



Bakalářská práce

Hodnocení kvality vody v Černé Nise, Lužické Nise a Jeřici na základě druhového složení fytobentosu

Studijní program:

B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Studijní obory:

Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Zeměpis se zaměřením na vzdělávání

Autor práce:

Jan Šulc

Vedoucí práce:

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.
Katedra biologie

Liberec 2023



Zadání bakalářské práce

Hodnocení kvality vody v Černé Nise, Lužické Nise a Jeřici na základě druhového složení fytobentosu

<i>Jméno a příjmení:</i>	Jan Šulc
<i>Osobní číslo:</i>	P19001019
<i>Studijní program:</i>	B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
<i>Specializace:</i>	Přírodopis se zaměřením na vzdělávání Zeměpis se zaměřením na vzdělávání
<i>Zadávací katedra:</i>	Katedra chemie
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

Zásady pro vypracování:

1. Seznámit se s hydrobiologickou tematikou. Zvláště se zaměřit na hodnocení kvality tekoucí vody na základě fytobentosu.
2. Naučit se metodiku pro odběr fytobentosu a pro zpracování trvalého preparátu na analýzu rozsivek. Osvojit si determinaci bentických řas a sinic pomocí práce s klíčem a jejich semikvantitativní vyhodnocení.
3. Na základě získaných dat se pokusit o vyhodnocení kvality vody v odběrových místech. Porovnat rozdíly ve druhovém složení fytobentosu z odběrových lokalit.

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: Čeština

Seznam odborné literatury:

1. ADÁMEK, Zdeněk a kolektiv. *Aplikovaná hydrobiologie*. 1. vyd. Vodňany: VÚRH JU Vodňany, 2008. 256 s. Učebnice. ISBN 978-80-85887-79-2.
2. DODDS, Walter and WHILES, Matt. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology (Aquatic Ecology)* 3rd Edition. Academic Press, 2019. 998p. ISBN 978-0128132555.
3. KAŠTOVSKÝ, Jan a kolektiv. *Atlas sinic a řas ČR 1*. Praha: powerprint, 2018. 384 s. ISBN 978-80-7568-071-6.
4. KAŠTOVSKÝ, Jan a kolektiv. *Atlas sinic a řas ČR 2*. Praha: powerprint, 2018. 480 s. ISBN 978-80-7568-125-6.
5. KRAMMER, Kurt and LANGE-BERTALOT, Horst. *Bacillariophyceae Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Spektrum Akademischer Verlag, 2008), ISBN 3827419875.
6. 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.
7. LEE, Robert Edward. *Phycology*. Fifth edition. New York: Cambridge University Press, 2018. ISBN 978-1-107-55565-5.

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

Datum zadání práce: 11. října 2021
Předpokládaný termín odevzdání: 16. května 2022

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan

L.S.

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

V Liberci dne 22. října 2021

Prohlášení

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

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

Poděkování

Velké poděkování z mé strany patří RNDr. Martině Štrojsové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a pomoc při provádění odběrů a maximální vstřícnost při zpracovávání této práce. Rád bych také poděkoval rodině za jejich podporu v rámci bakalářského studia. Zvláštní poděkování také patří Ing. Dianě Šulcové za psychickou podporu při studiu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na sezónní výskyt fyto bentosu ve vybraných řekách v Libereckém kraji v okrese Liberec. Hlavní účelem této práce je získat informace o znečištění vodních toků vlivem činnosti člověka, případné sezónní rozdíly. Výzkum probíhal formou odběru vzorků na zvolených odběrových místech zkoumaných řek v různých ročních obdobích. Pro výzkum jsem zvolil celkem sedm odběrových míst na třech vybraných řekách, a to na Lužické Nise a Černé Nise vždy dvě odběrová místa a na řece Jeřici tři odběrová místa. Místa byla zvolena tak, aby bylo možné porovnat lokality, kde je vodní tok méně ovlivněn lidskou činností s místy, kde by mohlo dojít k největšímu znečištění. Odběry byly prováděny v jarních a podzimních měsících roku 2021.

Klíčová slova: fyto bentos, sinice, řasy, rozsivky, bioindikátor, tekoucí vody, Lužická Nisa, Černá Nisa, Jeřice.

Abstract

This bachelor's thesis is focused on the seasonal occurrence of phytobenthos in selected rivers in the Liberec Region in the Liberec District. The main purpose of this work is to obtain information about the pollution of waterways due to human activity, possible seasonal differences. The research took place in the form of sampling at selected sampling points of the studied rivers in different seasons. For the research, I chose a total of seven sampling points on three selected rivers, namely two sampling points on the Lužická Nisa and Černá Nisa and three sampling points on the Jeřica River. The sites were chosen to compare locations where the watercourse is less affected by human activity with places where the most pollution could occur. Collections were carried out in the spring and autumn months of 2021.

Keywords: phytobenthos, cyanobacteria, algae, diatoms, bioindicator, flowing water, Lužická Nisa, Černá Nisa, Jeřice

Obsah

Úvod	8
1. Základní pojmy	10
1.1. Fytobentos	10
1.2. Sinice a řasy	10
1.2.1. Sinice - Cyanobacteria	11
1.2.2. Řasy - Algae	11
1.3. Trofie	16
1.4. Eutrofizace	16
1.5. Saprobity	17
1.6. pH	17
1.7. Salinita	18
2. Rozsivky (Bacillariophyceae)	18
2.1. Achnanthes (Kützing)	19
2.2. Encyonema	19
2.3. Fragilaria	19
2.4. Gomphonema	20
2.5. Navicula	20
2.6. Nitzschia	20
2.7. Odontidium	21
2.8. Planorhynchus	21
2.9. Psammodictyon	21
3. Biotoxy s výskytem sinic a řas	21
3.1. Tekoucí vody	21
3.2. Stojaté vody	24
3.2.1. Jezera	24
3.2.2. Rybníky	24
3.2.3. Přehradny – údolní nádrže	24
3.2.4. Tůňe	24
3.2.5. Mokřady	25
3.2.6. Moře a oceány	25

4. Charakteristika sledovaného území	26
4.1. Černá Nisa	27
4.2. Jeřice	28
4.3. Lužická Nisa	29
5. Metodika	30
6. Výsledky	36
6.1. Kateřinky - Černá Nisa - odběrové místo č. 4	40
6.2. Stráž nad Nisou - Černá Nisa - odběrové místo č. 3	41
6.3. Oldřichov v Hájích - Jeřice - odběrové místo č. 5	43
6.4. Chrastava před ČOV - Jeřice - odběrové místo č. 6	44
6.5. Chrastava pod ČOV - Jeřice - odběrové místo č. 7	46
6.6. Liberec pod ČOV - Lužická Nisa - odběrové místo č.2	47
6.7. Bílý Kostel nad Nisou - Lužická Nisa - odběrové místo č. 1	49
7. Diskuze	51
7.1. Druhá rozmanitost	51
7.2. Antropogenní vliv prostředí	52
7.3. Zhodnocení vytipovaných lokalit	53
7.3.1. Saprobity	53
7.3.2. Trofie	54
7.3.3. Ekologický stav vod	54
8. Závěr	55
9. Použitá Literatura	56

Seznam obrázků

Obrázek 1 - <i>Achnanthydium</i>	19
Obrázek 2 - <i>Fragilaria</i>	19
Obrázek 3 - <i>Navicula</i>	20
Obrázek 4 - <i>Nitzschia</i>	20
Obrázek 5 - <i>Koncept říčního kontinua</i>	23
Obrázek 6 - <i>Mapa s vyznačenou sledovanou lokalitou</i>	26
Obrázek 7 - <i>Mapa sledované lokality - detail</i>	26
Obrázek 8 - <i>Horní tok Černé Nisy – Kateřinky</i>	27
Obrázek 9 - <i>Spodní tok Černé Nisy – Stráž nad Nisou</i>	27
Obrázek 10 - <i>Horní tok řeky Jeřice - Oldřichov v Hájích</i>	28
Obrázek 11 - <i>Spodní tok řeky Jeřice - Chrastava</i>	28
Obrázek 12 - <i>Lužická Nisa – Liberec</i>	29
Obrázek 13 - <i>Lužická Nisa – Bílý Kostel nad Nisou</i>	29
Obrázek 14 - <i>Soutok Jeřice a Lužické Nisy</i>	29
Obrázek 15 - <i>Mapa s odběrnými místy</i>	30
Obrázek 16 - <i>Lužická Nisa BK - odběr vzorků – jaro</i>	31
Obrázek 17 - <i>Lužická Nisa BK - koryto řeky - jaro</i>	31
Obrázek 18 - <i>Lužická Nisa – Liberec pod ČOV- ukládání vzorků – jaro</i>	31
Obrázek 19 - <i>Lužická Nisa – Liberec pod ČOV- koryto řeky - podzim</i>	31
Obrázek 20 - <i>Černá Nisa – Strážn/N – ukládání vzorků - jaro</i>	32
Obrázek 21 - <i>Černá Nisa – Strážn/N - koryto řeky - podzim</i>	32
Obrázek 22 - <i>Černá Nisa – Kateřinky - koryto řeky – jaro</i>	32
Obrázek 23 - <i>Jeřice - Oldřichov v/H - sběr vzorků – jaro</i>	33
Obrázek 24 - <i>Jeřice - Oldřichov v/H - koryto – podzim</i>	33

Obrázek 25 - <i>Jeřice – Chrastava před ČOV - koryto řeky – podzim</i>	33
Obrázek 26 - <i>Jeřice – Chrast. pod ČOV - koryto – podzim</i>	34
Obrázek 27 - <i>Jeřice – Chrast. pod ČOV- odběr vzorků – jaro</i>	34
Obrázek 28 - <i>Odstředivka</i>	35

Seznam tabulek

Tabulka 1 - <i>Stupnice kvality vod a jejich ekologický stav dle indexu IPS</i>	35
Tabulka 2 - <i>Naměřené hodnoty na jednotlivých odběrných místech</i>	36
Tabulka 3 - <i>Indexy kvality vody Omnidia</i>	37
Tabulka 4 - <i>Sezónnost dominant nalezených na jednotlivých odběr. místech</i>	39
Tabulka 5 - <i>Dominanty - Černá Nisa - Kateřinky</i>	40
Tabulka 6 - <i>Složení toku- Černá Nisa - Kateřinky</i>	41
Tabulka 7 - <i>Dominanty - Černá Nisa - Stráž nad Nisou</i>	42
Tabulka 8 - <i>Složení toku - Černá Nisa - Stráž nad Nisou</i>	42
Tabulka 9 - <i>Dominanty - Jeřice - Oldřichov v Hájích</i>	43
Tabulka 10 - <i>Složení toku - Jeřice – Oldřichov v Hájích</i>	44
Tabulka 11 - <i>Dominanty - Jeřice – Chrastava před ČOV</i>	45
Tabulka 12- <i>Složení toku - Jeřice – Chrastava před ČOV</i>	45
Tabulka 13 - <i>Dominanty - Jeřice - Chrastava pod ČOV</i>	46
Tabulka 14 - <i>Složení toku - Jeřice – Chrastava pod ČOV</i>	47
Tabulka 15 - <i>Dominanty - Lužická Nisa – Liberec pod ČOV</i>	48
Tabulka 16 - <i>Složení toku - Lužická Nisa - Liberec pod ČOV</i>	48
Tabulka 17 - <i>Dominanty - Lužická Nisa – Bílý Kostel nad Nisou</i>	49
Tabulka 18 - <i>Složení toku - Lužická Nisa – Bílý Kostel nad Nisou</i>	50
Tabulka 19 - <i>Hodnoty kvality vody dle IPS indexu</i>	50

Seznam grafů

Graf 1 - <i>Sezónnost dominant rozsivek</i>	38
---	----

Úvod

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na bioindikaci kvality tekoucích vod pomocí rozsivek (*Bacillariophyceae*) v tekoucích vodách. Na základě výskytu rozsivek lze určit kvalita vody v řekách. Právě sinice a řasy se používají jako bioindikátory životního prostředí, kdy lze podle jejich výskytu určit výši znečištění a rovnováhu ve sledovaném prostředí.

Pro svá pozorování jsem si vybral tři menší řeky v blízkosti svého bydliště. Odběrová místa jsem zvolil jak na horním toku vybraných řek, tak i v jejich středních tocích, abych mohl porovnat rozdíl kvality vody v závislosti na vlivu činnosti člověka. První z vybraných řek je Černá Nisa, která pramení v Jizerských horách. Zde jsem si zvolil dvě odběrová místa - první na horním toku v Kateřinkách, s předpokladem menšího vlivu činnosti člověka a druhé ve Stráži nad Nisou, kde je předpoklad vlivu vyšší. Druhou řekou je Jeřice, která stejně jako Černá Nisa pramení v Jizerských horách a na dolním toku protéká městem Chrastavou. Zde jsem si pro odběr vzorků určil celkem tři odběrová místa, a to první na horním toku řeky v Jizerských horách v obci Oldřichov v Hájích s předpokladem nejmenšího vlivu činnosti člověka, druhé v obci Chrastava v úrovni nad čistírnou odpadních vod (ČOV) s předpokladem částečného vlivu člověka a třetí pod ČOV, kde je vliv člověka předpokládám největší. Třetí - poslední řekou je Lužická Nisa, která pramení stejně jako obě předchozí řeky také v Jizerských horách. Je největší ze tří pozorovaných řek, a protože protéká z vybraných řek nejvíce osídleným územím – především městy Lučany nad Nisou, Jabloncem nad Nisou a Libercem - je zde pravděpodobnost vlivu činnosti člověka největší. Zde jsem si zvolil stejně jako u Černé Nisy dvě odběrová místa - jedno přímo v Liberci pod ČOV a druhé dál po toku řeky na okraji obce, kde bydlím, v Bílém Kostele nad Nisou.

Téma bakalářské práce - výzkum kvality vody v řekách v okolí mého domova, jsem si zvolil proto, že mi velmi záleží na životním prostředí, ve kterém žiji. Voda jako univerzální rozpouštědlo na Zemi nejen transportuje živiny, ale odnáší i zplodiny z lidských činností. Ačkoliv je většina z nezměrného množství vody vázána v oceánech (přes 97 %), ani sladké vody není na Zemi málo. Mezi hlavní typy znečištění vod počítáme eutrofizaci. Jedná se o znečištění vod živinami, látkami jinak pro růst rostlin potřebnými, které jsou většinou splachovány z polí. Při vysokých koncentracích živin narůstá nadměrně ve vodách plankton. Ten spotřebovává kyslík k dýchání a po odumření je ještě další kyslík spotřebován k rozkladu mrtvých těl. Eutrofizované vody jsou tedy často i vody bez kyslíku. Voda však může být znečištěna i dalšími látkami. Jde o ropné produkty (v mořích zejména po vymývání prázdných tankerů), sloučeniny těžkých (toxických) kovů, rezidua pesticidů z ošetřování půd a zemědělských plodin, PCB

(polychlorované bifenyly), radioaktivní látky apod. (Dirner 1997). Doufám, že má bakalářská práce mi pomůže pochopit a vysvětlit tuto problematiku znečištění vodních toků. Jelikož žiji v kraji, kde v minulosti vládl textilní průmysl. Malá, povětšinou svažitá pole byla nevhodně spojena do větších celků rozoráním mezí, které sloužily jako bariéra zabraňující splachování půdy včetně živin, mohou být očekávané výsledky velmi špatné. Na druhou stranu můžeme být překvapení vysokou kvalitou vody. Což by mělo za následek zvyšování biodiverzity a čistotu vodních toků v mém okolí.

1. Základní pojmy

1.1. Fytobentos

Fytobentos je společenstvo přisedlých sinic a řas v tekoucích vodách. Některé jsou přichycené na kamenitém podkladu, ty se označují jako epilitické neboli epiliton, jiné se vyskytují na bahnitém substrátu ve formě epipelických povlaků, jinak také epipelický perifyton a další, které porůstají povrch ponořených částí jiné vegetace respektive vodních živočichů – ty se označují jako epifytické, respektive epizoické organismy (*Hindák 1978*).

1.2. Sinice a řasy

Sinice i řasy jsou evolučně nesmírně staré organismy. Jde o jedny z nejstarších živých organismů na Zemi. Tělo sinic a řas není rozlišeno na kořen, stonek, list, ale je tvořeno stélkou. Proto jim říkáme rostliny stélkaté a řadíme je do nižších rostlin (*Pouličková, Dvořák, Hašler 2015*).

Sinice a řasy, přestože jsou tak rozdílné, mají i mnoho společného. Především, prostředí ve kterém se vyskytují a způsob získávání energie - fotosyntéza. Nejčastěji se vyskytují v různých vodních biotopech, jsou však schopné žít téměř ve všech biotopech na zemské kouli, tj. i v biotopech, jejichž podmínky jsou pro mnohé organismy extrémní.

Kromě vodních biotopů (vod tekoucích, stojatých, mořských) jsou sinice a řasy hojné v mokřadech a terestrických stanovištích: najdeme je i na vlhkých skalách, kůře stromů, stvbách, půdě a jejich druhová diverzita stoupá s rostoucí vzdušnou vlhkostí. Řasami jsou kolonizovány i ledovce a vysokohorská sněžná pole. Většina biotopů je velmi heterogenních a poskytují četné mikrobiotopy, které jsou kolonizovány různými společenstvy řas. Řasy mohou žít volně ve vodním sloupci (planktonní způsob života) nebo přisedají na rozličné substráty (sedentární, zejména bentický způsob života) (*Pouličková 2011*).

Většina sladkovodních sinic a řas je velmi malá, pouhým okem jsou viditelné jen ve velkém seskupení - např. hnědé kluzké kameny v potoce či chomáče vláknitých řas (*Pouličková, Dvořák, Hašler 2015*).

1.2.1. Sinice - *Cyanobacteria*

Sinice jsou jednobuněčné prokaryotické organismy, jejichž velikost se pohybuje v řádech mikrometrů. Nejbližšími příbuznými sinic jsou bakterie, které jsou též jednobuněčné prokaryotické organismy. Především díky činnosti sinic (tzv. oxygení fotosyntéze) máme na naší planetě atmosféru s vysokým obsahem kyslíku. Český název sinice vznikl ze slova siný, což je zastaralý výraz pro světle modrý, namodralý.

1.2.2. Řasy - *Algae*

Řasy jsou jednoduché fotosyntetizující organismy, které jsou tvořeny eukaryotními buňkami. Mezi řasy patří jednobuněčné i mnohobuněčné organismy. Některé řasy tvoří kolonie, které dosahují milimetrových rozměrů. Parožnatky, které stojí z řas vývojově nejvýše, mohou dosahovat velikosti několika centimetrů až decimetrů. V mořích pak žijí i několikametrové chaluhy (*Pouličková, Dvořák, Hašler 2015*).

Řasy se mohou rozmnožovat nepohlavně i pohlavně. Z nepohlavního rozmnožování je nejjednodušší prosté dělení na dvě buňky dceřiné. Vícenásobným dělením vznikají různé typy spor - pohyblivé a nepohyblivé. Dalším nepohlavním rozmnožováním je rozpad stélky, případně obdoba odnožování u parožnatek. Pohlavní rozmnožování zahrnuje splývání vegetativních buněk a splývání gamet (*Pouličková, Dvořák, Hašler 2015*).

Jednotlivé skupiny řas jsou vzájemně nepříbuzné.

1.2.2.1 Skrytěnky (*Cryptophyta*)

Jde z velké většiny o bičíkovce, kteří žijí v planktonu moří i sladkých vod. Ačkoli to není skupina rozsáhlá diverzitou (zahrnuje zhruba 20 rodů), mají zajímavý ekologický význam. Tyto řasy jsou vysoce odolné vůči chladu, a protože jim zůstaly zachovány v pigmentovém vybavení i fykobiliny, relativní tma (např. pod ledem a sněhem) tedy neznamená omezení jejich fotosyntézy. Ve studených nebo hlubokých vodách tvoří podstatnou složku fytoplanktonu. Jde o první jarní producenty, často jediné, jak v našich vodách, tak třeba v Severním moři, v polárních vodách dokonce vytvářejí vodní květy (*Kaštovský, Juráň 2016*).

1.2.2.2 *Haptophyta*

Český název nemají, protože se u nás až na několik kuriózních výjimek nevyskytují. Jde převážně o mořské bičíkovce. Jsou velmi zajímaví z ekologického a geologického hlediska. Svůj název získaly díky tomu, že mezi dvěma normálními bičíky mají jakýsi ošizený třetí, kterému se

říká haptonema (volně přeloženo jako tykadlo). Zajímavá je jeho funkce – zkoumání okolního prostoru a také ukotvení se k podkladu (např. v proudu). Nejvýznamnějšími zástupci jsou bičíkovci s kokolity – *Coccolithophoridales*. Ti mají povrch pokrytý kokolity - vápencem inkrustovanými disky, vypadají jako by měly brnění. Při přemnožení těchto řas vzniká v mořské vodě jev zvaný bílá voda. Tyto řasy mají obrovský globální význam, protože při tvorbě kokolitů vychytávají z vody uhličitán vápenatý, přičemž vážou velkou část oxidu uhličitého. (Kaštovský, Juráň 2016)

Dále je zde **skupina SAR** - název je složen z prvních písmen nejvýznamnějších součástí - *Stramenopila*, *Alveolata*, *Rhizaria*. Do každé z těchto tří hlavních větví spadá nějaká skupina řas.

1.2.2.3 Chlorarachniophyta (*Rhizaria*, *Cercozoa*)

Toto oddělení je nejmenší z této skupiny. Je to malá skupina mořských měňavek a bičíkovců. Žijí vzácně v mořích jako plankton (Kaštovský, Juráň 2016).

1.2.2.4 Obrněnky (*Dinophyta*) - patří do skupiny *Alveolata*.

Obrněnky proto, že mnozí z jejich zástupců nesou na povrchu buňky tzv. pancíř – sestavu celulóznic destiček, které skutečně připomínají pláty brnění. Ale ne všechny obrněnky ho mají, třeba rod *Noctiluca*, tvořící součást svítícího mořského planktonu (mají schopnost bioluminiscence), jsou zcela nahé buňky.

Obrněnky se vyskytují hlavně v mořském planktonu. Tam jejich přemnožení způsobuje jev zvaný red tide – rudý příliv, a už např. původní obyvatelé USA a Kanady věděli, že při zrudnutí mořské vody není radno pojídat plody moře, protože rudý příliv je jedovatý a jeho toxiny se zejména v měkkýších velmi hromadí. U nás žije několik desítek zástupců obrněnek, většinou v čistších stojatých vodách. Nejlépe lze poznat velkou čtyřtunou *Ceratium hirundinella* (Kaštovský, Juráň 2016).

1.2.2.5 Hnědé řasy (*Ochromytha* dříve *Chromophyta*)

Hnědé řasy tvoří největší skupinu řas v SAR, jsou součástí *Stramenopila*. Hnědé řasy jsou početnou a velmi rozmanitou skupinou řas. Jde o řasy velmi rozdílných velikostí - od mikroskopických (např. zlativky) až po desítky metrů dlouhé chaluhy. Jeden se starších názvů – *Heterokonta* – upozorňoval na skutečnost, že typicky má hnědá řasa dva bičíky, které se liší stavbou i funkcí – jeden je tažný, delší a s mastigonematy charakteristické stavby, druhý kratší, bez mastigonemat a tlačný. Toto oddělení se dále vyznačuje hnědým zbarvením buněk,

způsobeným přítomností xantofylu zvaného fukoxantin, věncovitou lamelou kolem chloroplastu, která kopíruje polohu chloroplastové DNA, a přítomností chlorofylů c.

Patří sem velká řada izolovaných vývojových linií. S těmi, které nemají zvláštní ekologický význam, se zde nebudeme zdržovat (*Pelagophyceae, Bolidophyceae, Pinguiphyceae atd.*) (Kaštovský, Juráň 2016).

Mezi nejdůležitější třídy oddělení *Ochrophyta (Chromophyta)* patří převážně:

- jednobuněčné **zlativky** (*Chrysophyceae*) žijí jednotlivě i v koloniích, některé jsou bičíkaté. Typická je pro ně zlatohnědá barva. Vyskytují se v živinami chudších, často kyselých vodách (Pouličková, Dvořák, Hašler 2015).

Velmi významní jsou mořští zástupci, sladkovodní druhy jsou typickou součástí planktonu drobnějších, čistších stojatých vod.

- nejpočetnější třídou hnědé skupiny řas jsou **rozsivky** (*Bacillariophyceae*). Jsou sladkovodní i mořské a jsou součástí fytoplanktonu a fyto Bentosu. Více pojednáno v kapitole 2.

- převážně mořské mnohobuněčné hnědé řasy - též **chaluhy** (*Phaeophyceae*), jsou jen velmi zřídka sladkovodní. Jejich velikost může být od několika centimetrů po několik desítek metrů. Chaluhy rostou většinou poblíž pobřeží v chladnějších mořích.

- **různobrvky** nebo také **žlutozelené řasy** (*Tribophyceae* dříve *Xanthophyceae*) jsou velmi zajímavou třídou z evolučního hlediska. Je to třída obvykle půdních nebo sladkovodních řas příbuzná například zlativkám a rozsivkám. Tvoří v podstatě paralelní vývojovou linii k zeleným řasám – není jich tak mnoho, ale obsahují řasy prakticky se všemi typy stélek, od bičíkovců (jednobuněčné – kokální stélka) až po makroskopické. Přestože jsou řazeny mezi hnědé řasy, postrádají hnědý pigment fukoxantin, a jsou tedy zbarveny zeleně (Pouličková, Dvořák, Hašler 2015).

- *Raphidophyceae* – malá skupina relativně velkých bičíkovců (např. rod *Gonyostomum*). Jsou typické pro lesní rybníky, kde často vznikne tak silná populace, že když si do rybníka skočíme zaplavat, jsme pokryti vrstvou přilnavého slizu. Na rozdíl od většiny hnědých řas nemají fukoxantin, takže jsou v podstatě dost zeleně zbarvení (Kaštovský, Juráň 2016).

- *Eustigmatophyceae* představují opět nepříliš početnou skupinu, převážně kokálních půdních a na vzduchu žijících druhů, některé však se značným biotechnologickým potenciálem. Od ostatních hnědých řas se liší asi nejvíc – také nemají fukoxantin a jako jediná skupina z *Ochrophyta* neobsahují chlorofyl c, ale jen a. Navíc nesou pouze jeden bičík (Kaštovský, Juráň 2016).

Další velkou skupinou jsou *Archaeplastida*. Představují evolučně nejúspěšnější skupinu řas, druhově velmi početnou, žijí téměř ve všech biotopech a hlavně se z nich vyvinuly suchozemské rostliny (Živa 2016, 2: 70–75). Patří sem poměrně izolovaná linie *Glaucophyta* a dvě zbývající skupiny – červené a zelené řasy, které jsou však daleko početnější a s daleko větším významem (Kaštovský, Juráň 2016).

1.2.2.6 Glaukofyty (*Glaucophyta*)

Je malá skupina sladkovodních mikroskopických řas. Nejzajímavější je na nich jejich endosymbióza (Kaštovský, Juráň 2016).

1.2.2.7 Ruduchy (*Rhodophyta*)

Ruduchy - červené řasy jsou nejvíce odlišné od ostatních skupin. Jsou nejen červené, ale i zelené, šedé namodralé, žluté a hnědé. Mají zajímavé pigmentové složení, zahrnující i po sinicích zděděné fykobiliny. Právě červený fykoerytrin způsobuje červené zbarvení, jenž jim dalo jméno (Kaštovský, Juráň 2016).

Ruduchy představují skupinu řas, které jsou svým výskytem vázány převážně na mořské biotopy. Většinou vytvářejí makroskopické stélky červené barvy a jsou schopny růst v hloubkách až přes 200 m. Je to umožněno díky obsahu specifických barviv a možnosti využívat modrozeleného spektra světla. Ruduchy patří k nejstarším rostlinám na Zemi. Tělo ruduch tvoří často bohatě větvená vláknitá nebo ploše listovitá stélka. Jiné druhy mohou být naopak jednobuněčné. Některé mořské ruduchy člověk odedávna využívá při přípravě pokrmů a k lékařským účelům, z jiných získává agar – gelovitou látku, která původně sloužila k přípravě různých zákusků. Dnes se tak sice používá nadále, pro moderní zpracování je však spíše charakteristická příprava živných půd pro pěstování mikroorganismů (Kučera 2006, Kaštovský, Juráň 2016).

Některé druhy ruduch tvoří velkou část korálových útesů.

Jen velmi málo druhů ruduch je sladkovodních. Preferují čisté, prudce tekoucí vody. Sladkovodní ruduchy - nejčastěji *Hildenbrandia*, jsou původcem červených skvrn na kamenech řek a potoků od hor až po nížiny (Kaštovský, Juráň 2016).

1.2.2.8 Zelené řasy (*Chlorophyta*)

Zelené řasy jsou nejpočetnější skupinou řas. Jsou předchůdci vyšších zelených rostlin. Jednobuněčné zelené řasy (bičíkovci) se vyskytují jednotlivě i v koloniích. Kolonie, které

obsahují buňky stejně staré, nazýváme cenobium. Nejznámějším zeleným bičíkovcem je *Chlamydomonas* – je oblíbeným modelovým organismem.

Zelené kokální řasy jsou typické pro plankton mělkých vod, např. našich rybníků. Některé vytvářejí 2-4-8 buněčná cenobia, jiné plochá hvězdicovitá cenobia, další mají cenobia prostorová a některé dokonce makroskopické útvary připomínající síťku, jejichž biomasa může vyplnit i celou tuň. Některé zelené řasy mají trichální (vláknitou) stélku, která může být jednoduchá nebo větvená (Pouličková, Dvořák, Hašler 2015).

Důležité jsou zde tři hlavní linie zvané obvykle zkratkou UTC – *Ulvophyceae*, *Trebouxiophyceae* a *Chlorophyceae*. Tyto tři třídy se neliší nějakým jedním spolehlivě fungujícím znakem. Že jde skutečně o tři evoluční linie, vychází především z molekulárních znaků.

- ***Ulvophyceae*** - jde převážně o mořské makroskopické řasy, jako je *Ulva* nebo *Acetabularia*. Ze sladkovodních organismů sem patří třeba žabí vlas (*Cladophora*) – velká rozvětvená vláknitá řasa, viditelná hlavně na kamenech řek a potoků či v litorálu stojatých vod.
- ***Trebouxiophyceae*** - jsou skupinou převážně kokálních jednobuněčných řas, jejichž častou doménou se staly různé terestrické biotopy. Např. zelenou barvu kůry stromů, způsobuje celý soubor různých trebouxiofytních rodů, z nichž nejčastěji se zmiňuje zrněnka (*Apatococcus*). Skupina pak byla nazvána po řase *Trebouxia*, vystupující často jako řasová složka lišejníků. Patří sem i populární *Chlorella*, řasa hojně používaná v různých doplňcích stravy nebo jako pokusný laboratorní materiál.
- Poslední, druhově nejbohatší třída ***Chlorophyceae*** obsahuje řadu vláknitých, ale zejména kokálních a bičíkatých řas. My je známe především z planktonu stojatých vod. (Kaštovský, Jurán 2016).

1.2.2.9 Streptofyty (*Streptophyta*)

Streptophyta, podobně jako jejich sesterská skupina *Chlorophyta*, zahrnují také na své fylogenetické bázi několik drobných samostatných linií, které nemají z hlediska výuky takový význam (*Mesostigmatophyceae*, *Chlorokybophyceae*, *Klebsormidiophyceae*). Důležité jsou čtyři skupiny, z toho tři patří mezi řasy

- **spájkivky** (*Zygnemophyceae*, postaru nazývané *Conjugatophyceae*) – jde o početně nejbohatší skupinu streptofytních řas. Spájkivky se nazývají podle zvláštního typu rozmnožování – spájení neboli konjugace. Spájkivky zahrnují dva stavebně odlišné typy řas –

jednoduchá vlákna, v přírodě dobře pozorovatelná i bez mikroskopu (např. šroubatka – *Spirogyra*) a jednobuněčné, většinou velmi zdobné řasy, které se česky nazývají krásivky.

- **parožnatky** (*Charophyceae*), jsou složité řasy tvarem připomínající přesličky, jsou patrně nejbližší příbuzní vyšších zelených rostlin. U nás jsou relativně vzácné. Nejčastěji se u nás vyskytuje parožnatka obecná (*Chara vulgaris*) nebo druh *Nitella flexilis* a to v neznečištěných stojatých vodách, občas porůstají dno mělkých vod i v hustých porostech.

- *Coleochaetophyceae* - jde o drobnou skupinu řas s terčovitou plochou stélkou, u nás rostou přisedle na kamenech nebo rostlinách v čistých vodách, občas se ploché kruhové stélky rodu *Coleochaete* objeví i na sklech akvárií (*Kaštovský, Juráň 2016*).

1.2.2.10 **Krásnoočka (*Euglenophyta*)**

Za svůj název vděčí výrazné světločivné skvrně (červenému očku), která je součástí světločivného aparátu, jenž zodpovídá za fototaxi, tedy pohyb za světlem. Při rozmnožování často tvoří tzv. palmeloidní stadia, buňky odvrhnou bičíky a sdruží se do skupin obalených slizem. Dobře se jim daří ve vodách bohatých na organické znečištění – např. návesní rybníky s vodním ptactvem (*Pouličková, Dvořák, Hašler 2015*).

1.3. Trofie

Trofie neboli úživnost je termín, jenž popisuje jevy související s koncentrací forem dusíku a především fosforu. Podle koncentrace fosforu lze trofii vody klasifikovat na 4 základní stupně: Úživnost Celkový P (mg/l) oligotrofie < 0,010; mezotrofie 0,010-0,035; eutrofie 0,035-0,100; hypertrofie > 0,100 (*Rulík et al. 2010*).

1.4. Eutrofizace

Pojmem eutrofizace se označuje proces, při kterém dochází ke znečištění povrchových vod živinami. U dusíku se tak zpravidla děje vlivem zemědělství, zdrojem fosforu jsou většinou komunální odpadní vody a detergenty z lidských sídel (prací prostředky a saponáty) (*Winter & Duthie 2000*). Míra zemědělského využívání krajiny a urbanizace se zvyšuje s klesající nadmořskou výškou. Hranice, pod kterou se prokazatelně projevuje antropogenní vliv, byla zjištěna přibližně ve výšce 500 metrů nad mořem (*Hlubíková 2010*). Zvýšená koncentrace živin společně s dalšími faktory, jako například s oteplením vody, vede k sezónní nadprodukcii fytoplanktonu, fytobentosu i makrofyt. Masový rozvoj bentických rozsivek a sinic má většinou jarní charakter (*Rulík et al. 2010*).

1.5. Saprobity

Saprobity je označení pro organické znečištění jeví se jako obsah organických látek schopných biochemického rozkladu. Od nejnižší po nejvyšší stupeň sapority se vody rozlišují na xeno-, oligo-, beta-mezo-, alfa-mezo-, poly-, iso-, meta-, hypera ultrasaprobny (*Sládeček & Sládečková 1996*). Organické látky můžeme podle rozložitelnosti rozdělit na lehce nebo obtížně rozložitelné a nerozložitelné, biologicky stabilní a rezistentní. O množství rozložitelných a nerozložitelných látek informuje poměr BSK₅ (biologická spotřeba kyslíku) ku CHSKCr (chemická spotřeba kyslíku), který se u dobře rozložitelných látek pohybuje v rozmezí 0,4-0,7 a u obtížně rozložitelných 0,25-0,4. V neznečištěných nebo mírně znečištěných vodách je činností mikroorganismů organický materiál rozkládán na jednodušší monomery, které mohou být využity jinými organismy. Tomuto procesu se říká samočištění a je při něm spotřebováván kyslík. Vyšší koncentrace rozložitelných organických látek ve vodě mohou při nedostatečné re-aeraci snižovat obsah kyslíku ve vodě, což negativně ovlivňuje společenstvo řas (*Rulík et al. 2010*)

1.6. pH

pH - acidifikace Hodnot pH se používá pro popisování reakce vody. Kyselost vody způsobuje nadbytek H⁺ iontů, zásaditost nadbytek OH⁻ iontů. Hodnotu pH vyjadřuje záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Reakce povrchových vod se pohybuje od pH 3 v kyselých rašelinných vodách s velkým obsahem huminových kyselin, po zásadité s pH 10 ve vodách s velkým obsahem uhličitánů (*Lellák & Kubíček 1991*). K acidifikaci neboli okyselování půdy a vody dochází zejména vlivem kyselých dešťů, které jsou způsobeny vypouštěním velkého množství polutantů, zejména oxidu siřičitého a oxidů dusíku, do ovzduší a to především spalováním fosilních paliv (*Genter 1996*). Naopak ke zvyšování pH dochází vlivem intenzivní fotosyntézy, kdy je odčerpáván oxid uhličitý (*Ambrožová 2003*). Výkyvy hodnot pH ve vodách způsobují změny v toxicitě kovů (Cd, Cu, Zn, Pb, Ag, Mn, Hg) (*Genter 1996*). Snižování pH působí toxicky pro halofilní organismy, zvyšování pH 18 pro acidofilní. Tím bývá narušena přirozená rovnováha biotopu. Extrémní acidifikace vede až k úhynu ryb (*Rulík et al. 2010*).

1.7. Salinita

Salinita popisuje obsah rozpuštěných solí ve vodách. S jeho zvýšením klesá počet druhů, až nakonec zůstávají pouze halofilní druhy (u rozsivek jsou to např. *Navicula salinaria* a *N. halophila*) (Lellák & Kubíček 1991). Salinita sama o sobě může být formou anorganického stresu ovlivňováním osmotické bilance (Genter 1996).

2. Rozsivky (*Bacillariophyceae*)

Rozsivky jsou nejpočetnější třídou hnědé skupiny řas. Celkový počet je odhadován na více než 100 000 druhů. Jsou dominantou stojatých i tekoucích vod. Jsou jednobuněčné i koloniální (některé kolonie připomínají vlákna), olivové až hnědé barvy. Buňky typických geometrických tvarů jsou dvojího typu: centrické (radiálně souměrná schránka) a penátní (dvoustranně souměrná schránka). Buňka je dobře chráněna dvoudílnou křemičitou schránkou. Do druhů se určují v trvalých preparátech po spálení živého obsahu v koncentrovaných kyselinách.

Rozsivky jsou bioindikátory jakosti vod, protože mají vyhraněné ekologické nároky, což umožňuje posuzovat podle nich kvalitu povrchových vod (Pouličková, Dvořák, Hašler 2015).

Bentické rozsivky se jako indikátory různých stavů zatížení tekoucích vod používají od začátku 20. století. Nejdříve byl největší důraz kladen na saprobní znečištění, od poloviny devadesátých let byly také tvořeny způsoby posuzování stupně trofie, salinity a kyselosti vody. Toto vedlo nejen ke zvýšenému zájmu o bentické rozsivky jako bioindikátory v tekoucích a stojatých vodách, ale také k popsání nových taxonů a zpřesnění znalostí autekologických vztahů mnoha druhů (Lange-Bertalot 2011).

Rozsivky se rozmnožují především nepohlavně, přičemž dojde k rozdělení protoplastu (buňky), oddálení obou částí buňky a následně si každá z původních polovin frustuly (schránky rozsivky) dotvoří druhou část (menší – hypotéku). Poté, co dojde po několika cyklech ke zmenšení rozsivky na minimální možnou velikost, rozmnoží se pohlavně. (Schubert & Lellák, 1973).

Rozsivky jsou nejrozšířenější skupinou a osidlují rozmanité množství biotopů. Můžeme je najít v povrchových vrstvách zeminy, na smáčených skalách, v epifytických společenstvech, nebo rovněž na spodní straně ledových ker (Kalina & Váňa 2005). Vyskytují se ve všech typech vodních biotopů jako součást fytoplanktonu a jako dominantní složka jsou zastoupeny především v bentických společenstvech (Stevenson 1996).

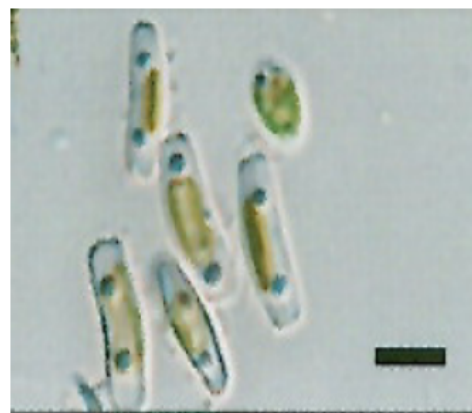
2.1. *Achnanthydium* (Kützing)

Schránky mají většinou malých rozměrů. Tvarově variabilní, konce mohou být zakulacené, kulovité nebo mírně rozšířené. Z bočního pohledu jsou často zahnuté. Zástupci často žijí přisedle pomocí slizových stopek, nejčastěji v tekoucích vodách (Kaštovský *et al.* 2018).

Např. *Achnanthydium eutrophilum*, *Achnanthydium kranzii*, *Achnanthydium lanceolatum*, *Achnanthydium minutissimum*, *Achnanthydium saprophilum*

Obrázek 1

Achnanthydium



(Pouličková, Dvořák, Hašler 2015)

2.2. *Encyonema*

Rozsivky ledvinovitěho tvaru na koncích s kapkovitými okraji. Termální konce štěrby zahnuté směrem dolů – vypadá to, jako by koutky úst směřovaly směrem dolů - jako by se mračila. Je to důležitý taxonomický znak, který tento rod odlišuje od rodu *Cymbella*. Vyskytuje se v bentosu jako volně žijící, častěji tvoří kolonie ve slizových trubicích (Kaštovský *et al.* 2018).

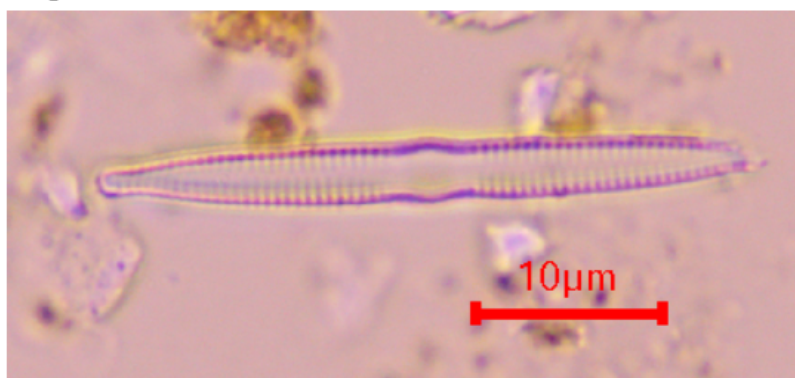
Např. *Encyonema minutum*, *Encyonema silesiacum*

2.3. *Fragilaria*

Heterogenní, tvarově variabilní rod, obecně stopky rovné až kapkovité. Středové sternum přítomno. Centrální oblast vyhnutá na jednu či obě strany. Žaliva buňka tvoří pásovitě kolonie, spojené pomocí drobných okrajových trnů. Rozsivky tohoto rodu jsou převážně planktonní (Kaštovský *et al.* 2018).

Obrázek 2

Fragilaria



(Černá Nisa, Stráž nad Nisou, 8.11.2021)

Např. *Fragilaria capucina*, *Fragilaria vaucheriae*

2.4. *Gomphonema*

Tvar mají symetrický k podélné ose, klínovitý až kyjovitý. Nejsou přítomny podélné kanálky, strie většinou nepravidelné, často přítomno izolované stigma v centrální oblasti. Druhově velmi bohatý rod s různorodými ekologickými nároky (Kaštovský *et al.* 2018).

Např. *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema minutum*

2.5. *Navicula*

Buňky žijí jednotlivě, mají dva chloroplasty. Tvar buňky variabilní, nejčastěji eliptický až lanceolátní. Konce buňky taktéž variabilní – špičaté, kulovité i zakulacené. Centrální konce štěrbin mírně otočeny k jedné straně. Strie tvořeny lineolátními (podélně prodlouženými) areolami. Toto je hlavním znakem tohoto rodu. Dříve byl tento rod nejpočetnějším, v současné době mnoho z nich bylo odděleno do samostatných nových rodů nebo přemístěno do starších již existujících rodů (Kaštovský *et al.* 2018).

Např. *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula gracilit*

Obrázek 3
Navicula



(Pouličková, Dvořák, Hašler 2015)

2.6. *Nitzschia*

Velmi variabilní rod s mnoha druhy, které se poměrně obtížně určují. Schránky nejčastěji rovné či ohnuté. Konce variabilní. Kanálkové štěrbin v kýlu, uložené centrálně či transapikálně posunuté, s výraznými tečkami (fibuly). Strie variabilní, od v optickém mikroskopu nerozlišitelných až po strie se zřetelnými areolami. Zástupci mohou tvořit kolonie různých tvarů. Nejvyšší bohatost rod vykazuje v organicky znečištěných vodách (Kaštovský *et al.* 2018).

Např. *Nitzschia linearit*,
Nitzschia gracilis,
Nitzschia palea

Obrázek 4
Nitzschia



(Pouličková, Dvořák, Hašler 2015)

2.7. *Odontidium*

Schránky eliptické až lineární, konce někdy mírně kulovité. Stopky s výraznými a křemíkem silně vyztuženými žebry. Na stopce může být viditelná pseudoštěrbina. Boční pohled vždy pravouhlý, obdélníkový, nikdy klínovitý (na rozdíl od rodu *Meridion*). Častá tvorba rovných, pásovitých nebo „cik-cak“ řetízkových kolonií. Za živa buňky obsahují velký počet diskovitých chloroplastů (*Kaštovský et al. 2018*).

Např. *Odontidium mesodon*

2.8. *Planothidium*

Schránka heterovální, eliptická až lanceolátní. Konce mohou být zakulacené, mírně rozšířené nebo kulovité. Strie jsou radiální. Mnoho druhů má na stopce bez štěrbiny asymetrickou centrální oblast s výraznou oblastí bez strií, často ve tvaru podkovy, která může být i dutá (*Kaštovský et al. 2018*).

Např. *Planothidium lanceolatum*, *Planothidium frequentissimum*

2.9. *Psammothidium*

Schránka eliptická, elipticko lanceolátní nebo lineárně eliptická. V pleurálním pohledu zakřivené. Konce široce zakulacené. Strie podobné na obou stranách. Strie jsou velmi jemné a radiální (*Kaštovský et al. 2018*).

Např. *Psammothidium subatomoides*

3. Biotopy s výskytem sinic a řas

3.1. Tekoucí vody

Počátkem každého toku je pramen. Pramen představuje rozhraní mezi podpovrchovou a povrchovou vodou. Chemismus vody je silně ovlivněn podložím, teplota je stálá a většinou nízká. Rozlišujeme tři základní typy pramenů:

- **limnokreny** - malé tůňky (studánky) s vývěrem na dně. Zastíněné studánky osidlují rozsivky *Surirella*, *Campylodiscus*, nezastíněné zelené řasy *Draparnaldia*, *Tetraspora*

- **reokreny** - klasické prameny typu strouha s kameny a mechorosty. Řasová společenstva jsou na stinných místech tvořena rozsivkami a ruduchami *Batrachospermum*, na světle zelenými řasami *Draparnaldia*

- **helokreny** - pramenné mokřady - voda prosakuje na větší ploše porostlé mechorosty. Společenstva řas musí tolerovat kolísání vlhkosti s občasným vysušením. Dominantní jsou zde rozsivky *Pinnularia*, *Hantzschia*

Z pramene pokračuje tok pramennou stružkou, bystrinou a dále pokračuje jako potok, říčka, řeka až veletok. Vodní toky mohou být přirozené (většina) a umělé.

Základní charakteristikou toku je průtok - tj. množství vody, které proteče daným profilem za sekundu. Rychlost proudu je ovlivněna tvarem koryta, charakterem dna a břehů, množstvím unášených částic a spádem. Zvyšuje se při povodních a ve vodopádech.

Teplota vody v tocích je stálejší než u stojatých vod, její denní oscilace nejsou výrazné. Teplotní režim toků silně ovlivňuje údolní nádrže a přehrady. Přehrady se spodní výpustí tok ochlazují, přehrady s přepadem ho oteplují.

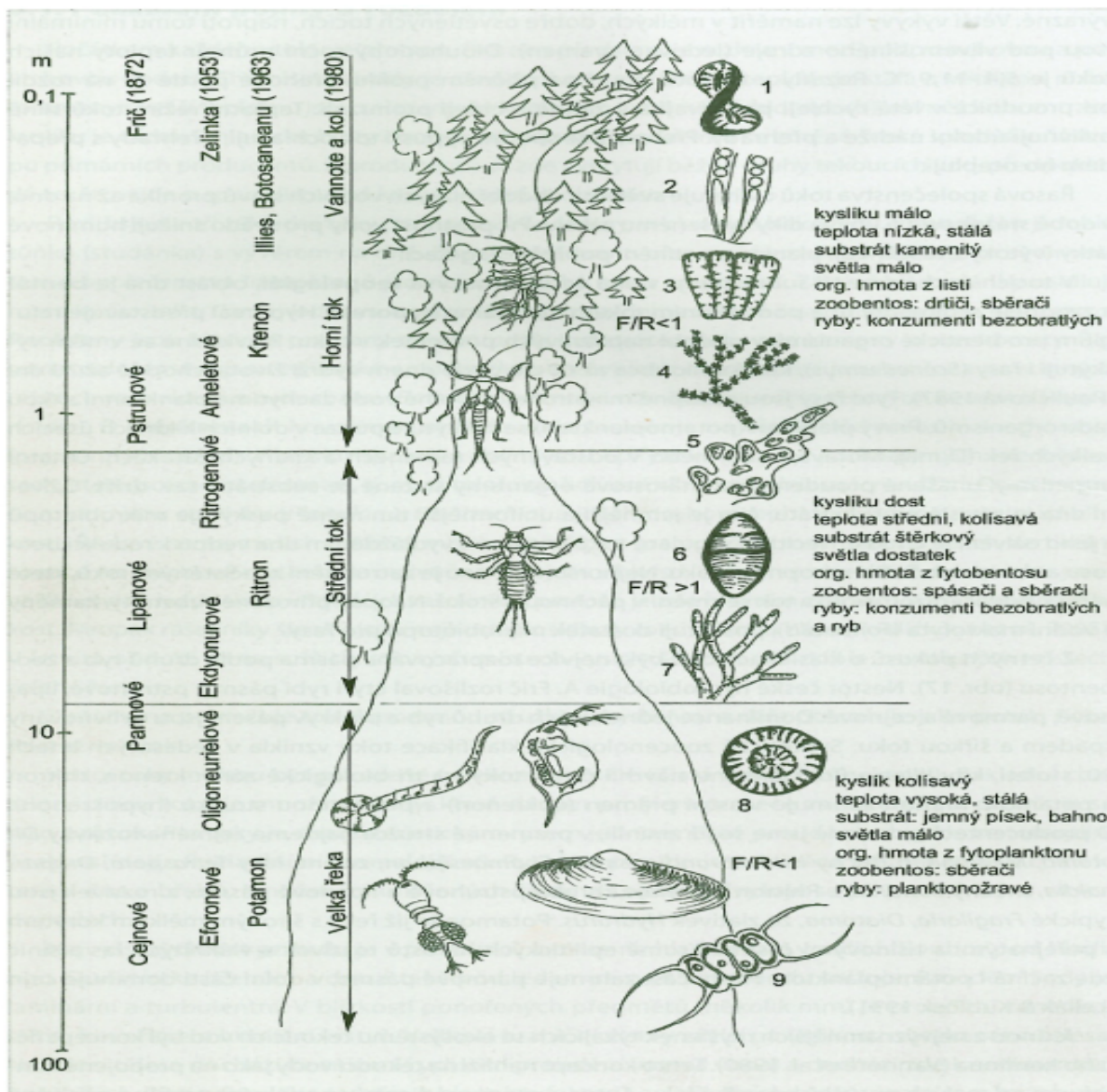
Řasová společenstva toků ovlivňuje světlo. Propustnost vody pro světlo snižují huminové látky (výtoky z rašelinišť), plankton a stínění pobřežní vegetací.

Pravý plankton se vyskytuje pouze v dolních klidných úsecích velkých řek (Dunaj, Morava, Labe) nebo v odstavených ramenech a klidných zátokách. Ostatní organismy, unášené proudem, jsou nárostové organismy stržené ze substrátu. Oživení dna je závislé na substrátu, čím je jemnější, tím méně poskytuje mikrobiotopů a jeho oživení je chudší. Necitlivé regulace toků spojené s vydlážděním dna vedou k redukci bentosu a tím i samočisticí schopnosti toku. Naopak přirozené substráty, kameny a vodní makrofyty poskytují dostatek mikrobiotopů pro řasy.

Jednou z nejvýznamnějších myšlenek týkajících se ekosystému tekoucích vod byl koncept říčního kontinua (Vannote et al. 1980). Tento koncept nahlíží na tekoucí vody jako na propojené kontinuum od malých potůčků po velké řeky. Autor vymezil gradienty v podélném profilu a příslušná společenstva (Obrázek 5). Primárním zdrojem uhlíku v horních, zastíněných úsecích toků je listový opad ze zapojených lesních porostů. Níže po toku přibývá světla a produkce uhlíku se účastní fytobentos. V největších řekách fytobentos ustupuje planktonu (Pouličková 2011).

Obrázek 5

Koncept říčního kontinua



Zjednodušená syntéza několika přístupů ke členění biocenóz toků od Fričovi klasifikace podle ryb přes Zelinkovu klasifikace podle jepic (Lellák a Kubiček 1991) až po koncept říčního kontinua dle Vannote et al. 1980. Stupnice znázorňuje šířku toku v metrech, F/R představuje poměr fotosyntézy a respirace. Charakteristickými řasami jednotlivých úseků jsou: 1,3,6,8 – rozsivky (*Surirella*, *Meridion*, *Diatoma*, *Cyclotella*), 2 – sinice (*Chamaesiphon*), 4 – rouduchy (*Batrachospermum*), 5 – zlativky (*Hydrurus*), 7, 9 – zelené řasy (*Cladophora*, *Scenedesmus*). Ve schématu je určité zjednodušení, protože např. rybí pásma se v různých tocích překrývají. V principu lze tak rozdělit na tři důležité oblasti - horní tok – stínomilné řasy (rozsivky, rouchy, sinice) a jejich produkce je nízká. Prosvětlená střední část toku – zde je fytozobentos nejproduktivnější – přibývají na světlo náročné zelené řasy. V dolních úsecích pomalu tekoucích řek převažuje produkce potamoplanktonu závislá na stupni zákalu. Velikostní poměry vyobrazených organismů neodpovídají skutečnosti (Pouličková 2011).

3.2. Stojaté vody

3.2.1. Jezera

Jezero je přírodní, stálá vodní nádrž, kde chybí jednosměrné proudění, z hlediska koloběhu látek je ekosystém uzavřenější, má výraznější teplotní a kyslíkový režim. Celková morfologie jezera (hloubka, tvar, umístění v krajině) ovlivňuje celou řadu důležitých parametrů, mezi nimi i produktivitu a složení řas. Jezera podléhají vývoji a stárnou. Dobrymi indikátory vývoje jezera jsou zejména rozsivky a zlativky (*Pouličková 2011*).

3.2.2. Rybníky

Rybníky jsou nejpočetnějším biotopem stojatých vod u nás. Jsou to mělké, hrazené vypustitelné umělé nádrže. U mělkých rybníků může světlo dosahovat až na dno, zde by se společenstvo vodního sloupce nemělo nazývat planktonem, ale spíše pseudoplanktonem. V našich podmínkách jsou rybníky míchány větrem (polymiktické) a jejich biota je ovlivněna typem obhospodařování. Produkční rybníky jsou většinou eutrofní (plankton je tvořen zelenými řasami a sinicemi.) až hypertrofní. U nás častým typem rybníčků jsou návesní „požární nádrže“, mnohdy s kachnami, kde jsou běžná krásnoočka (*Pouličková 2011*).

3.2.3. Přehradý – údolní nádrže

Přehradý jsou umělé hrazené hluboké vodní nádrže s větší průtočností. Mají přechodný charakter mezi tekoucí a stojatou vodou. Nádrže s menším průtokem se chovají jako jezera, nádrže s větším průtokem jsou bližší pomalu tekoucí řece (*Pouličková 2011*).

3.2.4. Tůně

Tůně jsou drobné, nevypustitelné vodní nádrže přirozeného nebo umělého původu a dělí se na permanentní a periodické. Mohou to být i zbytky některých mrtvých ramen řek. Nacházejí se v nivách nížinných řek, kde bývají pravidelně zaplavovány říční vodou, jiné tůně jsou syceny pramenným vývěrem. Tůně mohou mít i velkou relativní hloubkou (v poměru k ploše). Mělké tůně mívají vyvinuta litorální společenstva. Proces stárnutí tůní zahrnuje postupné zazemňování a zarůstání rákosinami a nakonec se tůň mění v podmáčenou louku (*Pouličková 2011*).

3.2.5. Mokřady

Mokřady zahrnují mělké vodní biotopy a vodou saturované půdy s anaerobními podmínkami, periodickými fluktuacemi vodní hladiny a unikátní flórou a faunou. Představují přechodná hydroterestrická stanoviště a nabízí škálu substrátů a mikrobiotopů pro rozvoj bentických řas. Mokřady se nachází na všech kontinentech s výjimkou Antarktidy, ve všech klimatických pásech a liší se hydrologií, geomorfologií, vegetací, půdním typem a hydrochemií. Produkce mokřadů je extrémně vysoká, organické látky se hromadí ve formě detritu (*Pouličková 2011*).

3.2.6. Moře a oceány

V oceánech různých klimatických pásem se nachází charakteristický fytoplankton. Rozdíly jsou též mezi otevřeným oceánem a pobřežní zónou. Mořský plankton není rozptýlen rovnoměrně, ale vytváří shluky oválného tvaru o průměrné velikosti 30 x 40 mil. I v mořích - na jejich pobřeží se nachází fytobentos, jeho složení je velmi rozdílné nejen kvůli rozdílným klimatickým podmínkám, ale i podle expozice vlnobití a to od silně po slabě exponované (*Pouličková 2011*).

4. Charakteristika sledovaného území

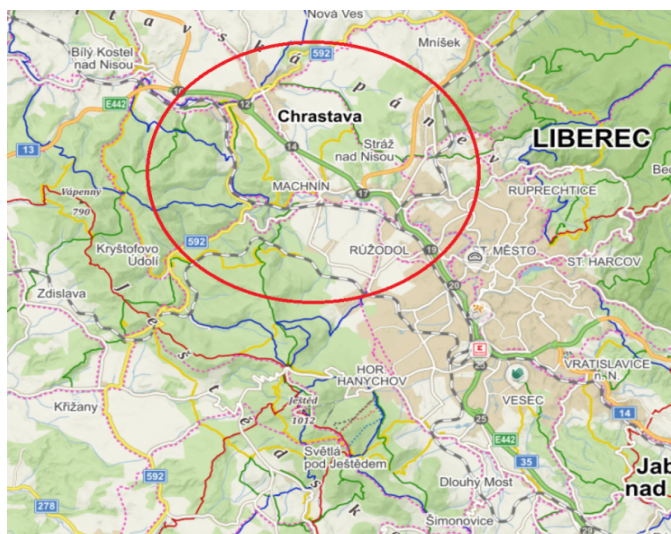
Vybrané sledované řeky Černá Nisa, Jeřice a Lužická Nisa se nachází na severu České republiky v Libereckém kraji v okrese Liberec (obr. 6). Sledované území - vybrané úseky řek - leží od rozhraní obce Bílý Kostel nad Nisou a města Chrastavy po severozápadní okraj města Liberce (obr. 7).

Obrázek 6 *Mapa s vyznačenou sledovanou lokalitou*



(MAPY.CZ 2022)

Obrázek 7 *Mapa sledované lokality - detail*



(MAPY.CZ 2022)

Geologické podloží sledovaného území je z části tvořeno hlubinnými vyvřelinami (žulami) - jedná se o horní tok řeky Černé Nisy, Jeřice a část toku Lužické Nisy, ve zbyvajících částech je tvořeno převážně písky a štěrky (ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA 2022).

Typické půdy krajiny Jizerských hor, kde pramení námi vybrané řeky, jsou modální podzoly, modální kryptopodzoly, často zrašelinělé a dystrické kambizemě. Na plošině Jizerských hor jsou hojné organozemě typu vrchovišť, na které místy navazují organozemní gleje (Culek, 1995).

Všechny tři vybrané řeky lze charakterizovat, vzhledem k průběhu jejich řečiště, jako řeky středohorské. Na rozdíl od vyložené horských řek, které jsou charakterizovány povětšinou velmi prudkým a spádem řečiště a hrubými splaveninami, je zde spád již méně prudký, úseky mělké se střídají s hlubšími a vytvářejí se místy tiché zátoky. Balvany a hrubší štěrk jsou pevně zaklíněny ve dně. Kameny v řečišti jsou často porostlé mechy, v klidnějších místech se zachycují porosty rostlin. Vyjímkou jsou horní toky řeky Černé Nisy a Jeřice. V těchto úsecích by bylo vhodnější je charakterizovat spíše jako řeky horské (Šrámek-Hušek 1958).

4.1. Černá Nisa

První ze tří sledovaných řek je Černá Nisa, která pramení v západní části Jizerských hor. Po Jeřici, která je druhou ze sledovaných řek, je druhým nejvýznamnějším přítokem třetího sledovaného toku - Lužické Nisy. Jde o řeku s převážně bystrinným charakterem s balvanitým řečištěm a poměrně velkým spádem. Na horním toku Černé Nisy jsou postaveny dvě vodní nádrže - velká - vysloveně na horním toku Černé Nisy - vodní nádrž Bedřichov (v Čechách nejvýše položená přehradní nádrž) a druhá podstatně menší vodní nádrž Rudolfov, přímo v osadě Rudolfov. V horní části toku je řečiště Černé Nisy přirozené s břehy místy porostlými vrbami a jívami, místy zpevněné kameny, ve střední a dolní části toku v blízkosti domů a zahrad dokonce zpevněné kamennými opěrnými zdmi. Soutok Černé Nisy s Lužickou Nisou je ve Stráži nad Nisou. V dřívější době byla Černá Nisa hojně využívána průmyslovými podniky v Kateřinkách.

Obrázek 8

Horní tok Černé Nisy – Kateřinky



Obrázek 9

Spodní tok Černé Nisy – Stráž nad Nisou



4.2. Jeřice

Druhou ze tří sledovaných řek je horská říčka Jeřice, která pramení také v západní části Jizerských hor jen necelé 2 kilometry od pramene Černé Nisy. Na horním toku má stejně jako Černá Nisa až bystrinný charakter. Dříve byla dokonce pojmenována jako Mníšecký, Panský, Kamenný, Chrastavský či Vodopádový potok. Nejvýznamnějšími přítoky Jeřice jsou dva potoky - Fojtka a Albrechtický potok. Oba tyto potoky se nejdříve vlévají do na nich postavených vodních nádrží Fojtka a Mlýnice a poté se vlévají do Jeřice. Potok Fojtka se vlévá do Jeřice v obci Mníšek, Albrechtický potok až nad Novou Vsí u Chrastavy. Je to opravdu malá říčka, a přesto, že jsou na jejích přítocích postaveny vodní nádrže, které by měly předcházet povodním, často se při intenzivnější dešti či při jarním tání vylévá z břehů. V horní části toku Jeřice je řečiště přirozené s břehy místy zarostlými porosty vrb, jív či olší. Až v obci Nová Ves u Chrastavy jsou břehy místy zpevněné kameny, v blízkosti domů a zahrad dokonce zpevněné kamennými opěrnými zdmi. Podél celého toku od Nové Vsi až po Chrastavu vede silnice, břeh přiléhající k silnici je zpevněn masivní kamennou opěrnou zdí, protilehlý břeh je většinou přirozený. Dále je koryto Jeřice téměř přes celé město Chrastava regulované - oba břehy jsou zpevněny masivními kamennými opěrnými zdmi. Až těsně před soutokem s Lužickou Nisou je část koryta Jeřice opět přirozená.

Obrázek 10

Horní tok řeky Jeřice - Oldřichov v Hájích



Obrázek 11

Spodní tok řeky Jeřice - Chrastava



4.3. Lužická Nisa

Třetí a poslední ze sledovaných řek je Lužická Nisa, pramení stejně jako předchozí dvě řeky v Jizerských horách a to na jihu na hranici katastrů obcí Nová Ves nad Nisou a Smržovka. Teče po západním okraji hor. Od pramene k Jablonci nad Nisou je Lužická Nisa spíše bystrinného charakteru, v Jablonci nad Nisou se zklidňuje a dále již plyne spíše jako řeka charakteru středohorského. Na Lužické Nise a jejích přítocích je vybudováno několik vodních nádrží - mimo vodních nádrží na Černé Nise a Jeřici, je na Mšenském potoce přehradní nádrž Mšeno a na Harcovském potoce přehrada Harcov. Přehrada Mšeno má jednu zvláštnost - je podzemními štolami napájena ještě vodou z dalších přítoků Lužické Nisy a to z Bílé a Lučanské Nisy. Z větší části je řečiště horního toku Lužické Nisy přirozené s břehy místy zpevněnými kameny, v blízkosti domů, případně zahrad dokonce zpevněné kamennými opěrnými zdmi. Ve střední a dolní části toku je řečiště regulované s břehy zpevněnými kameny, v hustěji zastavěných oblastech, ve středu města Jablonec nad Nisou a Liberec, zpevněné kamennými opěrnými zdmi.

Obrázek 12

Lužická Nisa – Liberec



Obrázek 13

Lužická Nisa – Bílý Kostel nad Nisou



Obrázek 14

Soutok Jeřice a Lužické Nisy



5. Metodika

Odběry byly provedeny v jarních a podzimních měsících. Lokalit jsem si určil celkem sedm (Obr. 15). Jednotlivá stanoviště jsou na obrázku označena čísly. Záměrně jsem vybíral jak místa na horních tocích řek, s pravděpodobností nejmenšího vlivu činností člověka, tak i místa s pravděpodobností velkého vlivu činností člověka – odběrová místa na Jeřici a Lužické Nise pod čistírnami odpadních vod (ČOV).

Odběrová místa:

- č. 1. - *Lužická Nisa - Bílý Kostel nad Nisou* - na okraji kat. území Bílý Kostel nad Nisou
- č. 2. - *Lužická Nisa - Liberec pod ČOV* – na území města Liberec pod úrovní ČOV v kat. území Růžodol I.
- č. 3. – *Černá Nisa - Stráž nad Nisou* - dolní tok Černé Nisy na území obce Stráž nad Nisou před soutokem s Lužickou Nisou
- č. 4. - *Černá Nisa - Kateřinky* - horní tok Černé Nisy na území města Liberec v části Kateřinky
- č. 5. - *Jeřice - Oldřichov v Hájích* - horní tok řeky Jeřice v katastru obce Oldřichov v Hájích
- č. 6. - *Jeřice - Chrastava před ČOV* - dolní tok řeky Jeřice na území města Chrastavy v úrovni nad ČOV
- č. 7. - *Jeřice - Chrastava pod ČOV* - dolní tok řeky Jeřice na území města Chrastavy pod úrovní ČOV – nad soutokem s Lužickou Nisou

Obrázek 15

Mapa s odběrnými místy



(MAPY.CZ 2022)

č. 1. - Lužická Nisa - Bílý Kostel nad Nisou

Obrázek 16

Lužická Nisa BK - odběr vzorků – jaro



Obrázek 17

Lužická Nisa BK - koryto řeky - jaro



č. 2. - Lužická Nisa - Liberec pod ČOV

Obrázek 18

*Lužická Nisa – Liberec pod ČOV
- ukládání vzorků - jaro*



Obrázek 19

*Lužická Nisa – Liberec pod ČOV
- koryto řeky - podzim*



č. 3. – Černá Nisa - Stráž nad Nisou

Obrázek 20

Černá Nisa – Strážn/N – ukládání vzorků - jaro



Obrázek 21

Černá Nisa – Strážn/N - koryto řeky - podzim



č. 4. - Černá Nisa – Kateřinky

Obrázek 22

Černá Nisa – Kateřinky - koryto řeky – jaro



č. 5 - Jeřice - Oldřichov v Hájích

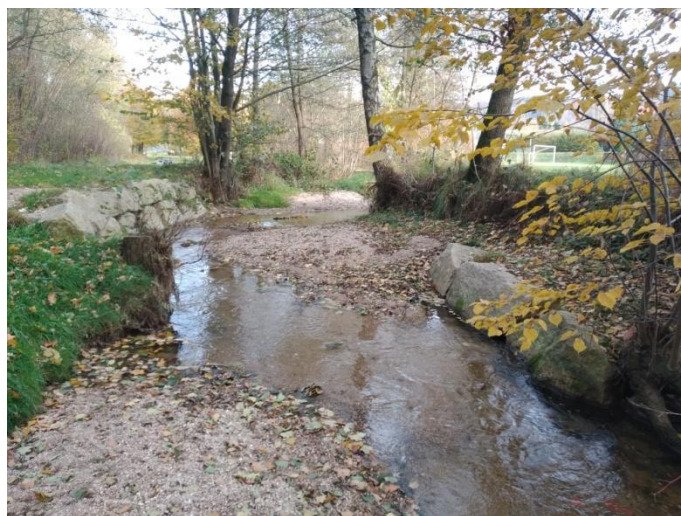
Obrázek 23

Jeřice - Oldřichov v/H - sběr vzorků – jaro



Obrázek 24

Jeřice - Oldřichov v/H - koryto – podzim



č. 6. – Jeřice - Chrastava před ČOV

Obrázek 25

Jeřice – Chrastava před ČOV - koryto řeky – podzim



č. 7. - Jeřice - Chrastava pod ČOV

Obrázek 26

Jeřice – Chrast. pod ČOV - koryto – podzim



Obrázek 27

Jeřice – Chrast. pod ČOV- odběr vzorků – jaro



Vždy před vlastním odběrem vzorků jsem si změřil parametry daného odběrového místa, a to vodivost, hodnotu pH, množství rozpuštěného kyslíku a teplotu vody v místě odběru. Všechny tyto hodnoty byly měřeny pomocí přenosného víceparametrového přístroje WTW Multi 3620 IDS (WTW, Německo). Do odběrové nádoby jsem nabral dostatečné množství vody z řeky. Poté jsem postupně ponořil do odběrové nádoby elektrody a po ustálení hodnot jsem hodnoty zaznamenal.

Dále jsem posbíral do laboratorní misky deset kamenů střední velikosti z říčního koryta společně s trochou vody. Posbíral jsem je ze všech částí koryta (mělčina, okraj toku, střed koryta). Kameny jsem důkladně očistil kartáčkem ze svrchní strany. Celý obsah laboratorní misky jsem nalit do plastové odběrové zkumavky o objemu 100 ml s datem a místem odběru. Na místě jsem provedl fotodokumentaci, aby bylo patrné přibližné zastínění vodního toku, přibližné složení substrátu a míra rychlosti proudění v místě odběru.

Poté jsem v laboratoři prováděl mikroskopování tzv. živých preparátů a přípravu preparátů trvalých. Jejich příprava byla následující. Do zkumavek jsem odebral část vzorku a přilil 30% -ní peroxid vodíku. To mělo za následek rozklad organických částí a zbylé anorganické části jako jsou křemičité schránky rozsivek, zůstaly neporušené. Ve vzorku se druhy rozsivek pak dají lépe určit (většina druhů rozsivek se z živých vzorků určit nedá). Dále jsem vzorky odstředil při rychlosti 2000 otáček za minutu po dobu 5 minut pomocí centrifugy (Eppendorf, Německo), (Obr. 28). Přechištění vzorků jsem prováděl 2-3krát. Nakonec jsem ze vzorků slil roztok peroxidu vodíku a usazeninu na dně jsem přepipetoval na podložní sklíčko do kapky vody. Použil jsem pár kapek syntetického balzámu Pleurax a takto připravený vzorek jsem přikryl vrchním krycím sklíčkem. Nakonec jsem preparáty nechal zafixovat teplotou na elektrické plotýnce. Takto zhotovené trvalé

preparáty jsem použil při mikroskopickém pozorování při zvětšení 100x10 (Optika, B-383PL, Itálie), kde jsem jednotlivé druhy rozsivek zaznamenával do tabulky společně s jejich množstvím.

Obrázek 28

Odstředivka



Omnidia

Omnidia (LECOINTE et al., 1993) je unikátní software vytvořený ve Francii pro výpočty indexů kvality vody za pomoci rozsivek. Databáze tohoto programu obsahuje 13620 taxonů rozsivek s přiřazenými indikačními hodnotami pro jednotlivé faktory prostředí. Po zadání počtů konkrétních druhů program vypočítá 17 indexů (obrázek 2) referujících o různých situacích vodního prostředí. (http://omnidia.free.fr/omnidia_review.htm)

Použitý index

IPS – Specific Pollution Sensitivity Index (CEMAGREF 1982) Tento index zavedený ve Francii hodnotí zároveň saprobitu i trofii. Nabývá hodnot od 1 do 5 (Tabulka...), přičemž čím vyšší je hodnota, tím méně je voda znečištěná (TRNKOVÁ 2011).

Tabulka 1

Stupnice kvality vod a jejich ekologický stav dle indexu IPS

Stupeň kvality vody	ekologický status	IPS
I.neznečištěná voda	Velmi dobrý	> 17
II.mírně znečištěná voda	Dobrý	15 - 17
III.znečištěná voda	Střední	12 - 15
IV.silně znečištěná voda	Poškozený	8 - 12
V.velmi silně znečištěná voda	Zničený	< 8

6. Výsledky

Hodnoty měření vlastností vody ve vodním toku v čase odběru se po každém odběru zapisovaly do tabulky (Tabulka 2). Všechny výsledky byly vloženy do programu Omnidia. Tento software pak podle složení jednotlivých společenstev rozsivek určil parametry kvality vod jednotlivých odběrových míst. Ty pak byly také zaznamenány do tabulky (Tabulka 3). Třídy kvality vod a ekologické statusy jednotlivých míst jsou zapsány do tabulky (Tabulka 19) Frekventované rozsivky byly zaznamenány do tabulky druhové dominanty rozsivek po každém pozorování vzorku (Tabulka 5,7,9,11,13,15,17).

Tabulka 2

Naměřené hodnoty na jednotlivých odběrných místech

Odběrové místo	Černá Nisa Kateřinky		Černá Nisa Stráž n/N		Jeřice v Oldřichově		Jeřice před ČOV		Jeřice pod ČOV		Lužická Nisa pod ČOV		Lužická Nisa Bílý Kostel n/N	
	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim
vodivost $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	94,8	102,5	116,4	198,2	71,1	108,5	151	182,1	175,5	247,0	429,0	479,0	348,0	440,0
Obsah kyslíku (mg/l)	11,2	11,5	11,1	11,9	10,6	10,8	11,0	11,9	11,1	11,4	10,4	10,1	10,7	11,1
teplota v $^{\circ}\text{C}$	9,9	6,6	10,2	7,3	10,4	7,6	10,8	8,3	10,5	8,8	13,3	9,0	11,0	8,6
pH	7,2	7,3	7,4	7,2	6,8	7,9	7,7	7,9	7,4	7,5	7,3	7,3	7,6	7,4

Tabulka 3

Indexy kvality vody Omnidia

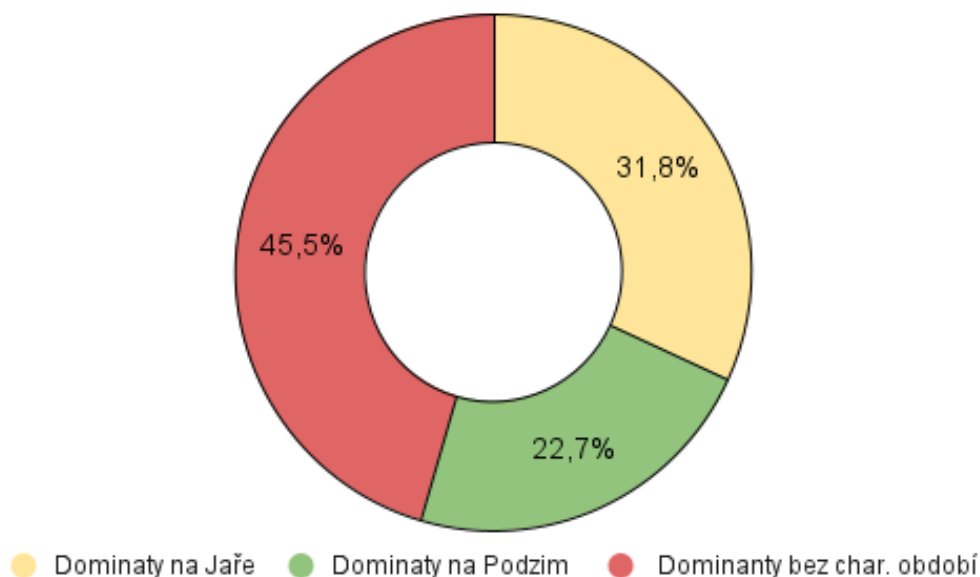
Odběrové místo	Černá Nisa Katerinky		Černá Nisa Sraž n/N		Jeřice v Oldřichově		Jeřice před ČOV		Jeřice pod ČOV		Lužická Nisa pod ČOV		Lužická Nisa BK	
	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim
TPS	19	16	13	10	16	16	16	14	16	14	13	14	15	13
Oxygen requir.	Polyoxibiotic	x	Moderate O2	Moderate O2	Polyoxibiotic	Polyoxibiotic	Moderate O2	Moderate O2	Moderate O2	Moderate O2	Moderate O2	Moderate O2	Moderate O2	Moderate O2
Saprobity	Oligosapobe	x	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe	Oligosapobe	Oligosapobe	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe	a-Mesosaprobe
Trophic state	Mesotrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Oligo-mesotrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic	Eutrophic
Solamita	Halophobe	Oligohalobous	Oligohalobous	Oligohalobous	Halophobe	Halophobe	Oligohalobous	Oligohalobous	Oligohalobous	Halophilic	Halophilic	Halophilic	Halophilic	Halophilic

Sezónnost u pozorovaných rozsivek není tak směrodatný parametr (graf 1). Přítomnost stejných druhů rozsivek v jarních i podzimních vzorcích byla 45,5 %. Naopak zastoupení dominant objevujících se jen v jarních odběrech bylo jen o trochu méně a to 31,8 %. Nejméně druhů se pak objevuje v podzimních vzorcích, bylo jich jen 22,7 %.

Vyhodnocení dominantních druhů naznačuje velkou převahu druhů, které nemají vyhraněnou sezónnost například *Achnanthydium minutissimum*, *Navicula gregaria* nebo *Planothydium lanceolatum* (Tabulka 4). Naopak u *Achnanthydium biasolettianum* nebo *Fragilaria recapitellata* byla jasná sezónnost, kdy se objevily v jarních měsících, ale při podzimním odběru chyběly. Druhy jako *Cyclostephanos dubius* nebo *Psammothidium subatomoides* se objevily jen na podzim.

Graf 1

Sezónní výskyt vybraných dominant rozsivek



Tabulka 4

Sezónnost dominant nalezených na jednotlivých odběrových místech

Odběrové místo	Černá Nisa Kateřinky		Černá Nisa Sráž n/N		Jeřice v Oldřichově		Jeřice před ČOV		Jeřice pod ČOV		Lužická Nisa pod ČOV		Lužická Nisa BK	
	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P
Achnanthydium biasolettianum					Ano		Ano		Ano				Ano	
Achnanthydium minutissimum	Ano	Ano	Ano	Ano			Ano	Ano			Ano		Ano	
Cocconeis placentula					Ano		Ano	Ano		Ano		Ano		Ano
Cyclostephanos dubius		Ano				Ano						Ano		Ano
Diatoma ehrenbergii					Ano	Ano								
Discostella woltreckii					Ano	Ano								
Encyonema minutum	Ano		Ano										Ano	
Encyonema silesiacum			Ano						Ano	Ano				
Fragilaria capucina	Ano		Ano											
Fragilaria recapitellata					Ano		Ano		Ano					
Fragilaria vaucheriae	Ano		Ano											
Gomphonema parvulum		Ano				Ano			Ano					
Navicula gregaria	Ano				Ano		Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Navicula lanceolata							Ano	Ano		Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Nitzschia inconspicua				Ano						Ano				Ano
Odontidium mesodon	Ano					Ano								
Planothidium frequentissimum				Ano						Ano				Ano
Planothidium lanceolatum				Ano			Ano				Ano	Ano		
Psammothidium subatomoides		Ano		Ano		Ano		Ano						
Reimeria sinuata			Ano								Ano		Ano	
Surirella angusta		Ano		Ano								Ano		Ano
Ulnaria ulna	Ano				Ano								Ano	

6.1. Kateřinky - Černá Nisa - odběrové místo č. 4

Naměřená vodivost byla při jarním odběru 94,8 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, pH mělo hodnotu 7,2, obsah kyslíku 11,2 mg/l a teplota stála 9,9°C. Při podzimním odběru byla naměřena vodivost 102,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, obsah kyslíku 11,5 mg/l, pH s hodnotou 7,3 a teplota 6,6°C (Tabulka 2).

Kvalita vody na jaře podle indexu IPS byla velmi dobrá, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla přes 75 %, saprobita byla oligosaprobni, trofické zařazení mesotrofní a salanita byla na úrovni halofobní.

Podzimní odběr měl IPS index 16, což značí dobrou kvalitu, trofický stav byl eutofický a salanita na úrovni oligohalofobní (Tabulka 3).

Na jaře mělo odběrová místo třídu kvality vod I. stupeň a na podzim třída klesla na II. stupeň kvality vody. Ekologický status se také mění z velmi dobrého na podzimní dobrý (Tabulka 19).

V jarním vzorku bylo nejvíce *Odontidium mesodon* (49 %) a nejmenší zastoupení *Achnantheidium minutissimum* (10 %) a *Navicula gregaria* (10 %). Na podzim byla převaha *Achnantheidium minutissimum* (26 %), nejméně pak *Gomphonema parvulum* (9 %). Jednotlivé dominanty rozsivek a jejich zastoupení v procentech jsou zapsány v tabulce (Tabulka 5).

Vodní hladina v délce 10 m toku měla na jaře klidnou vodu (15 %), malé vlnky (15 %) a přeje (70 %). Na podzim malé vlnky (70 %) a přeje (30 %). Složení říčního dna na tomto samém úseku bylo na jaře písek (15 %), malá kameny (15 %) a velké kameny (70 %). Při podzimním odběru písek (28 %), malá kameny (12 %) a velké kameny (60 %) (Tabulka 6).

Tabulka 5

Dominanty - Černá Nisa - Kateřinky

Odběrové místo: Černá Nisa - Kateřinky	Zastoupení v %	
	Jarní odběr	Podzimní odběr
<i>Odontidium mesodon</i>	49	
<i>Fragilaria capucina</i>	16	
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	10	26
<i>Navicula gregaria</i>	10	
<i>Surirella angusta</i>		13
<i>Gomphonema parvulum</i>		9

Tabulka 6

Složení toku - Černá Nisa - Kateřinky

lokality	Čer. Nisa - Kateřinky	Čer. Nisa - Kateřinky
Datum	21.05.2021	25.10.2021
zastínění (%)	3	0
klidná hladina (%)	15	0
malé vlny (%)	15	70
přeje (%)	70	30
bláto (%)	0	0
písek (%)	15	28
malá kameny (%)	15	12
velké kameny (%)	70	60

6.2. Stráž nad Nisou - Černá Nisa - odběrové místo č. 3

Naměřená vodivost byla při jarním odběru $116,4 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, pH mělo hodnotu 7,4, obsah kyslíku $11,1 \text{ mg}/\text{l}$ a teplota $10,2^\circ\text{C}$. Při podzimním odběru byla naměřena vodivost $198,2 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, obsah kyslíku $11,9 \text{ mg}/\text{l}$ pH s hodnotou 7,2 a teplota $7,3^\circ\text{C}$ (Tabulka 2).

Kvalita vody na jaře podle indexu IPS byla dobrá, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla pod 50 %, saprobita byla α -mezosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita byla na úrovni oligohalofobní.

Podzimní odběr měl IPS index horší kvalitu vody, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla pod 50 %, saprobita byla oligosaprobni, trofický stav byl eutrofní a salinita na úrovni oligohalofobní (Tabulka 3).

Na jaře mělo odběrová místo třídu kvality vod III. stupeň a na podzim třída klesla na IV.stupeň kvality vody. Ekologický status se také mění ze střední na podzimní poškozený (Tabulka 19).

V jarním vzorku bylo nejvíce *Fragilaria vaucheriae* (31 %) a nejmenší zastoupení *Encyonema minutum* (8 %) a *Encyonema silesiacum* (8 %). Na podzim byla převaha *Psammothidium subatomoides* (26 %), nejméně pak *Nitzschia inconspicua* (9 %) a *Achnantheidium minutissimum* (9 %) .Jednotlivé dominanty rozsivek a jejich zastoupení v procentech jsou zapsány v tabulce (Tabulka 7)

Vodní hladina v délce 10 m toku měla na jaře malé vlnky (80 %) a peřeje (20 %). Na podzim klidná voda (35 %), malé vlnky (55 %) a peřeje (10 %). Složení říčního dna na tomto samém úseku bylo na jaře písek (20 %), malá kameny (60 %) a velké kameny (20 %). Při podzimním odběru písek (30 %), malá kameny (55 %) a velké kameny (15 %) (Tabulka 8).

Tabulka 7

Dominanty - Černá Nisa - Stráž nad Nisou

Odběrové místo: Černá Nisa Stráž n/N	Zastoupení v %	
	Jarní odběr	Podzimní odběr
Fragilaria vaucheriae	31	
Achnanthydium minutissimum	13	9
Encyonema minutum	8	
Encyonema silesiacum	8	
Psammothidium subatomoides		25
Planothidium frequentissimum		14
Nitzschia inconspicua		9

Tabulka 8

Složení toku - Černá Nisa - Stráž nad Nisou

lokalita	Čer. Nisa Stráž n/N	Čer. Nisa Stráž n/N
Datum	21.05.2021	8.11.2021
zastínění (%)	20	0
klidná hladina (%)	0	35
malé vlny (%)	80	55
peřeje (%)	20	10
bláto (%)	0	0
písek (%)	20	30
malá kameny (%)	60	55
velké kameny (%)	20	15

6.3. Oldřichov v Hájích - Jeřice - odběrové místo č. 5

Naměřená vodivost byla při jarním odběru $71,1 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, pH mělo hodnotu 6,8, obsah kyslíku $10,6 \text{ mg}/\text{l}$ a teplota $10,4^\circ\text{C}$. Při podzimním odběru byla naměřena vodivost $108,5 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, obsah kyslíku $10,8 \text{ mg}/\text{l}$, pH s hodnotou 7,9 a teplota $7,6^\circ\text{C}$ (Tabulka 2).

Kvalita vody na jaře podle indexu IPS byla velmi dobrá, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla přes 75 %, saprobita byla oligosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita byla na úrovni halofobní.

Podzimní odběr měl IPS index dobrou kvalitu vody, podle přítomných rozsivek byla okysličenost přes 75 %, saprobita byla oligosaprobni, trofické zařazení oligo-mesotrofní a salinita na úrovni halofobní (Tabulka 3).

Na jaře mělo odběrová místo třídu kvality vod I. stupeň a na podzim třída kleska na II.stupeň kvality vody. Ekologický statu se také mění z velmi dobrého na podzimní dobrý (Tabulka 19).

V jarním vzorku bylo nejvíce *Discostella woltereckii* (32 %) a nejmenší zastoupení *Diatoma ehrenbergii* (7 %). Na podzim byla převaha *Psammothidium subatomoides* (31 %), nejméně pak *Gomphonema parvulum* (12 %). Jednotlivé dominanty rozsivek a jejich zastoupení v procentech jsou zapsány v tabulce (Tabulka 9).

Vodní hladina v délce 10 m toku měla na jaře klidnou vodu (10 %), malé vlnky (85 %) a peřeje (5 %). Na podzim klidnou vodu (10 %), malé vlnky (40 %) a peřeje (50 %). Složení říčního dna na tomto samém úseku bylo na jaře bláto (3 %), písek (45 %), malá kameny (45 %) a velké kameny (7 %). Při podzimním odběru písek (90 %), malá kameny (9 %) a velké kameny (1 %) (Tabulka 11).

Tabulka 9

Dominanty - Jeřice – Oldřichov v Hájích

Odběrové místo: Jeřice v Oldřichově	Zastoupení v %	
	Jarní odběr	Podzimní odběr
<i>Discostella woltereckii</i>	32	
<i>Achnanthydium biasolettianum</i>	15	
<i>Diatoma ehrenbergii</i>	7	
<i>Psammothidium subatomoides</i>		31
<i>Odontidium mesodon</i>		15
<i>Gomphonema parvulum</i>		12

Tabulka 10

Složení toku - Jeřice – Oldřichov v Hájích

lokalita	Jeřice Oldřichov v Hájích	Jeřice Oldřichov v Hájích
Datum	21.05.2021	25.10.2021
zastínění (%)	10	50
klidná hladina (%)	10	10
malé vlny (%)	85	40
peřeje (%)	5	50
bláto (%)	3	0
písek (%)	45	90
malá kameny (%)	45	9
velké kameny (%)	7	1

6.4. Chrastava před ČOV - Jeřice - odběrové místo č. 6

Naměřená vodivost byla při jarním odběru $151,0 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, pH mělo hodnotu 7,7, obsah kyslíku $11,0 \text{ mg}/\text{l}$ a teplota $10,8^\circ\text{C}$. Při podzimním odběru byla naměřena vodivost $182,1 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, obsah kyslíku $11,9 \text{ mg}/\text{l}$, pH s hodnotou 7,9 a teplota $8,3^\circ\text{C}$ (Tabulka 2).

Kvalita vody na jaře podle indexu IPS byla dobrá, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita byla na úrovni oligohalofobní.

Podzimní odběr měl IPS index střední kvalitu vody, podle přítomných rozsivek byla okysličenost pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita na úrovni halofilní (Tabulka 3).

Na jaře mělo odběrová místo třídu kvality vod II. stupeň a na podzim třída kleska na III.stupeň kvality vody. Ekologický statu se také mění z dobrého na podzimní střední (Tabulka 19).

V jarním vzorku bylo nejvíce *Achnanthydium minutissimum* (21 %) a nejmenší zastoupení *Planothidium lanceolatum* (15 %). Na podzim byla převaha *Navicula lanceolata* (31 %), nejméně pak *Navicula gregaria* (7 %). Jednotlivé dominanty rozsivek a jejich zastoupení v procentech jsou zapsány v tabulce (Tabulka 11).

Vodní hladina v délce 10 m toku měla na jaře klidnou vodu (20 %), malé vlnky (65 %) a peřeje (15 %). Na podzim klidnou vodu (5 %), malé vlnky (50 %) a peřeje (45 %). Složení říčního dna na tomto samém úseku bylo na jaře písek (15 %), malá kameny (75 %) a velké kameny (10 %). Při

podzimním odběru bláto (3 %), písek (30 %), malá kameny (47 %) a velké kameny (20 %) (Tabulka 12).

Tabulka 11

Dominanty - Jeřice – Chrastava před ČOV

Odběrové místo: Jeřice před ČOV	Zastoupení v %	
	Jarní odběr	Podzimní odběr
Achnanthydium minutissimum	21	x
Cocconeis placentula	18	15
Planothidium lanceolatum	15	x
Navicula lanceolata	x	44
Navicula gregaria	x	7

Tabulka 12

Složení toku - Jeřice - Chrastava před ČOV

lokalita	Jeřice před ČOV	Jeřice před ČOV
Datum	21.05.2021	25.10.2021
zastínění (%)	10	5
klidná hladina (%)	20	5
malé vlny (%)	65	50
peřeje (%)	15	45
bláto (%)	0	3
písek (%)	15	30
malá kameny (%)	75	47
velké kameny (%)	10	20

6.5. Chrastava pod ČOV - Jeřice - odběrové místo č. 7

Naměřená vodivost byla při jarním odběru 175,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, pH mělo hodnotu 7,4, obsah kyslíku 11,1 mg/l a teplota 10,5°C. Při podzimním odběru byla naměřena vodivost 247 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, obsah kyslíku 11,4 mg/l, pH s hodnotou 7,5 a teplota 8,8°C (Tabulka 2).

Kvalita vody na jaře podle indexu IPS byla dobrá, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita byla na úrovni oligohalofobní.

Podzimní odběr měl IPS index střední kvalitu vody, podle přítomných rozsivek byla okysličenost byla pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita na úrovni halofilní (Tabulka 3).

Na jaře mělo odběrové místo třídu kvality vod II. stupeň a na podzim třída kleska na III. stupeň kvality vody. Ekologický status se také mění z dobrého na podzimní střední (Tabulka 19).

V jarním vzorku bylo nejvíce *Fragilaria recapitellata* (22 %) a nejmenší zastoupení *Gomphonema parvulum* (12 %). Na podzim byla převaha *Navicula lanceolata* (50 %), nejméně pak *Navicula gregaria* (4 %) a *Encyonema silesiacum* (4 %). Jednotlivé dominanty rozsivek a jejich zastoupení v procentech jsou zapsány v tabulce (Tabulka 13).

Vodní hladina v délce 10 m toku měla na jaře klidnou vodu (3 %), malé vlnky (77 %) a přejeje (20 %). Na podzim klidná voda (10%) a malé vlnky (90 %). Složení říčního dna na tomto samém úseku bylo na jaře bláto (3 %), písek (27 %), malá kameny (20 %) a velké kameny (50 %). Při podzimním odběru písek (70 %), malá kameny (27 %) a velké kameny (3 %) (Tabulka 14).

Tabulka 13

Dominanty - Jeřice – Chrastava pod ČOV

Odběrové místo: Jeřice pod ČOV	Zastoupení v %	
	Jarní odběr	Podzimní odběr
<i>Fragilaria recapitellata</i>	22	
<i>Encyonema silesiacum</i>	13	4
<i>Gomphonema parvulum</i>	12	
<i>Navicula lanceolata</i>		50
<i>Cocconeis placentula</i>		10
<i>Navicula gregaria</i>		4

Tabulka 14

Složení toku - Jeřice - Chrastava pod ČOV

lokality	Jeřice pod ČOV	Jeřice pod ČOV
Datum	21.05.2021	25.10.2021
zastínění (%)	2	5
klidná hladina (%)	3	90
malé vlny (%)	77	10
peřeje (%)	20	0
bláto (%)	3	0
písek (%)	27	70
malá kameny (%)	20	27
velké kameny (%)	50	3

6.6. Liberec pod ČOV - Lužická Nisa - odběrové místo č.2

Naměřená vodivost byla při jarním odběru $429 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, pH mělo hodnotu 7,3, obsah kyslíku $10,4 \text{ mg}/\text{l}$ a teplota $13,3^\circ\text{C}$. Při podzimním odběru byla naměřena vodivost $479 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, obsah kyslíku $10,1 \text{ mg}/\text{l}$, pH s hodnotou 7,3 a teplota $9,0^\circ\text{C}$ (Tabulka 2).

Kvalita vody na jaře podle indexu IPS byla střední, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita byla na úrovni halofilní.

Podzimní odběr měl IPS index střední kvalitu vody, podle přítomných rozsivek byla okysličenost pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita na úrovni halofilní (Tabulka 3).

Na jaře mělo odběrová místo třídu kvality vod III. stupeň a na podzim třída zůstává na III.stupeň kvality vody. Ekologický status se také nemění zůstává střední (Tabulka 19).

V jarním vzorku bylo nejvíce *Navicula lanceolata* (35 %) a nejmenší zastoupení *Planorbulina lanceolata* (7 %). Na podzim byla také převaha *Navicula lanceolata* (21 %), nejméně pak *Cyclostephanos dubius* (10 %). Jednotlivé dominanty rozsivek a jejich zastoupení v procentech jsou zapsány v tabulce (Tabulka 15).

Vodní hladina v délce 10 m toku měla na jaře klidnou vodu (30 %), malé vlnky (67 %) a peřeje (3 %). Na podzim klidná voda (15 %), malé vlnky (50 %) a peřeje (35 %). Složení říčního dna na

tomto samém úseku bylo na jaře bláto (15 %), písek (80 %) a velké kameny (5 %). Při podzimním odběru bláto (15 %), písek (75 %) a velké kameny (10 %) (Tabulka 16).

Tabulka 15

Dominanty - Lužická Nisa – Liberec pod ČOV

Odběrové místo: Lužická Nisa pod ČOV	Zastoupení v %	
	Jarní odběr	Podzimní odběr
Navicula lanceolata	35	21
Navicula gregaria	13	17
Planothidium lanceolatum	7	15
Cyclostephanos dubius		10

Tabulka 16

Složení toku - Lužická Nisa - Liberec pod ČOV

lokalita	Luž. Nisa pod ČOV	Luž. Nisa pod ČOV
Datum	21.05.2021	8.11.2021
zastínění (%)	10	3
klidná hladina (%)	30	15
malé vlny (%)	67	50
peřeje (%)	3	35
bláto (%)	15	15
písek (%)	80	75
malá kameny (%)	0	0
velké kameny (%)	5	10

6.7. Bílý Kostel nad Nisou - Lužická Nisa - odběrové místo č. 1

Naměřená vodivost byla při jarním odběru 348,0 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, pH mělo hodnotu 7,5, obsah kyslíku 10,7 mg/l a teplota 11,0°C. Při podzimním odběru byla naměřena vodivost 440,0 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, obsah kyslíku 11,1 mg/l, pH s hodnotou 7,4 a teplota 8,6°C (Tabulka 2).

Kvalita vody na jaře podle indexu IPS byla dobrá, podle přítomných rozsivek byla nasycenost kyslíkem byla pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita byla na úrovni halofilní.

Podzimní odběr měl IPS index střední kvalitu vody, podle přítomných rozsivek byla okysličenost byla pod 50 %, saprobita byla α -mesosaprobni, trofické zařazení eutrofní a salinita na úrovni halofilní (Tabulka 3).

Na jaře mělo odběrové místo třídu kvality vod II. stupeň a na podzim třída kleska na III. stupeň kvality vody. Ekologický status se také mění z dobrého na podzimní střední (Tabulka 19).

V jarním vzorku bylo nejvíce *Navicula lanceolata* (38 %) a nejmenší zastoupení *Ulnaria ulna* (9 %) a *Reimeria sinuata* (9 %). Na podzim byla totožná převaha *Navicula lanceolata* (38 %), nejméně pak *Navicula gregaria* (12 %). Jednotlivé dominanty rozsivek a jejich zastoupení v procentech jsou zapsány v tabulce (Tabulka 17).

Vodní hladina v délce 10 m toku měla na jaře klidnou vodu (10 %), malé vlnky (65 %) a přeje (25 %). Na podzim klidná voda (60 %), malé vlnky (35 %) a přeje (5 %). Složení říčního dna na tomto samém úseku bylo na jaře bláto (1 %), písek (10 %), malá kameny (35 %) a velké kameny (54 %). Při podzimním odběru bláto (1%), písek (12 %), malá kameny (37 %) a velké kameny (50 %) (Tabulka 18).

Tabulka 17

Dominanty - Lužická Nisa – Bílý Kostel nad Nisou

Odběrové místo: Lužická Nisa Bílý Kostel n/N	Zastoupení v %	
	Jarní odběr	Podzimní odběr
<i>Navicula lanceolata</i>	38	38
<i>Navicula gregaria</i>	14	12
<i>Reimeria sinuata</i>	9	
<i>Ulnaria ulna</i>	9	
<i>Cocconeis placentula</i>		23

Tabulka 18*Složení toku - Lužická Nisa - Bílý Kostel nad Nisou*

lokalita	Luž. Nisa Bílý Kostel n/N	Luž. Nisa Bílý Kostel n/N
Datum	21.05.2021	25.10.2021
zastínění (%)	1	0
klidná hladina (%)	10	60
malé vlny (%)	65	35
peřeje (%)	25	5
bláto (%)	1	1
písek (%)	10	12
malá kameny (%)	35	37
velké kameny (%)	54	50

Tabulka 19*Hodnoty kvality vody dle IPS indexu*

Odběrové místo	Černá Nisa Kateřinky		Černá Nisa Sráž n/N		Jeřice v Oldřichově		Jeřice před ČOV		Jeřice pod ČOV		Lužická Nisa pod ČOV		Lužická Nisa BK	
	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim	Jaro	Podzim
Třída kval.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	II.	III.	II.	III.	III.	III.	II.	III.
Eko. stat.	Velmi dobrý	Dobrý	Střední	Chudý	Velmi dobrý	Dobrý	Dobrý	Střední	Dobrý	Střední	Střední	Střední	Dobrý	Střední

U jednotlivých odběrových míst byla podle indexu IPS zjištěna třída kvality vody ve vodním toku a jeho ekologický status. Ekologický status na jednotlivých odběrných míst vycházel od velmi dobrého v horských oblastech, až po poškozený ekologický status v obydlených oblastech. Jediný stupeň ekologického statusu, který chyběl, byl zničený ekologický status. Třídy vodní kvality se nám ve vzorcích pohybovali od I.stupně tedy neznečištěná voda až po IV.stupeň který, značí silné znečištění. Na všech stanovištích byla Třída kvality vody na podzim horší než při jarních odběrech.

7. Diskuze

Vzorky byly odebrány na jaře a na podzim. Ze vzorků je patrné, že voda odebraná na jaře po zimních měsících, má daleko lepší kvalitu. Toto je způsobeno právě předchozím obdobím, kdy je teplota nižší a organismy, které přispívají ke zhoršení kvality vody, se v nízkých teplotách tolik nemnoží. Oproti tomu podzimní vzorky vody odebrané v tocích mají podle - IPS – Specific Pollution Sensitivity Index (CEMAGREF 1982) kvalitu horší. Způsobené je to koncentrací nežádoucích látek ve vodním toku z letních měsíců kdy je průtok menší než na jaře kdy dochází k tání sněhové pokrývky v horských oblastech. Další činitelem zvyšující se koncentrace nežádoucích látek, může být i vyšší teploty převážně v letních měsících, kdy teplota okolí se pohybuje v průměru okolo 25°C. To má za následek nastartování hnilobných procesů organických látek na dně toku a následné množení nežádoucích organismů, které pak ovlivní kvalitu vody. Teplota vody je důležitým faktorem rozhodujícím o druhovém složení řas, který má obecně vliv na rychlost různých biochemických procesů, například rychlost metabolismu, růstu a reprodukce a tím i na vývin řasových populací. Překročení horní hranice tolerované teploty má za následek denaturaci proteinů, spodní hranice zapříčiňuje zmrznutí buněčného obsahu (DENICOLA 1996).

7.1. Druhová rozmanitost

Rozsivky žijí ve všech druzích vod. Z výsledků ve kterých, se zabývá sladkovodními rozsivkami, můžeme tuto jejich rozmanitost pozorovat. Ve sladkých vodách dosahují během svého rozvoje nejčastěji maxima na podzim. Jejich biomasa může tvořit 25% celkové biomasy produkované rostlinami. Jejich rozvoj je naprosto závislý na přítomnosti rozpustných forem oxidu křemičitého v prostředí. Mají význam pro vodohospodářskou praxi, citlivě reagují na změny v čistotě vody a sledováním jejich společenstev je možno rychle a spolehlivě sledovat zhoršení kvality vody (ÚZRHV MENDELU 2023).

Rozdíly mezi bentickými a planktonními rozsivkami jsou převážně v rychlosti růstu kolonií. Podle tabulky dominant (Tabulka 9) bylo ve vzorcích nalezeno daleko více druhů rozsivek bentických oproti planktonním rozsivkám. Ve vzorcích byly nalezeny ve větším množství tyto druhy bentických rozsivek, např. *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis placentula*, *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria*, *Psammothidium subatomoides*, v menším množství dalších deset druhů, oproti tomu planktonních rozsivek byly nalezeny jen tři druhy, ve vyšším výskytu např. *Cyclostephanos dubius*. Bentické rozsivky mají i tu výhodu, že na rozdíl od planktonních mají kratší dobu růstu (Pouličková 2011). Tato schopnost bentickým rozsivkám dopomáhá k lepší konkurenceschopnosti před zelenými řasami.

7.2. Antropogenní vliv prostředí

Lužická Nisa pramení na území České republiky, protéká rozsáhlou aglomerací Jablonec nad Nisou - Liberec a pod Hrádkem nad Nisou se stává hraničním tokem mezi Českou republikou, Německem a Polskem. Společnou kanalizací pro aglomerace Jablonec nad Nisou a Liberec jsou odváděné odpadní vody čištěny na společné ČOV situované pod Libercem. Vlivem malé vodnosti a nízkého stupně ředění může jakost vody Lužické Nisy kolísat v širokém rozmezí. V profilu Hrádek nad Nisou a v hraničním profilu Porajow je překročena norma environmentální kvality, ačkoliv dlouhodobý trend ukazuje na víceméně setrvalý stav jakosti vody, v krátkodobém horizontu je patrný mírně zhoršující trend v ukazatelích organického znečištění dusíku, fosforu, nerozpuštěných látek i bakteriálním znečištění, který lze přisuzovat přetrvávajícím vlivům období sucha. (Povodí Labe 2020)

Hlavní přítoky Lužické Nisy, tj. Černá Nisa a Jeřice, jsou shodně ve II. třídě jakosti, to potvrdili výsledky v kterých, nám odběrová místa (Černá Nisa Kateřinky a Jeřice - Oldřichov v Hájích) na horních tocích, značí při jarním odběru shodně I. třídu jakosti a při podzimních odběrech II. třídu jakosti vod. Harcovský potok má III. třídu jakosti, stejně tak Doubský potok před ústím do Lužické Nisy. Nedostatečné odkanalizování a čištění komunálních odpadních vod je pravděpodobně příčinou toho, že se Janovodolský potok téměř všemi hodnocenými ukazateli řadí do V. třídy, a má tak z vodních toků v povodí Lužické Nisy jednoznačně nejhorší kvalitu. Zlepšení stavu těchto přítoků Lužické Nisy na přijatelnou úroveň do značné míry závisí na dostavbě kanalizační sítě v Liberci a podchycení všech dosud neodkanalizovaných rozptýlených drobných zdrojů na již intenzifikovanou centrální ČOV (Povodí Labe 2020).

Pozorovaná oblast, kde jsem odebíral vzorky byla za minulého režimu hojně využívána pro textilní průmysl, který měl na kvalitu vod v monitorovaných tocích, velký vliv. Právě textilní průmysl, který byl ještě v 90. letech v Libereckém kraji dominantním odvětvím, patřil k největším znečišťovatelům. V roce 2000 už ale podle ČSÚ zaměstnávaly větší textilní podniky - s více než stovkou zaměstnanců - jen zhruba 5500 lidí a na konci loňského roku už ani ne tisícovku. Třeba liberecká Textilana měla v dobách největší slávy 8000 pracovníků. V roce 2004 výroba látek s touto značkou úplně skončila (Liberec v minulosti a současnosti 2022). Textilní výroba je podle odhadů zodpovědná za přibližně 20 % celosvětového znečištění vody. Děje se tak kvůli látkám používaným k barvení a konečné úpravě výrobků. (Evropský parlament 2023) To může mít i za následek vyšší podíl fosforitých a dusíkatých sloučenin, které pak ovlivní výskyt jednotlivých společenstev. Z výsledků je patrné, že jak jsem předpokládal, výskyt rozsivek žijících v čistých vodách byl ve vzorcích z lokalit, které nezasáhla antropogenní činnost člověka. Jde především o horní tok řeky Jeřice a Černé Nisy. Pro tyto rozsivky, například

Cyclostephanos dubius, které jsou kategorizovány jako rozsivky vyskytující se v čistých vodách, může být při znečištění toku, vytlačena konkurenční rozsivkou například *Achnanthes minutissimum*, které znečištěné prostředí vyhovuje. Znečištění vodního toku má pak za následek snížení nebo úplnou minimalizaci druhové rozmanitosti nejen u rozsivek.

7.3. Zhodnocení vytipovaných lokalit

7.3.1. Saprobity

Celá řada druhů rozsivek má naprosto specifické nároky na nejrůznější ekologické faktory - obsah solí nebo znečišťujících látek ve vodě, rychlost proudění vody, teplotu atd. (VAN DAM et al. 1994).

Díky kombinaci těchto dvou faktorů nám rozsivky konzervují ekologickou informaci o stavu svého okolí v době smrti vlastní buňky. Důležitým ekologickým parametrem je saprobní index, který udává stupeň znečištění vody organickými látkami, které se mohou ve vodě rozkládat. Jeho hodnoty se pohybují v rozmezí 0 - 8 (od nejčistší po nejznečištěnější). Pro "normální" vody přichází v úvahu jen první 4 stupně, kde je ještě přítomen kyslík, který je důležitý pro růst rostlin. Stupně 4 - 8 jsou pro vody odpadní, kde převládá anaerobní prostředí (bez O₂). Vypočítá se na základě dílčích saprobních indexů jednotlivých taxonů - ty jsou empiricky stanoveny v celé řadě prací (SLÁDEČEK 1986, SLÁDEČEK et SLÁDEČKOVÁ 1996, norma ČSN 83 0532 - část 6, VAN DAM et al. 1994).

Software Omnidia nám určil, pomocí jednotlivých rozsivek v daných vzorcích, saprobní index (Stupeň znečištění vody). Saprobní index se zhoršuje hned za osídlenou oblastí, kterou řeka protéká. Toto můžeme pozorovat u dvou ze tří sledovaných řek. V tabulce (Tabulka 3) vidíme, že ve vzorcích Černá Nisa - Kateřinky a Jeřice v Oldřichově v Hájích je saprobity na úrovni oligosaprobní, což značí minimální až téměř žádné znečištění. Oproti tomu ve vzorcích Černá Nisa - Stráž nad Nisou, Jeřice před i pod ČOV, které se nachází za městy Stráž nad Nisou a Chrastava, nalezneme vyšší stupeň saprobního znečištění a to α -mezosaprobní, které je už na stupnici saprobity předposlední a značí tedy velkou míru znečištění. Je to způsobeno životem ve městech, velkou koncentrací obyvatel, a to působí negativně na vodní tok. Na Lužické Nise můžeme pozorovat stejné saprobní znečištění. Vzorky z dolního toku Lužické Nisy, a to odběrná místa Lužická Nisa pod ČOV a Lužická Nisa - Bílý Kostel nad Nisou vykazují také α -mezosaprobní znečištění, které jak jsem již zmínil výše, značí velké znečištění. Tato stanoviště se také nachází za obydlenou částí říčního toku a za městy Libercem a Chrastavou.

7.3.2. Trofie

Trofie čili **úživnost** je vlastnost vody, která označuje obsah chemických látek (živin) v ní. Podle množství živných látek ve vodě se vody rozlišují na oligotrofní, tedy s malým obsahem živných látek, mezotrofní, což znamená vody se středním obsahem živných látek a eutrofní, s vysokým obsahem živných látek. V eutrofních vodách dochází často k růstu sinic nebo řas, které znečišťují vodu tak, že je pro většinu živočichů neobyvatelná (Natura 2000).

Ze vzorků je patrné, že trofický stav toku neboli úživnost je na jaře nižší než při podzimním odběru nebo se úživnost nemění. Může za to biomasa, která v letním období důsledkem zvýšené teploty vod oproti zimnímu období, se začne rozkládat a tudíž uvolňovat živiny do vodního prostředí. Ve velkém množství živin začnou prosperovat vodní organismy, jako jsou například řasy a sinice. Na většině odběrových míst se trofický stav nemění a zůstal stejný tedy eutrofní (silně úživný). Vyjímkou se stává stanoviště Jeřice - Oldřichov v Hájích, kde nám trofický stav klesl z eutrofního na oligo - mesotrofní, tedy ze silně úživného stupně na stupeň slabě až středně úživný. Mohl za to silný déšť, který téměř bezprostředně předcházel odběru vzorků a jenž zvýšil průtok v řečišti a tím množství živiny v toku naředit.

7.3.3. Ekologický stav vod

Ekologický stav jednotlivých toků, se nám lišil jestli bylo odběrové místo na horním toku řeky nebo ve spodní části. Vzorky z horních částí toků byly charakterické dobrými vlastnostmi. Třída kvality vody u obou odběrových míst byla na jaře na I.stupni tedy nejkvalitnějším. Odběrová místa pod nimi tedy na dolní části toků již měla horší stupně od II.stupně tedy dobrý až po IV.stupeň tedy ten druhý nejhorší. Tento jev je patrný hlavně u odběrových míst které, se nacházejí za ČOV. Je to spojeno právě s čistírnami odpadních vod ze kterých, se přečištěné odpadní vody vypouští zpět do řečiště. Ekologický status se měnil stejný směrem jako jednotlivé stupně kvality vody. U horních částí toků byl tento status na velmi dobré úrovni avšak už při podzimním odběru byl na úrovni dobré. U spodních částí toků se nám tak ekologický status měnil z dobrého až na chudý, v obou případech vždy jen o jeden stupeň dolů. Z tohoto trendu jsem vypožadoval že oba faktory souvisí v našem případě se sezoností vodních toků. Přes letní měsíce je průtok vybraných řek nižší a tudíž se nám zde koncentrují znečišťující látky, jako je například fosfor nebo draslík. Tyto látky pak výrazně ovlivňují kvalitu vody. (Mendelu 2021)

8. Závěr

Celkem bylo determinováno 111 druhů rozsivek. Z těchto druhů byly vybrány 3 druhy s největším zastoupením v každém vzorku, ty představovaly dominanty. V jednotlivých vzorcích bylo pozorováno 16 druhů dominant rozsivek z toho 13 bentických druhů rozsivek a 3 druhy planktonních rozsivek. U lokalit vzdálenějších od osídlených oblastí se prokázala lepší kvalita vody v řece, oproti lokalitám, které se nacházeli za obydlenu částí území, po proudu toku. Antropogenní vliv je zřejmý, hlavně na odběrových místech umístěných za čistírnou odpadních vod (ČOV). Trofický stav toků byl téměř stálý skoro neměnný. Ekologický status na jednotlivých odběrných míst se pohyboval od velmi dobrého až po poškozený ekologický status. (I.- IV. stupeň). Jediný stupeň kvality vody, který chyběl, byl V. stupeň (znečištění vody). Saprobní index se v jednotlivých lokalitách pohyboval od oligosaprobního (mírné znečištění) až po α -mezosaprobní (velké znečištění). Odběrová místa nacházející se pod ČOV měla zvýšenou vodivost oproti ostatním lokalitám. Teplota při jarních odběrech se pohybovala v rozmezí 10 - 13°C na podzim 7 – 11 °C. Při jarním i podzimním odběru se pH toků pohybovala od neutrálního až po mírně zásadité, převážně v okolí ČOV.

Dynamika prostředí vybraných lokalit láká k pokračování výzkumu a jeho zhodnocení v delším časovém období než jeden rok, jako je u této mé práce.

9. Použitá Literatura

AMBROŽOVÁ Jarmila 2003: *Aplikovaná a technická hydrobiologie*, Vysoká škola chemicko technologická v Praze, pp. 40

CEMAGREF 1982

Szczepocka, Ewelina & Szulc, Bogusław. (2009). The use of benthic diatoms in estimating water quality of variously polluted rivers. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 38. 17-26. 10.2478/v10009-009-0012-x.

CULEK Martin, 1995, *Biogeografické členění České republiky*, Praha : Enigma, ISBN 80-85368-80-3

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA 2022. **MODELOVÁ ÚZEMNÍ STUDIE URBANISTICKÉ GEOLOGIE MĚSTA LIBERCE** [online]. Dostupné <http://www.geology.cz/extranet/vav/zemska-kura/studie-liberec2016.pdf>

DENICOLA D. M., 1996 “*Periphyton Responses to Temperature at Different Ecological Levels*,” *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. Academic Press, New York, pp. 150-176.

DIRNER, Vojtěch, 1997. *Ochrana životního prostředí*, Praha, Ministerstvo životního prostředí ČR

Evropský parlament 2023

<https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20201208STO93327/jak-dopada-vyroba-textilu-na-zivotni-prostredi-infografika>

GENTER R. B. 1996: *Ecotoxicology of Inorganic Chemical Stress to Algae*. In: *Algal Ecology, Freshwater Benthic Ecosystems*, Academic press, San Diego, California, pp.

HINDÁK, František, (ed.) ,1978. *Sladkovodné riasy*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľství.

HLÚBIKOVÁ, Dáša, 2010: *Výber vhodných hodnotiacích metrik ekologického stavu tokov Slovenska založených na bentických rozsievkach (Bacillariophyceae)*. Dizertační práce, Bratislava, pp. 1 – 212

KALINA Tomáš. & VÁŇA Jiří. 2005: *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum, Praha, pp. 1-606.

KAŠTOVSKÝ, J., HAUER, T., GERIŠ, R., CHATTOVÁ, B., JURÁŇ, J., LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, O., PITELKOVÁ, P., PUZSTAI, M., ŠKALOUD, P., ŠŤASTNÝ, J., ČAPKOVÁ, K., BOHUNICKÁ, M. & MÜHLSTEINOVÁ, R., 2018: *Atlas sinic a řas České republiky. Svazek 1*. powerprint, Praha. ISBN 978-80-7568-124-9.

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

KAŠTOVSKÝ, Jan; JURÁŇ Josef, 2016. *Evoluce sinic a řas v moderním pojetí*. Živa. Praha: Academia, [online]. Dostupné https://drive.google.com/file/d/19_GMLfYfVKqj6A5e2lOxxzfe8RKttdja/view

KUČERA, Pavel , 2006. *Za tajemstvím našich sladkovodních ruduch*. Živa. Praha: Academia, [online] [vid. 2022-07-02] <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/za-tajemstvím-nasich-sladkovodnich-ruduch.pdf>

LANGE-BERTALOT Horst 2011: *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*, Gantner Verlag, Rugell, pp. 1-908

LECOINTE, C. & COSTE, Michel & PRYGIEL, J.. (1993). “*Omnidia*”: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*. 269-270. 509-513. 10.1007/BF00028048.

LELLÁK Jan & KUBÍČEK František 1991: *Hydrobiologie*, Univerzita Karlova, Praha, pp. 17- 170

Liberec v minulosti a současnosti 2022, [online]. Dostupné

<https://www.liberecvminulostiasoucasnosti.cz/1/kopie-z-liberec-v-kristianov-sporitelna-zamek-letni-kino-klaster-textilana/>

MAPY.CZ, 2022. *Základní mapa* [online]. Dostupné

<https://mapy.cz/zakladni?x=15.0566558&y=50.8131267&z=12&l=0>

Mendelu, 2021 *Rozdělení odpadních vod* [online]. Dostupné

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2307&typ=html

Natura 2000 [online]. Dostupné

<http://natura.baf.cz/natura/2000/5/20000508.html>

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

POULÍČKOVÁ, Aloisie, DVOŘÁK, Petr, HAŠLER, Petr, 2015. *Průvodce mikrosvětlem sinic a řas*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta.

Povodí Labe 2019, [online]. Dostupné

https://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/VH_bilance/2018/1_2018.pdf

RULÍK, Martin; ADÁMEK, Zdeněk; HELEŠIC, Jan; MARŠÁLEK, Blahoslav, 2010. *Aplikovaná hydrobiologie*. České Budějovice: Jihočeská universita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, ISBN 978-80-87437-09-4.

ÚZRHV MENDELU 2023

<http://rybarstvi.eu/CD-Prezentace/Charakteristika/06c%20BACILLARIOPHYCEAE%20-%20rozsivky.htm>

sinicearasy.cz/skripta/fykologie [online]. Dostupné

SCHUBERT, Alfred Andreas & LELLÁK, Jan, 1973: *Život ve sladkých vodách*. SPN, Praha.

SLÁDEČEK, Vladimír & SLÁDEČKOVÁ, Alena 1996: *Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod*, Ústav technologie vody a prostředí VŠCHT Praha, pp. 1-19

SLÁDEČEK, Vladimír 1986: *Diatoms as indicators of organic pollution*. Acta Hydrochimica Hydrobiologica 14: 555–566.

STEVENSON R. Jan 1996: *The Stimulation and Drag of Current*. In: Algal Ecology, Freshwater Benthic Ecosystems, Academic press, San Diego, California, London, pp. 321-340

ŠRÁMEK – HUŠEK, Rudolf, 1958. *Život našich řek*. Praha: Orbis

TRNKOVÁ Kateřina 2011: *Využití fyto-bentosu při indikaci kontaminace životního prostředí*, Masarykova univerzita, Brno, diplomová práce, pp. 1-81 Verlag, Stuttgart, Jena, New York, pp. 1-721.

VAN DAM, H., A. MERTENS and L.M. JANMAAT, 1994. *De invloed van atmosferische depositie op diatomeeën en chemische samenstelling van het water in sprengen, beken en bronnen*. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Wageningen

WINTER J.G. & H.C. DUTHIE 2000: *Epilithic diatoms as indicators of stream total N and total P concentration*, Journal of the North American Benthological Society.