*, Řasnice 16.10., foto: autor



#### IV. Porovnání profilu Pěkná a Ovesná

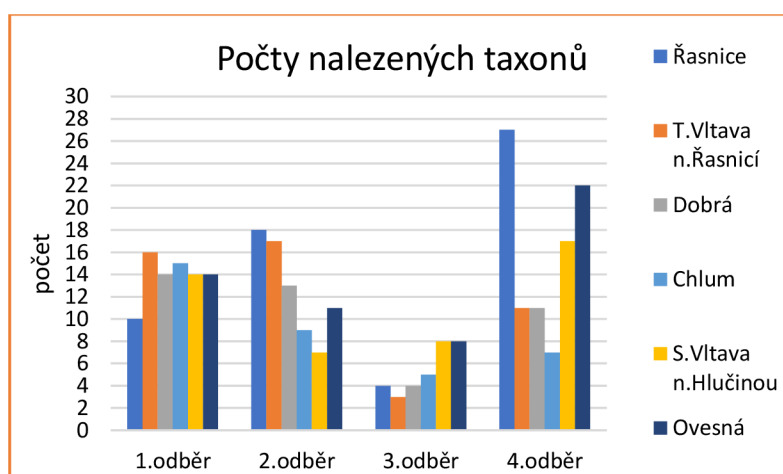
Jelikož byla lokalita Pěkná v letním 3. odběru odebraná namísto lokality Ovesná, je nutné tyto lokality vzájemně porovnat. Dle druhového složení podle (4. odběr – říjen 2019 a Tabulka 10) v období podzimu je patrné, že se profily výrazně neliší. Jsou zde druhy, které se vyskytovaly jen na Pěkné na podzim: *Achnantheidium minutissimum*, *Diatoma mesodon*, *Fragilaria vaucheriae*, *Hannaea arcus*. Jsou to ale druhy, které měly na tomto profilu ojedinělý výskyt. Naopak, druhy dominantní a hojné jsou shodné.

Chybí k posouzení 3. letní odběr z profilu Ovesná. Lze ale říct, že druhová skladba v této době byla velmi malá a je možné předpokládat, že bude podobná lokalitě na Pěkné. Mezi oběma profily se nenachází žádný znečišťující přítok např.

Fyzikálně-chemické parametry jsou zpracované pro oba odběry pro všechna období. Například konduktivita byla prakticky totožná, rovněž teploty nevykazovaly výrazný rozdíl.

#### V. Počty nalezených taxonů

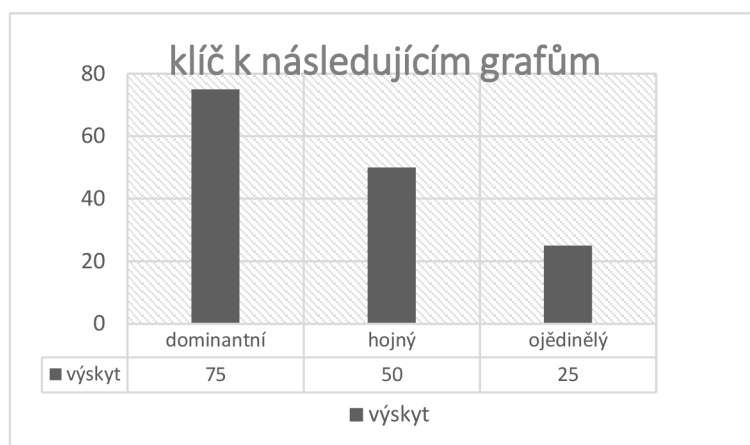
Nejvíce druhově zastoupenou byla lokalita Řasnice společně s Ovesnou. Druhově nejbohatší byly odběry v dubnu (1. odběr) a říjnu (4. odběr). Nejchudší byl naopak letní 3. odběr, a to ve všech profilech. V grafu (Obrázek 18) byl chybějící 3. odběr profilu Ovesná nahrazen profilem Pěkná a ve 4. odběru byl profil Pěkná vynechán viz (Porovnání profilu Pěkná a Ovesná).



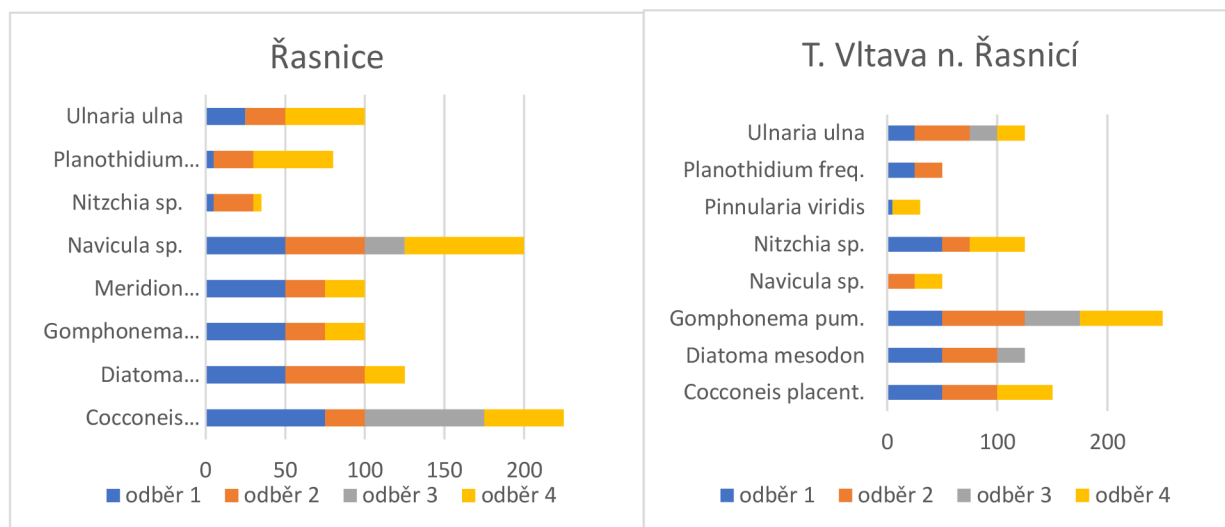
Obrázek 18: počty nalezených taxonů (ve 3. odběru je profil Pěkná nahrazen Ovesnou a ve 4. odběru je Pěkná vynechána)

## VI. Výskyt dominantních taxonů

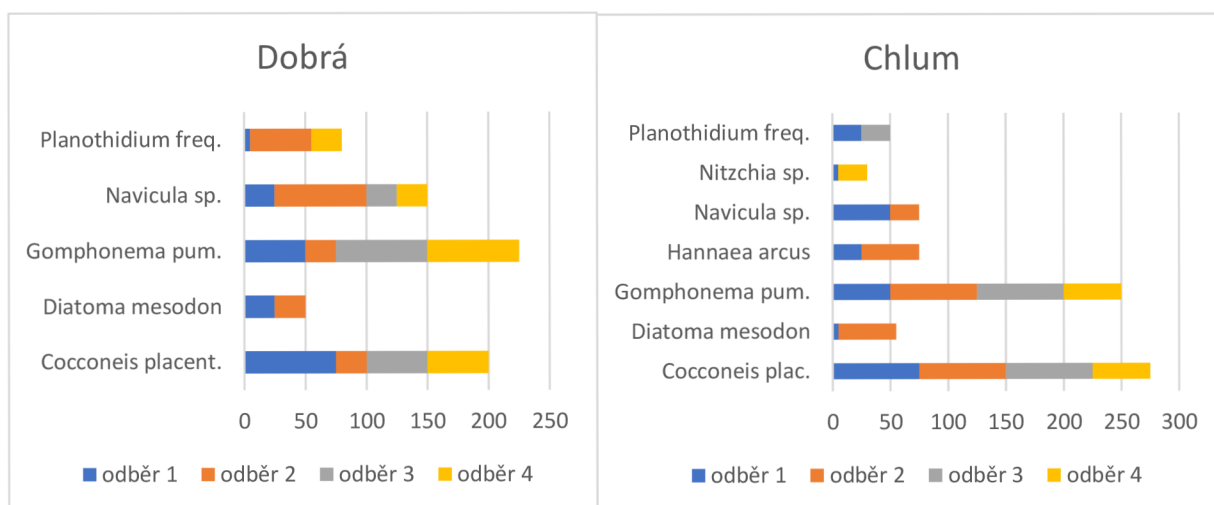
Následující grafy znázorňují dominantní taxony na jednotlivých profilech v průběhu sezony. Délky sloupců ukazují, zda byl výskyt druhu dominantní, hojný nebo ojedinělý, kdy hodnota 75 znamená výskyt dominantní, 50 ukazuje na hojný výskyt a 25 je výskyt ojedinělý (viz *Použité názvosloví*). Jednotlivé druhy byly vybrány právě podle jejich hojnosti výskytu. Pro účely grafu byly některé názvy taxonů zkráceny. Byl také vytvořen graf pomocný, pro lepší pochopení, co jednotlivé grafy představují (*Obrázek 19*).



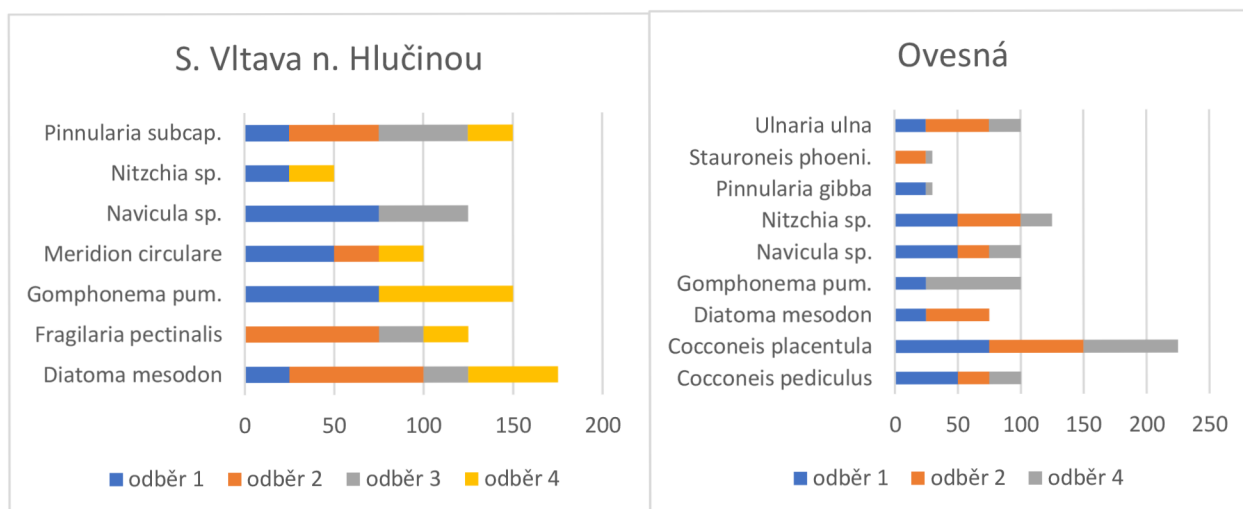
Obrázek 19: pomocný graf znázorňující, jak číst následující grafy



Obrázek 20: Výskyt dominantních taxonů, 75=DO, 50=HO, 25=OJ výskyt



Obrázek 21: Výskyt dominantních taxonů, 75=DO, 50= HO, 25= OJ výskyt



Obrázek 22: Výskyt dominantních taxonů, 75=DO, 50= HO, 25= OJ výskyt

Z grafů tak vyplývá, že dominujícími rody a druhy jsou *Gomphonema pumilum* a *Cocconeis sp.*, a to nejen z hlediska jednotlivých lokalit, ale také v průběhu celé sezony. Na všech lokalitách byl nalezen také rod *Navicula sp.* a *Nitzchia sp.*

## 6. Diskuse

### I. Fyzikálně – chemické parametry

Teplota vody při odběrech odpovídala aktuálnímu stavu počasí. Nejvyšších hodnot dosahovala v červnu, kdy byla teplota 20°C. Snižování teploty pak napomáhá zastínění částí toků. Z výsledků vyplývá, že je v oblasti Vltavského luhu v průběhu roku teplota vody spíše nižší. Důsledkem toho je pomalejší rozklad živin, který pomáhá při zachování dobrých kyslíkových poměrů oligotrofních vod (HOŘICKÁ, a další, 2020).

Hodnoty pH se pohyboval okolo 7. Nižší hodnoty nebyly prakticky zaznamenány, což by mohlo mít za následek toxické frakce kovů vyluhovaných z povodí. Některé nižší hodnoty byly zaznamenány v průběhu června 2019 na Studené Vltavě, což je přirozený efekt oligotrofních vod v okolí rašelinišť.

Výsledky specifické vodivosti, které dosahovaly v průběhu měření příznivých hodnot (40-80  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) dokazují, že procesy samočištění fungují dobře i přes zaústění nemálo zdrojů znečištění. To je dobrým předpokladem pro výskyt perlorodky říční. Vyšší hodnoty specifické vodivosti byly zaznamenány v profilu Řasnice. Zdroje zvýšené vodivosti tohoto toku najdeme v německé části povodí. Původně oligotrofní přítoky Řasnice se vyrovnávají se znečištěním z farem na svazích i v důsledku velkého přílivu turistů v zimním období a splachy ze silnic (HOŘICKÁ, a další, 2020).

### II. Zhodnocení výskytu rozsivek

Výskyt rozsivek, které indikují kyselé vody koreluje s naměřenými hodnotami pH. Ve Studené Vltavě nad Hlučinou, která měla v průběhu měření nejnižší hodnoty pH byla nalezena *Pinnularia subcapitata*. Jak lze vidět z výsledků prohlížení trvalých preparátů, její výskyt byl zaznamenán téměř výhradně v tomto profilu (Studená Vltava). Dalším acidofilním druhem je *Eunotia exigua*, která byla pozorována opět v profilu Studená Vltava ve 3. odběru. Druh *Fragilariforma virescens*, která byla pozorována ve stejném profilu (Studená Vltava) indikuje slabě kyselé čisté vody.

Výskyt druhů *Frustulia saxonica* a *Frustulia crassinervia*, které byly nalezeny na profilech Dobrá, Teplá Vltava, Studená Vltava, Chlum i Ovesná s výjimkou 3. letního odběru v průběhu celé sezony ukazuje na vysokou ekologickou kvalitu vody v oblasti Vltavského luhu. Dalším druhem, který rovněž indikuje vysokou ekologickou kvalitu je

*Psammothidium subatomides*, který byl v hojném zastoupení pozorován na profilech Dobrá a Ovesná.

### III. Výskyt dominantních druhů v průběhu sezony

Druh *Diatoma mesodon* je jedním z druhů, který byl pozorován v průběhu celé sezony ve všech profilech v hojném, ne-li dominantním zastoupení. Je to druh, kterému se daří ve slabě kyselých vodách s nízkou konduktivitou, což potvrzují také výsledky chemických parametrů vody. Jeho výskyt se zvyšuje v červnu s ústupem na konci léta a jeho pozvolným návratem na podzim.

Rod *Cocconeis* sp. preferuje alkalické vody, což opět potvrzují výsledky pH, kdy zcela chybí ve Studené Vltavě nad Hlučinou. V průběhu sezony dominoval hlavně na jaře, ale také na konci léta.

Výskyt rodu *Navicula* sp, a druhů *Ulnaria ulna* a *planothidium frequentissimum* které mají širokou ekologickou amplitudu jsem z tohoto důvodu z hodnocení vyřadila. Lze je prakticky nalézt ve všech typech vod. Tyto skupiny rozsivek dominovaly v průběhu celé sezony na všech profilech.

Čistotu vody v oblasti Vltavského luhu potvrzují i výsledky saprobních indexů z VÚV TGM. Podle zjištěných hodnot saprobního indexu spadají všechny profily do třídy neznečištěná voda, popsané jako stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích (ČSN 75 7701, 2008). Dokazuje to účinnost samočisticích procesů v toku, eliminujících i významné zdroje znečištění (HOŘICKÁ, a další, 2020).

Závěrem lze říct, že výskyt druhů indikujících vysokou ekologickou kvalitu vody, ukazuje, že Vltavský luh může být místem pro rozvoj perlorodky říční. Problematika je ale mnohem komplexnější a složitější, protože perlorodka má mnoho nároků na kvalitní detrit, geologické podloží s nízkým obsahem vápníku, zároveň ale vápník nutně potřebují pro stavbu své schránky, vodní prostředí, kde mohou probíhat přirozené vodní procesy (AOPK, 2013) aj.

## **7. Závěr**

Na šesti, respektive sedmi zkoumaných profilech ve Vltavském luhu v NP Šumava bylo odebráno 25 vzorků, ze kterých byly zhotoveny trvalé preparáty a byla na nich zkoumána rozsivková společenstva. Ta byla vyhodnocena z kvalitativního hlediska, kdy bylo celkem determinováno 48 druhů (v 31 rodech) a dalších 12 rodů. Dále z hlediska fyzikálně-chemických parametru a sezonality. Tím byly cíle práce splněny. Nižší zastoupení určených druhů bylo způsobeno, že některé skupiny rozsivek byly určeny pouze do rodů, a tak by hlubší průzkum této oblasti byl potřebný.

# Přílohy

Na šesti hlavních profilech a jednom doplňkovém v NP Šumava byly nalezeny tyto rody a druhy rozsivek, jak ukazují následující tabulky.

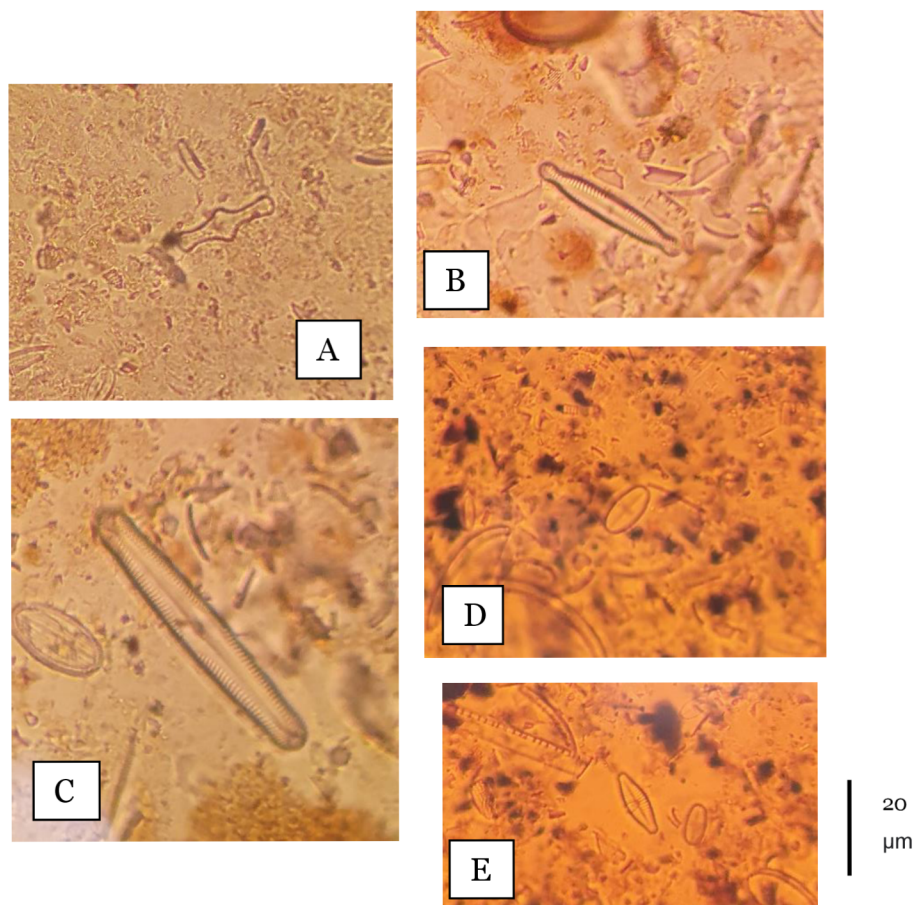
## Legenda k tabulkám

- DO – dominantní výskyt – 75-100 %
- HO – hojný výskyt – 50-75 %
- OJ – ojedinělý výskyt – 25-50 %
- VZ – vzácný výskyt 0-25 %
- Odběr 1, období 10.-12. duben 2019 (po jarním tání ledovců)
- Odběr 2, období 14.-15. červen 2019 (před nástupem léta)
- Odběr 3, období 26.-27. srpen 2019 (letní období)
- Odběr 4, období 16.-17. říjen 2019 (podzimní období)

### • 1. odběr – duben 2019

Tabulka 7: 1. odběr, jaro

DRUH/ROD	ŘASNICE	T.VLTAVA NAD ŘASNICÍ	DOBRÁ	CHLUM	STUDENÁ VLTAVA	OVESNÁ
<i>Achnanthydium eutrophilum</i>			HO			
<i>Amphora</i> sp.		OJ				
<i>Cocconeis pediculus</i>	HO		HO	HO		HO
<i>Cocconeis placentula</i>	DO	HO	DO	DO		DO
<i>Cymbella</i> sp.		OJ		OJ		
<i>Cymbopleura</i> sp.				OJ		
<i>Diatoma mesodon</i>	HO	HO	OJ	VZ	HO	OJ
<i>Encyonema</i> sp.		OJ		OJ		
<i>Eolimna minima</i>					OJ	OJ
<i>Eunotia praerupta</i>					HO	
<i>Eunotia</i> sp.			VZ		OJ	
<i>Fragilaria capucina</i>					HO	
<i>Fragilaria vaucheriae</i>		OJ	OJ			
<i>Frustulia crassinervia</i>					VZ	
<i>Frustulia saxonica</i>		VZ	VZ			
<i>Gomphonema angustatum</i>		OJ				
<i>Gomphonema parvulum</i>			OJ			OJ
<i>Gomphonema pumilum</i>	HO	HO	HO	HO	DO	OJ
<i>Hannaea arcus</i>		DO		OJ		
<i>Meridion circulare</i>	HO	OJ	OJ	OJ	HO	OJ
<i>Navicula</i> sp.	HO		OJ	HO	DO	HO
<i>Nitzchia</i> sp.	VZ	HO		VZ	OJ	HO
<i>Pinnularia gibba</i>				VZ		OJ
<i>Pinnularia subcapitata</i>			OJ		OJ	
<i>Pinnularia viridis</i>		VZ			VZ	
<i>Planothidium frequentissimum</i>	VZ	OJ	VZ	OJ		OJ
<i>Planothidium lanceolatum</i>		VZ	VZ	OJ		
<i>Psammothidium subatomides</i>						HO
<i>Tabellaria fenestrata</i>	VZ				OJ	VZ
<i>Ulnaria ulna</i>	OJ	OJ		OJ	OJ	OJ
<b>POČET</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>14</b>



Obrázek 23: A: *Tabellaria fenestrata*, Řasnice 10.4.,  
 B: *Pinnularia subcapitata*, Dobrá 12.4.,  
 C: *Pinnularia gibba*, Chlum 11.4.,  
 D: *Psammothidium subatomides*, Ovesná 11.4.,  
 pozn: D: písčité podklady, indikátor kvality  
 E: *Planothidium frequentissimum*, Ovesná 11.4.,

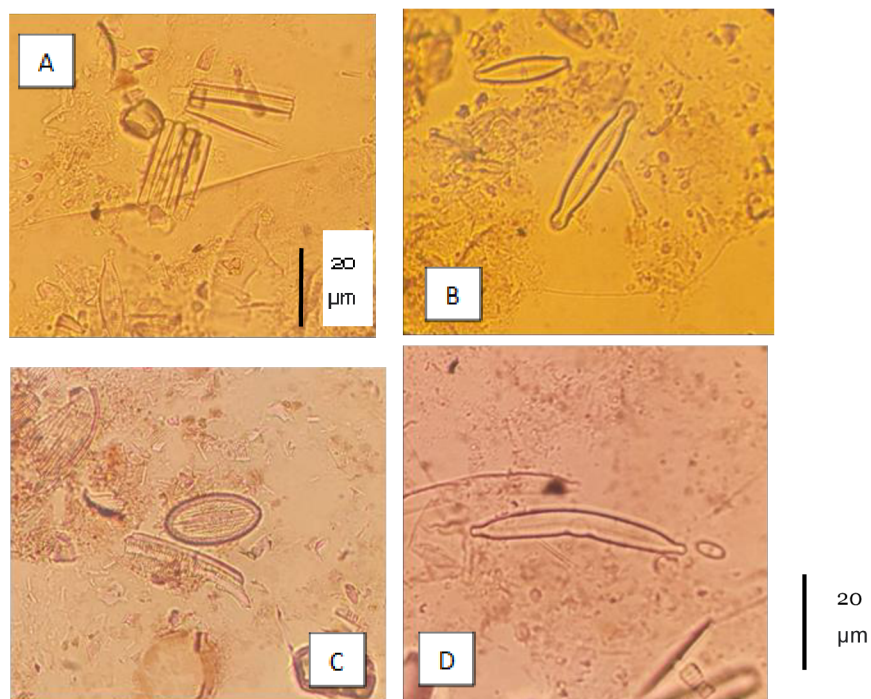
foto: autor



• **2. odběr – červen 2019**

Tabulka 8: 2. odběr, před nástupem léta

DRUH/ROD	ŘASNICE	T.VLTAVA NAD ŘASNICÍ	DOBRÁ	CHLUM	STUDENÁ VLTAVA	OVESNÁ
<i>Amphora sp.</i>	HO			VZ		
<i>Cocconeis pediculus</i>	OJ	OJ		HO		OJ
<i>Cocconeis placentula</i>	OJ	HO	OJ	DO		DO
<i>Cymbella sp.</i>		OJ				
<i>Diatoma mesodon</i>	HO	HO	OJ	HO	DO	HO
<i>Encyonema sp.</i>		HO				VZ
<i>Eunotia incisa</i>					VZ	
<i>Eunotia sp.</i>	VZ					
<i>Fragilaria pectinalis</i>				HO	DO	
<i>Fragilaria construens</i>					HO	
<i>Fragilaria sp.</i>			HO			
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	OJ	HO				
<i>Fristulia vulgaris</i>			VZ			
<i>Frustulia crassinervia</i>						VZ
<i>Gomphonema parvulum</i>					OJ	
<i>Gomphonema pumilum</i>	OJ	DO	OJ	DO		
<i>Gomphonema truncatum</i>	VZ	OJ				
<i>Hannaea arcus</i>		HO	OJ	HO		OJ
<i>Lemnicola hungarica</i>	OJ					
<i>Meridion circulare</i>	OJ		OJ		OJ	
<i>Navicula sp.</i>	HO	OJ	DO	OJ		OJ
<i>Nitzschia sp.</i>	OJ	OJ				HO
<i>Pinnularia borealis</i>			VZ			
<i>Pinnularia subcapitata</i>					HO	
<i>Pinnularia viridis</i>	OJ			VZ		
<i>Planothidium frequentissimum</i>	OJ	OJ	HO			
<i>Planothidium lanceolatum</i>	OJ	VZ	VZ			
<i>Psammothidium subatomides</i>			DO			
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	VZ	OJ			VZ	OJ
<i>Surirella sp.</i>	DO	VZ	OJ			
<i>Tabellaria sp.</i>		OJ				OJ
<i>Ulnaria ulna</i>	OJ	HO				HO
<i>Aulacoseira sp.</i>	VZ					
POČET	19	17	13	9	8	11

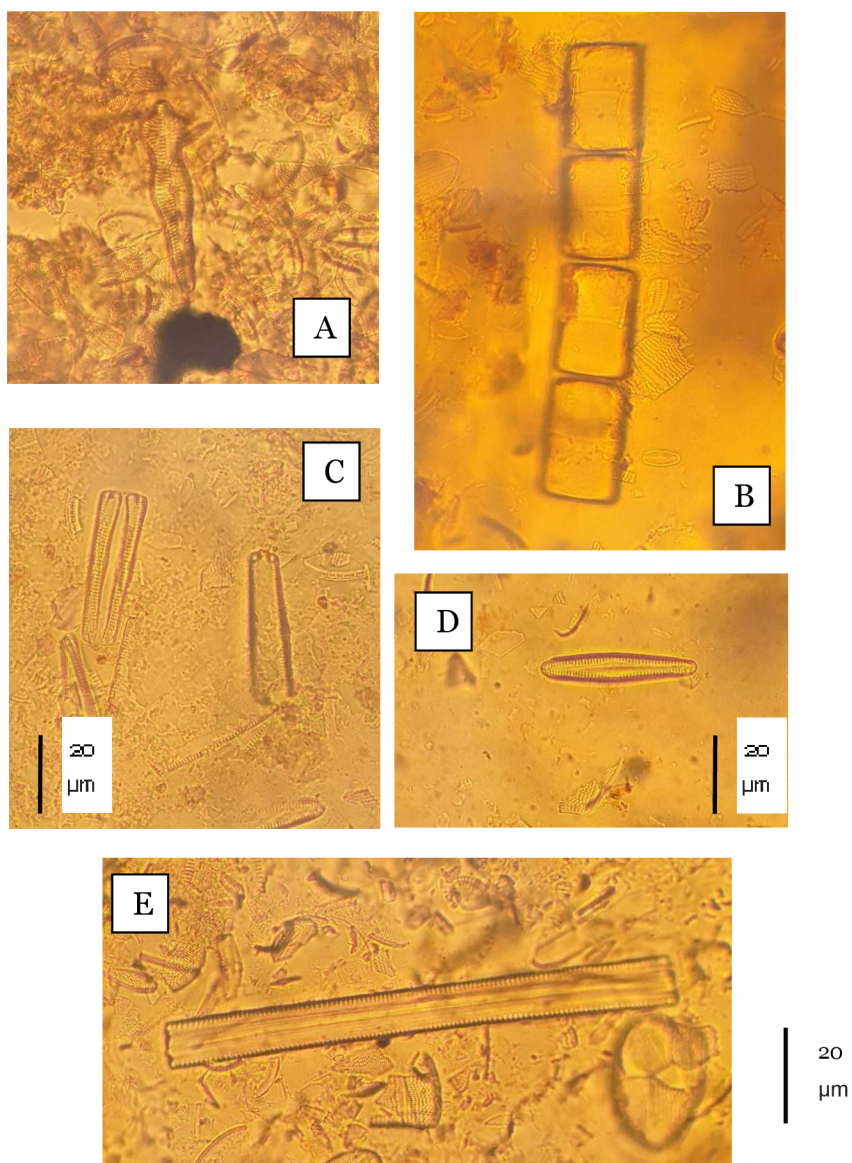


Obrázek 24: A: *Fragilaria pectinalis*, S.Vltava n. Hlučinou 15.6,  
 B: *Pinnularia subcapitata*, S.Vltava n. Hlučinou 15.6,  
 C: *Cocconeis placentula*, Chlum 15.6.,  
 D: *Hannaea arcus*, T.Vltava n. Řasnicí, 14.6., foto: autor

• **3. odběr – srpen 2019**

Tabulka 9: 3. odběr, léto

DRUH/ROD	ŘASNICE	T.VLTAVA NAD ŘASNICÍ	DOBRÁ	CHLUM	STUDENÁ VLTAVA	PĚKNÁ
<i>Cocconeis pediculus</i>						HO
<i>Cocconeis placentula</i>	DO		HO	DO	DO	DO
<i>Diatoma mesodon</i>		OJ			OJ	
<i>Encyonema sp.</i>				OJ		
<i>Eunotia exigua</i>					OJ	
<i>Fragilaria pectinalis</i>					OJ	HO
<i>Fragilariforma virescens</i>					VZ	
<i>Gomphonema acuminatum</i>	OJ					
<i>Gomphonema pumilum</i>		HO	DO	DO		OJ
<i>Meridion circulare</i>			VZ			
<i>Navicula sp.</i>	OJ		OJ		HO	HO
<i>Pinnularia subcapitata</i>					HO	
<i>Planothidium frequentissimum</i>				OJ	OJ	OJ
<i>Ulnaria ulna</i>		OJ				OJ
<i>Melosita varians</i>	HO					
<i>Aulacoseira sp</i>				OJ		
<i>Cyclostephanos dubius</i>						OJ
POČET	4	3	4	5	8	8



Obrázek 25: A: *Gomphonema acuminatum*, Řasnice, 26.8.19,

B: *Melosira varians*, Řasnice, 26.8.19,

C: *Diatoma vulgaris*, Dobrá 26.8.19,

D: *Gomphonema pumilum*, Dobrá, 26.8.

E: *Ulnaria ulna*, T.Vltava n. Řasnicí, 26.8.,

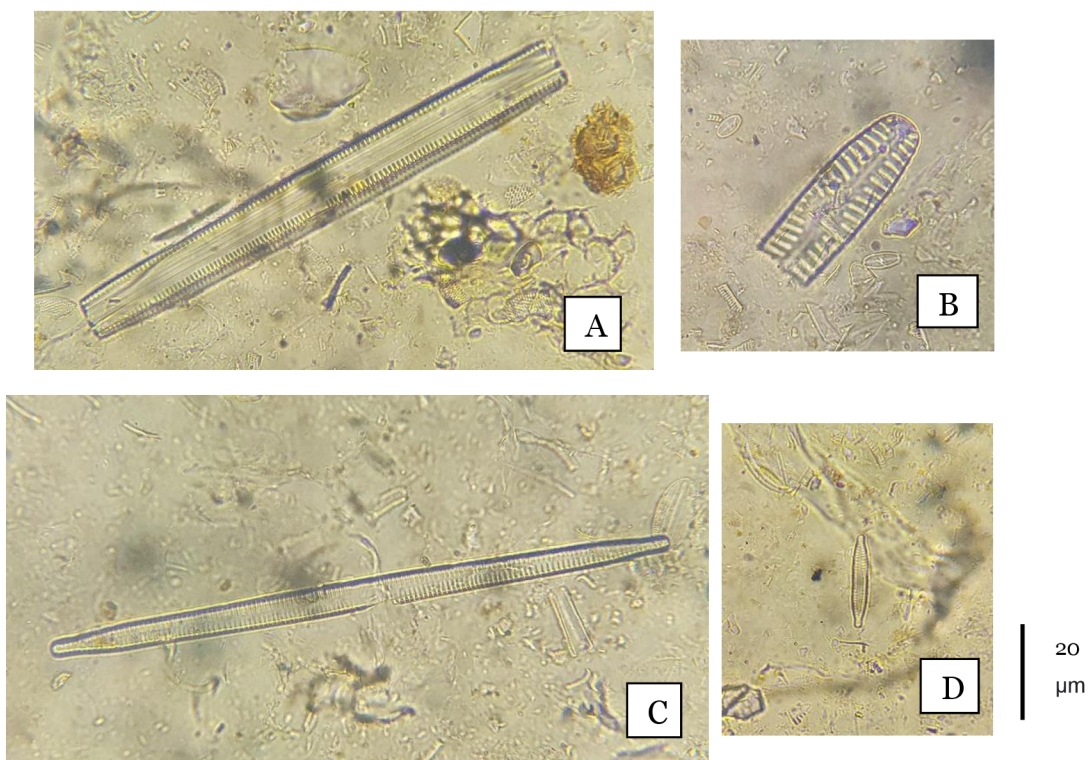
foto: autor

• 4. odběr – říjen 2019

Tabulka 10: 4. odběr, podzim

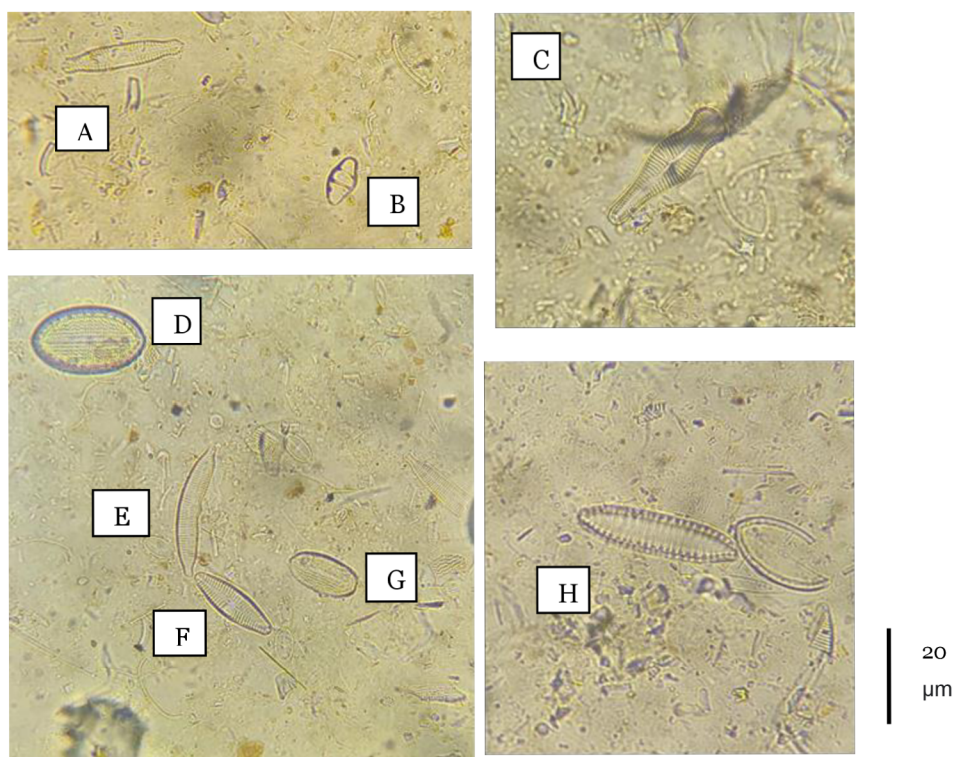
DRUH/ROD	ŘASNICE	T.VLTAVA NAD ŘASNICÍ	DOBRÁ	CHLUM	STUDENÁ VLTAVA	PĚKNÁ	OVESNÁ
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	OJ		OJ			OJ	
<i>Achnanthydium sp.</i>	HO	HO					
<i>Amphora sp.</i>		HO	HO				
<i>Cocconeis pediculus</i>		HO				OJ	OJ
<i>Cocconeis placentula</i>	HO	HO	HO	HO		HO	DO
<i>Cymbella sapera</i>			VZ			VZ	OJ
<i>Cymbella neolanceolata</i>						HO	
<i>Cymbella sp.</i>	OJ		HO				HO
<i>Cymbopleura naviculiformis</i>					VZ		
<i>Diatoma mesodon</i>	OJ				HO	OJ	
<i>Diatoma vulgare</i>	OJ				OJ	OJ	OJ
<i>Encyonema sp.</i>	HO						
<i>Eunotia incisa</i>					OJ		
<i>Eunotia sp.</i>	OJ						
<i>Fragilaria pectinalis</i>	OJ	HO			OJ		OJ
<i>Fragilaria sp.</i>							
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	OJ		OJ			OJ	
<i>Frustulia saxonica</i>				VZ			
<i>Frustulia vulgare</i>					VZ		VZ
<i>Gomphonema acuminatum</i>						VZ	VZ
<i>Gomphonema pumilum</i>	OJ	DO	DO	HO	DO	HO	DO
<i>Gomphonema truncatum</i>	VZ						OJ
<i>Hannaea arcus</i>	OJ				OJ	OJ	
<i>Hippodonta capitata</i>							OJ
<i>Meridion circulare</i>	OJ				OJ	OJ	
<i>Navicula cryptocephala</i>					OJ		
<i>Navicula sp.</i>	DO	OJ	OJ			HO	OJ
<i>Nitzschia sp.</i>	VZ	HO		OJ	OJ	OJ	OJ
<i>Pinnularia borealis</i>	VZ						
<i>Pinnularia gibba</i>						VZ	VZ
<i>Pinnularia subcapitata</i>	HO	OJ			OJ		
<i>Pinnularia viridis</i>		OJ	HO		OJ	OJ	OJ
<i>Planothidium frequentissimum</i>	HO		OJ		HO	HO	
<i>Planothidium lanceolatum</i>	OJ				OJ	HO	
<i>Psammothidium subatomides</i>	HO						
<i>Sellaphora pupula</i>						VZ	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>						OJ	VZ

DRUH/ROD	ŘASNICE	T. VLTAVA NAD ŘASNICÍ	DOBŘÁ	CHLUM	STUDENÁ VLTAVA	PĚKNÁ	OVESNÁ
<i>Surirella angusta</i>							VZ
<i>Surirella linearis</i>	VZ				VZ		VZ
<i>Surirella sp.</i>	OJ					VZ	VZ
<i>Tabellaria sp.</i>						OJ	OJ
<i>Tabularia fasciculata</i>			OJ				
<i>Tabularia fenestrata</i>				VZ	OJ	OJ	OJ
<i>Ulnaria ulna</i>	HO	OJ	OJ	HO		HO	OJ
<i>Aulacoseira sp.</i>	OJ						
<i>Aulacoseira pusila</i>						HO	
<i>Cyclostephanos dubius</i>	OJ						
<i>Cyclotella meneghiniana</i>						OJ	
<i>Melosita varians</i>	OJ			OJ			
POČET	27	11	11	7	17	26	22



Obrázek 26: A: *Ulnaria ulna* (pleurální pohled), Řasnice 16.10.,  
 B: fragment *Pinnularia viridis*, Řasnice 16.10.19,  
 C: *Ulnaria ulna* (valvární pohled), Řasnice 16.10.,  
 D: *Fragilaria vaucheriae*, Řasnice 16.10.,

foto: autor

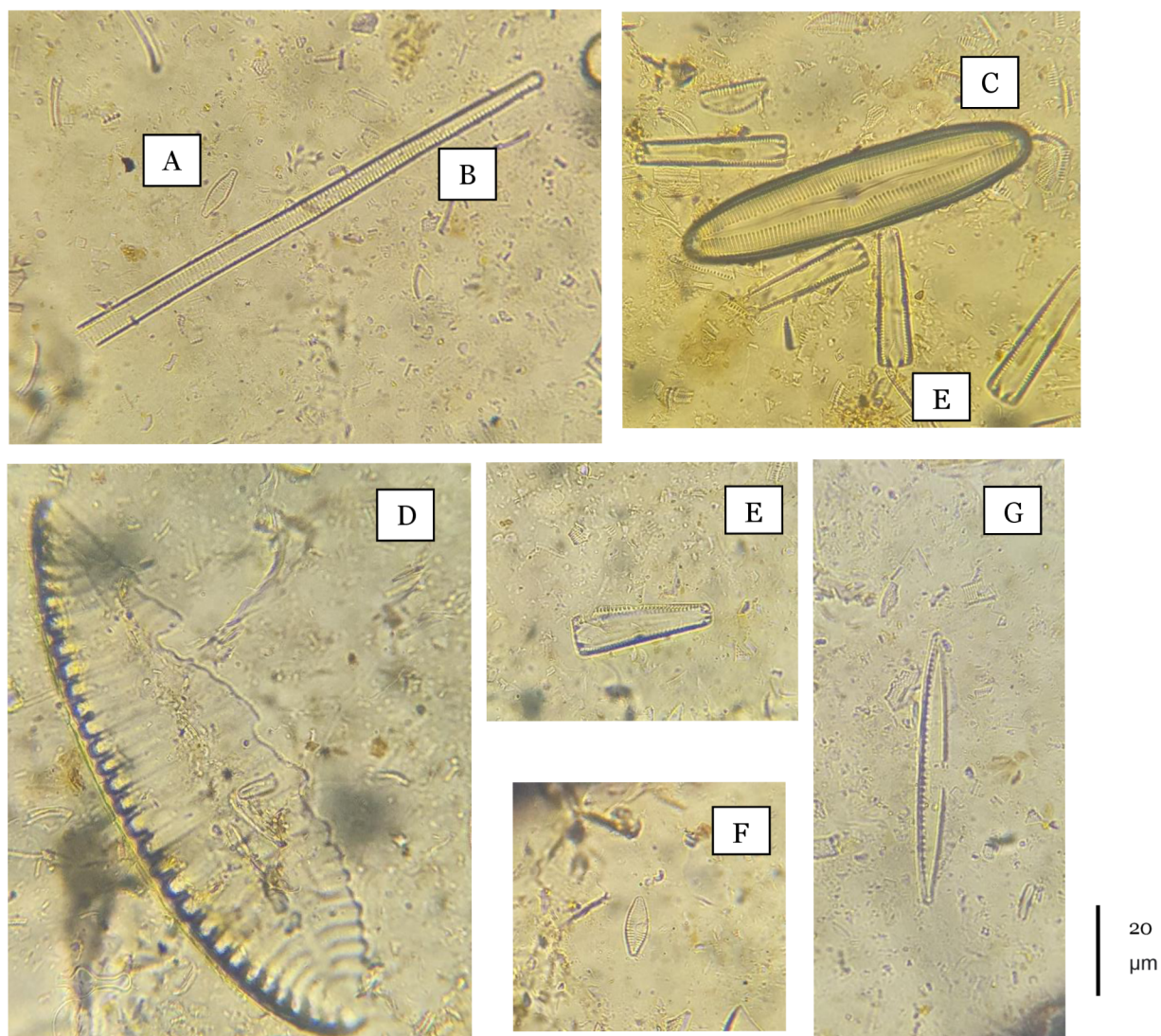


Obrázek 27: A: *Pinnularia subcapitata*,  
 C: *Gomphonema truncatum*,  
 E: *Hannaea* sp.,  
 G: *Cocconeis pediculus*,

B: *Diatoma mesodon*,  
 D: *Cocconeis placentula*,  
 F: *Planothidium frequentissimum*,  
 H: *Surirella linearis*,

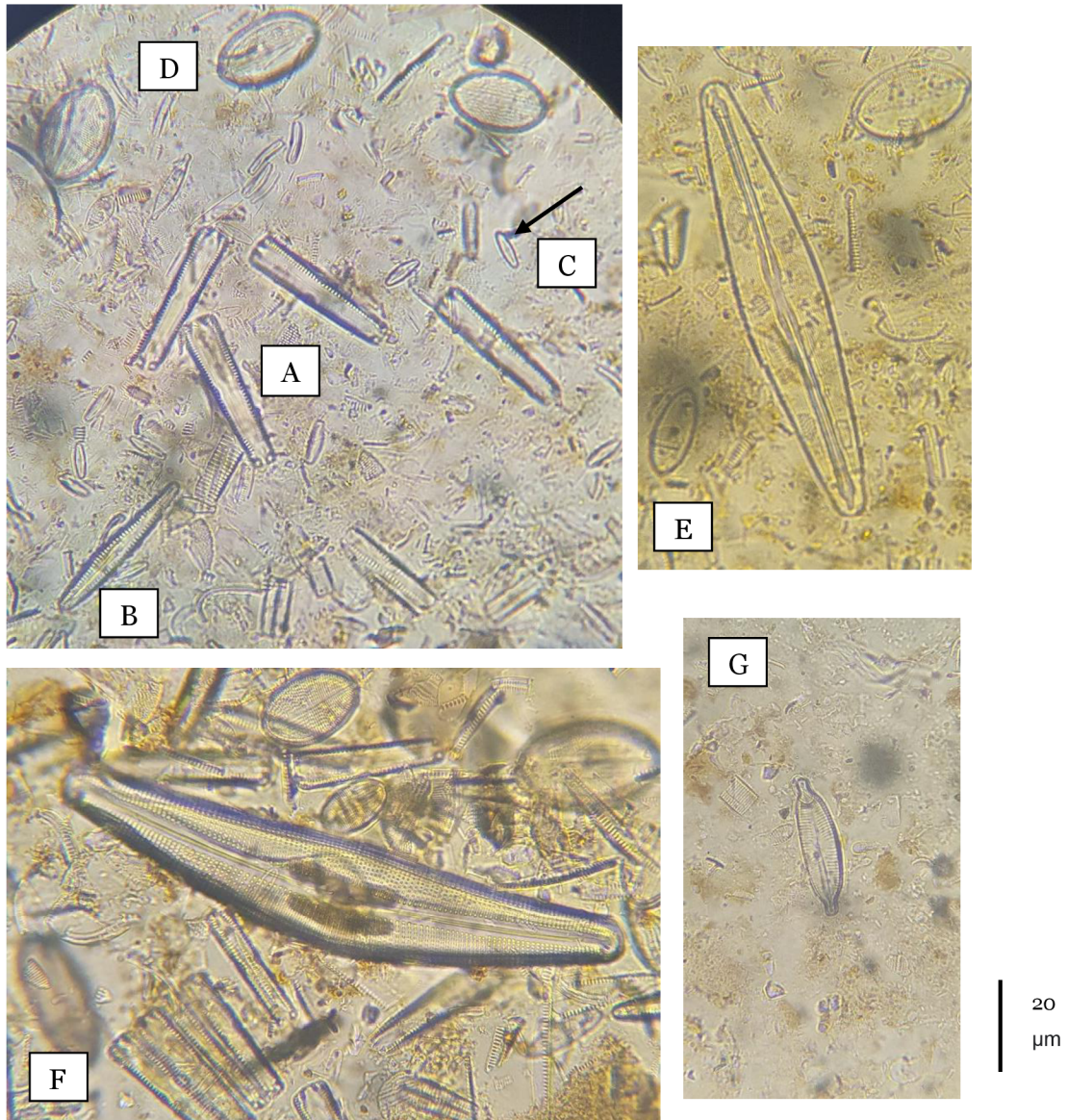
Řasnice 16.10,

foto: autor



Obrázek 28: A: *Fragilaria capucina*, Řasnice 16.10.  
 B: fragment *Ulnaria ulna*, (valvární pohled) Řasnice 16.10.,  
 C: *Pinnularia viridis*, Dobrá 17.10.,  
 D: fragment *Surirella tenera*, Řasnice 16.10.,  
 E: *Gomphonema* sp., Řasnice 16.10.,  
 F: *Planothidium frequentissimum*, Řasnice 16.10.,  
 G: *Nitzschia* sp., Řasnice 16.10., foto: autor

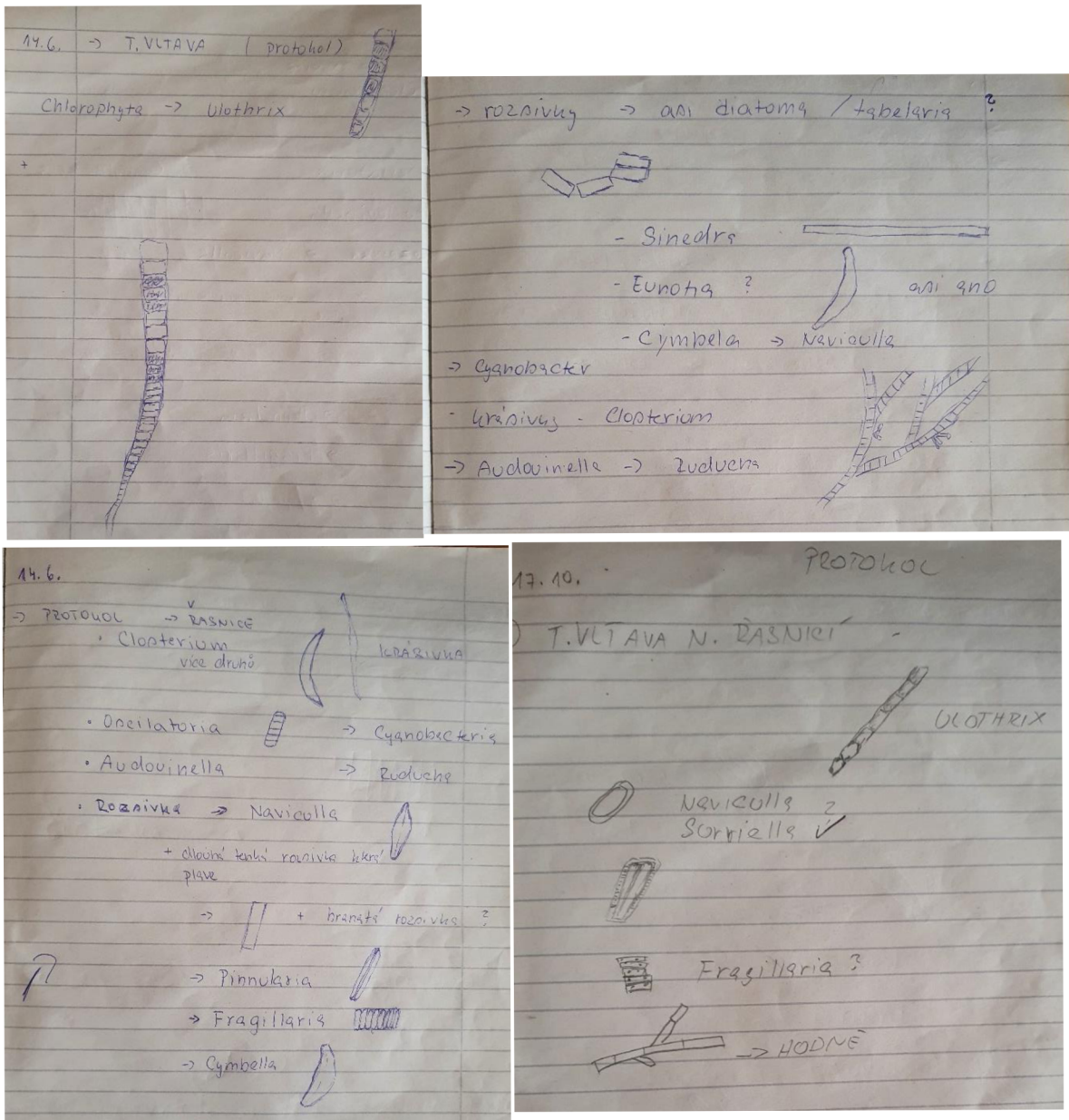




Obrázek 29: A: *Gomphonema pumilum* (pleurální pohled), T.V. nad Řasnicí 16.10.,  
 B: *Gomphonema pumilum* (valvární pohled), T.V. nad Řasnicí 16.10.,  
 C: *Achnathidium minutissimum*, T.V. nad Řasnicí 16.10.,  
 D: *Cocconeis* sp. T.V. nad Řasnicí 16.10.,  
 E: *Frustulia saxonica*, Chlum, 16.10.,  
 F: *Cymbella neolanceolata*, Dobrá 17.10.,  
 G: *Cymbopleura naviculiformis*, S.Vltava n. Hlučínou 16.10.,

foto: autor

# • Protokol k nativním preparátům



Obrázek 30: pracovní protokoly k některým profilům

## 8. Seznam tabulek

Tabulka 1: zařazení řas do systému organismů (barevně zvýrazněné zařazení rozsivek) (BALDAUF, a další, 2000) _	2
Tabulka 2: Příklady dobrých bioindikátorů (POULÍČKOVÁ, 2011)	10
Tabulka 3: Příklady bioindikátorů čisté neutrální až slabě kyselé vody a dobré ekologické kvality (KAŠTOVSKÝ, a další, 2018)	10
Tabulka 4: Lokality, barevně zvýrazněná zaměňovaná lokalita	17
Tabulka 5: Příprava 2 sad vzorků	21
Tabulka 6: Seznam nalezených taxonů	26
Tabulka 7: 1. odběr, jaro	37
Tabulka 8: 2. odběr, před nástupem léta	39
Tabulka 9: 3. odběr, léto	41
Tabulka 10: 4. odběr, podzim	43

## 9. Seznam obrázků

Obrázek 1: schéma schránky rozsivek, upraveno podle: user:Karakal (original JPG) dostupné z: <a href="https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozsivky#/media/Soubor:Diatom_scheme.svg">https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozsivky#/media/Soubor:Diatom_scheme.svg</a>	5
Obrázek 2: schéma dělení buněk, upraveno podle Mgr. Barbora Hutňan Chattová, Ph.D., dostupné z: <a href="https://is.muni.cz/el/1431/podzim2013/Bi1090/um/Rozsivky_system_2.pdf">https://is.muni.cz/el/1431/podzim2013/Bi1090/um/Rozsivky_system_2.pdf</a>	6
Obrázek 3: Vltavský luh v NP Šumava, zdroj: „© Přispěvatelé OpenStreetMap, dostupné z: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Vltavsk%C3%BD_luh">https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Vltavsk%C3%BD_luh</a>	14
Obrázek 4: zonace NP a CHKO Šumava, zdroj: AOPK, ÚSOP, podkladová data ČÚZK, Dostupné z: <a href="https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&amp;ID=1152">https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&amp;ID=1152</a>	15
Obrázek 5: místa odběrů, zdroj: arcgis.com, dostupné z: <a href="https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=356818afd36b43c1994a19896a724f3f">https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=356818afd36b43c1994a19896a724f3f</a>	16
Obrázek 6: Profilová místa, foto: Vojtěch Mrázek,	18
Obrázek 7: Odběr vzorků, 16.10. 2019, foto: Vojtěch Mrázek	18
Obrázek 8: Profilová místa, foto: Vojtěch Mrázek,	19
Obrázek 9: Profilová místa, foto: Vojtěch Mrázek.	19
Obrázek 10: 2. krok oxidace, proces odbarvení vzorku,	21
Obrázek 11: Teploty lokalit, zdroj dat: VÚV TGM	24
Obrázek 12: konduktivita sezonně, zdroj dat: VÚV TGM	25
Obrázek 13: pH lokalit, zdroj dat: VÚV TGM	25
Obrázek 14:	28
Obrázek 15: A: Aulacoseira sp, Řasnice 14.6.,	29
Obrázek 16: A: Aulacoseira pusilla, Chlum 26.8.,	30
Obrázek 17: A: Navicula sp.,	30

Obrázek 18: počty nalezených taxonů (ve 3. odběru je profil Pěkná nahrazen Ovesnou a ve 4. odběru je Pěkná vypuštěna)	31
Obrázek 19: pomocný graf znázorňující, jak číst následující grafy	32
Obrázek 20: Výskyt dominantních taxonů, 75=DO, 50= HO, 25= OJ výskyt	32
Obrázek 21: Výskyt dominantních taxonů, 75=DO, 50= HO, 25= OJ výskyt	33
Obrázek 22: Výskyt dominantních taxonů, 75=DO, 50= HO, 25= OJ výskyt	33
Obrázek 23: A: <i>Tabellaria fenestrata</i> , Řasnice 10.4.,	38
Obrázek 24: A: <i>Fragilaria pectinalis</i> , S.Vltava n. Hlučinou 15.6.,	40
Obrázek 25: A: <i>Gomphonema acuminatum</i> , Řasnice, 26.8.19,	42
Obrázek 26: A: <i>Ulnaria ulna</i> (pleurální pohled), Řasnice 16.10.,	44
Obrázek 27: A: <i>Pinnularia subcapitata</i> , B: <i>Diatoma mesodon</i> ,	45
Obrázek 28: A: <i>Fragilaria capucina</i> , Řasnice 16.10.	46
Obrázek 29: A: <i>Gomphonema pumilum</i> (pleurální pohled), T.V. nad Řasnicí 16.10.,	47
Obrázek 30: pracovní protokoly k některým profilům	48

## 10. Citovaná literatura

**ADÁMEK, Zdeněk, a další. 2010.** *Aplikovaná hydrobiologie*. 2. rozšířené přepracované vydání. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybařství a ochrany vod, 2010. ISBN 978-80-87437-09-4.

**Agronomická fakulta.** Charakteristika BACILLARIOPHYCEAE. *rybařství.eu*. [Online] Mendelova univerzita v Brně. [Citace: 12. 11 2019.] <http://rybarstvi.eu/index.html>.

**ALAN G. HILDREW, COLIN R. TOWNSEND, JEANETTE FRANCIS, KAREN FINCH. 1984.** Cellulolytic decomposition in streams of contrasting pH and its relationship with invertebrate community structure. *Freshwater Biology*. 6 1984, Sv. 14, 3, stránky 323-328.

**AOPK, ČR. 2013.** *Záchranný program perlorodky říční Margaritifera margaritifera*. 2013. stránky 77 str., přílohy 1-10.

**BALDAUF, Sandra L., a další. 2000.** A Kingdom-Level Phylogeny of Eukaryotes Based on Combined Protein Data. *Science*. American Association for the Advancement of Science, 03. 12 2000, 290.

**BATTIN, Tom J., a další. 2016.** The ecology and biogeochemistry of stream biofilms. *Nature Reviews Microbiology*. 2016, Sv. 14, stránky 251–263.

**BENNETT, Michelle. 2008.** Top 5 Plants that Inspire New Technology. *Clean Technica*. [Online] 04. 08 2008. [Citace: 04. 11 2019.] <https://cleantechnica.com>.

**BEŠTA, Tomáš, a další. 2015.** Mid-Holocene history of a central European lake: Lake Komořany, Czech Republic. *Boreas*. 2015, Sv. 44, 3, stránky 563-574.

**BHATTACHARIA, Debashish a MEDLIN, Linda. 1995.** THE PHYLOGENY OF PLASTIDS: A REVIEW BASED ON COMPARISONS OF SMALL-SUBUNIT RIBOSOMAL RNA CODING REGIONS. *Journal of Phycology*. Srpen 1995, Sv. 31, 4.

**BURKHOLDER, JoAnn M. a WETZEL, Robert G. 1990.** Epiphytic alkaline phosphatase on natural and artificial plants in an oligotrophic lake: Re-evaluation of the role of macrophytes as a phosphorus source for epiphytes. *Limnology and oceanography*. 1990, Sv. 35, 3, stránky 736-747.

**ČSN 75 7701. 2008.** Jakost vod – Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou PERLA. místo neznámé : Český normalizační institut, 2008.

**ČSN EN 13946, (757707). 2003.** *Jakost vod - Návod pro rutinní odběr a úpravu vzorků bentických.* 2003.

**EGGE, J. K. a AKSNES, D. L. 1992.** Silicate as regulating nutrient in phytoplankton. *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES.* 1992, Sv. 83, stránky 281-289.

**ELSTER, Josef a BENSON, Erica E. 2004.** Life in the Polar Terrestrial Environment with a Focus on Algae and Cyanobacteria. [autor knihy] Barry J. Fuller, Nick Lane a Erica E. Benson. *Life in the Frozen State.* 1st Edition. Boca Raton : CRC Press, 2004, str. 704.

**Evropský parlament, Rada Evropské unie. 2000.** Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Úřední věstník L 327 , 22/12/2000 S. 0001 - 0073 2000. 60/2000.

**FIELD, Christopher B., a další. 1998.** Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science.* 1998, Sv. 281, 5374, stránky 237-240.

**GEIST, Juergen. 2010.** Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of Conservation Genetics and Ecology. *Hydrobiologia.* 2010, Sv. 644, 1, stránky 69–88.

**HAUSMANN, Klaus a HÜLSMANN, Norbert. 1996.** *Protozoologie.* místo neznámé : Academia, 1996. str. 348. ISBN: 80-200-0978-7.

**HILDREW, A. G., TOWNSEND, C. R., FRANCIS, J., & FINCH, K. 1984.** Cellulolytic decomposition in streams of contrasting pH and its relationship with invertebrate community structure. *Freshwater Biology.* 6 1984, Sv. 14, 3, stránky 323-328.

**HOŘICKÁ, Z. a KLADIVOVÁ, V. 2020.** Posílení a ochrana populace perlorodky říční v NP Šumava, Část 2 – Analýzy. Průběžná zpráva za rok 2019, nepublikovaná data. 2020. Sv. Část 2 – Analýzy, stránky 30-39.

- KALINA, Tomáš a VÁŇA, Jiří. 2005.** *SINICE, ŘASY, HOUBY, MECHOROSTY a podobné organismy v současné biologii.* Praha : Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2005. ISBN 978-80-246-1036-8.
- KALINA, Tomáš. 1994.** *Systém a vývoj sinic a řas.* Praha : Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-854-7.
- KAŠTOVSKÝ, Jan a JURÁŇ, Josef. 2016.** Evoluce sinic a řas v moderním pojetí. *Živa.* Nakladatelství Academia, 2016, Sv. 6, ISSN 0044-4812.
- KAŠTOVSKÝ, Jan, a další. 2018.** *Atlas sinic a řas ČR 1.* České budějovice : powerprint, Praha, 2018. ISBN 978-80-7568-124-9.
- **2018.** *Atlas sinic a řas ČR 2.* České Budějovice : powerprint, Praha, 2018. ISBN 978-80-7568-125-6.
- LELLÁK, Jan a KUBÍČEK, František. 1992.** *Hydrobiologie.* Praha : Karolinum, 1992. ISBN: 80-7066-530-0.
- LIFE for MIREs. 2019.** LIFE for MIREs. *NP Šumava.* [Online] 29. srpen 2019. <https://life.npsumava.cz/2019/08/29/dny-pro-raseliniste-ve-vltavskem-luhu/>.
- MARVAN, P. a HETEŠA, J. 2006.** *Metodika odběru a zpracování vzorků fyto-bentosu tekoucích vod.* místo neznámé : VÚV TGM, 2006.
- Ministerstvo životního prostředí. 2004.** Ministerstvo životního prostředí. *Implementace rámcové směrnice EU.* 2004. ISBN 80-7212-273-8.
- OLIVOVÁ, Jana. 2016.** Tajemství řas a sinic. *Akademie Věd České republiky.* [Online] AVČR, 3. 7 2016. <https://www.avcr.cz/cs/o-nas/aktuality/Tajemstvi-ras-a-sinic>.
- PAVLÍKOVÁ, Irena Ing. 2014.** *Environmentální aspekty ochrany vod a půd.* Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014. str. 114. ISBN 978-80-248-3346-0.
- POULÍČKOVÁ, Aloisie. 2011.** *Základy ekologie sinic a řas.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2751-5.
- **2018.** Život ve skleníku aneb Rozsivky v akci. *Živa.* Nakladatelství Academia, 2018, Sv. 2, ISSN 0044-4812.
- REYNOLDS, C. S. 1984.** *The Ecology of Freshwater Phytoplankton.* Cambridge : Cambridge University Press, 1984. 0521282225.

**SEDLÁČEK, V. 1986.** Diatoms as Indicators of Organic Pollution. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*. 1986, Sv. 14, 5, stránky 555-566.

**STEVENSON, R. J., BOTHWELL, M. L a LOWE, R. L. 1996.** *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego : Academic Press, 1996. ISBN 0-12-668450-2.

**VANČUROVÁ, Lucie. 2009.** Kryptická diverzita rozsivek a metody pro její odhalení. *Digitální repozitář Univerzity Karlovy*. [Online] 10. 9 2009.  
<https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/25706>.

**ZATLOUKALOVÁ, Ivana. 2010.** *Stanovení minerálních prvků ve vybraných druhích sladkovodních řas*. Fakulta technologická, Ústav biochemie a analýzy potravin. , Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Zlín : Vedoucí práce Mišurcová, Ladislava., 2010. str. 88, Diplomová práce. <http://hdl.handle.net/10563/14097>.

**ZNACHOR, Petr. 2008.** Rozsivky - podivuhodné řasy v krabičce. *Živa*. Ročník 56, 2008, 1.