

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra biologie**

**Rozsivky (fytobentos) a zoobentos jako  
bioindikátory ve vybraných oligotrofních  
a eutrofních lokalitách řeky Cidlina**

**Bakalářská práce**

Autor: Adriana Svobodová  
Studijní program: B 1501 Biologie  
Studijní obor: Systematická biologie a ekologie  
Vedoucí práce: RNDr. Lenka Šejnohová (Supová), Ph.D.



## Zadání bakalářské práce

**Autor:** Adriana Svobodová

**Studium:** S18BI038BP

**Studijní program:** B1501 Biologie

**Studijní obor:** Systematická biologie a ekologie

**Název bakalářské práce:** **Rozsivky (fytobentos) a zoobentos jako bioindikátory ve vybraných oligotrofních a eutrofních lokalitách řeky Cidlina**

**Název bakalářské práce AJ:** Diatoms (phytobentos) and zoobenthos used as bioindicators in selected oligotrophic and eutrophic locations of the River Cidlina

### **Cíl, metody, literatura, předpoklady:**

1) Literární rešerše

- a) rozsivky jako bioindikátory ? proč zrovna tato skupina, využití v legislativě v ČR a EU
- b) typické bioindikační rody/druhy rozsivek oligotrofních a eutrofních vod
- c) program OMNIDIA

2) Praktická část

- a) mapové vytipování oligotrofních a eutrofních lokalit pro odběr
- b) základní rozbor vzorků

3) Shrnutí výsledků a zhodnocení tématu jako náplně pro diplomovou práci.

Cox, E. J. (1996): Identification of freshwater diatoms from live material. ? Chapman & Hall, 158 str.

Hindák, F. (ed.) (1978) : Sladkovodné riasy. ? SPN Bratislava, 724 pp.

Sládeček, V., Sládečková, A. (1996): Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod. 1. díl: Destruenti a producenti. ? Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 322 p.

Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1986): Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, 876 p.

Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1988): Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Suririllaceae.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2, Gustav Fischer Verlag, 596 p.

Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1991): Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3, Gustav Fischer Verlag, 576 p.

Krammer, K., Lange.Bertalot, H. (1991): Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navinula (Lineolateae) und Gomphonema.- In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4, Gustav Fischer Verlag, 436 p.

Kudrnová, M. (2014): Rozsivky jako bioindikátory kvality tekoucí vody ? fytoENTOS řeky Korytná. ? Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, 67 str.

Šejnohová, L. a kol. (2008): Atlas fytoENTOSU. ? CD, Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny.

Veselá, J. (2007): Ekologie a rozšíření sinic a řas malých vodních toků v NP České Švýcarsko. ? Diplomová práce, Karlova Univerzita, 86 str.

Omnidia ? program na hodnocení kvality vod za pomoci rozsivek.

Garantující  
pracoviště: Katedra biologie,  
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí  
práce: RNDr. Lenka Supová, Ph.D.

Oponent: Mgr. Jiří Hotový

Datum zadání závěrečné práce: 23.1.2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 21.5. 2021

.....

Adriana Svobodová

#### Poděkování:

Velké poděkování z mé strany patří RNDr. Lence Šejnohové (Supové), Ph.D., které děkuji za odborné vedení, trpělivost a maximální vstřícnost při zpracovávání této práce. Ráda bych také poděkovala mému příteli a rodině za jejich konzistentní podporu v rámci bakalářského studia.

## **Anotace**

SVOBODOVÁ, Adriana. *Rozsivky (fytobentos) a zoobentos jako bioindikátory ve vybraných oligotrofních a eutrofních lokalitách řeky Cidlina*. Hradec Králové, 2021. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Lenka Šejnohová (Supová), Ph. D. 89 s.

Teoretická část bakalářské práce se zabývá bioindikací fyto— a zoobentosu, která je v České republice dána rámcovou směrnicí o vodě (Water Framework Directive), a charakteristikou obou společenstev a jejich bioindikačního využití. Praktická část se skládá z pomůcky pro determinaci organismů „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“ a rozborů společenstev horního toku Cidliny získaných při jednorázovém odběru v srpnu 2020. Lokalita Pekloves byla mesotrofní (viz. rozsivka *Cocconeis placentula*) a na přechodu mezi oligo— a betamesosaprobítou (blešivec *Gammarus fossarum*). U obce Zámezí Cidlina vykazovala mesotrofní charakter (*Gyrosigma attenatum*) a zároveň alfa— i betamesosaprobítu (motýlice *Caleopteryx virgo*). Odběrový profil pod ČOV Jičín byl eutrofní (*Rhoicosphenia abbreviata*) a alfamesosaprobí (*Asellus aquaticus*).

## **Klíčová slova**

bioindikace, Cidlina, fytobentos, tekoucí vody, rozsivky, zoobentos

## Annotation

SVOBODOVÁ, Adriana. *Diatoms (phytobenthos) and zoobenthos used as bioindicators in selected oligotrophic and eutrophic locations of the River Cidlina*. Hradec Králové, 2021. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor RNDr. Lenka Šejnohová (Supová), Ph. D. 89 p.

The theoretical part of this bachelor thesis deals with a bioindication using phyto— and zoobenthos as it is stated by “The Water Framework Directive” in the Czech Republic and characteristics of both benthic communities and its application for bioindication. The practical part consists of the organisms determination aid: “Handdrawings of main bioindicators of phyto—(diatoms) and zoobenthos” and the analysis of benthic communities in the upstream of the River Cidlina, which were acquired during a single sampling in August 2020. The location in Pekloves was found being mesotrophic (*Cocconeis placentula*) and between oligo— and betamesosaprobity (*Gammarus fossarum*). The next location near Zámezí showed characteristics of mesotrophy (*Gyrosigma attenuatum*) and alpha— and betamesosaprobity (*Caleopteryx virgo*). The last location down the river from ČOV Jičín was found eutrophic (*Rhoicosphenia abbreviata*) and alphamesosaprobic (*Asellus aquaticus*).

## Keywords

bioindication, Cidlina, diatoms, phytobenthos, running water, zoobenthos

# Obsah

Úvod .....	10
1 Teoretická část práce .....	11
1.1 Bioindikace v tekoucích vodách, terminologie.....	11
1.2 Legislativa v oblasti vodní politiky .....	12
1.3 Lotické sladkovodní systémy .....	13
1.4 Fytobentos se zaměřením na rozsivky.....	14
1.4.1 Základní charakteristika, systém rozsivek.....	15
1.4.2 Rozmnožování, ekologie rozsivek a význam v přírodě.....	18
1.4.3 Využití rozsivek pro bioindikace .....	19
1.5 Zoobentos .....	20
1.5.1 Vybrané taxony zoobentosu .....	21
1.5.2 Ekologie bentických živočichů říčního dna.....	25
1.5.3 Využití zoobentosu pro bioindikace .....	26
1.6 Dosavadní výzkum oživení řeky Cidlina mikroorganismy .....	26
2 Praktická část práce.....	27
2.1 Přehled determinační literatury .....	27
2.2 Charakteristika zájmového území.....	28
2.2.1 Řeka Cidlina.....	29
2.2.2 Geomorfologické a přírodní poměry .....	30
2.2.3 Popis odběrových míst.....	31
3 Metodika .....	34
3.1 Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“ .....	34
3.2 Odběry a zpracování fyto— a zoobentosu.....	35
3.2.1 Odběr .....	35
3.2.2 Laboratorní práce .....	37
4 Výsledky .....	40
4.1 „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“ .....	40
4.2 Rozbory fyto— a zoobentosu pro bioindikaci.....	41
4.2.1 Pekloves.....	41
4.2.2 Zámezí .....	45
4.2.3 Pod ČOV Jičín .....	49



4.2.4 Porovnání lokalit.....	53
5 Diskuse.....	55
5.1 Perokresby a její porovnání s nalezenými taxony .....	55
5.2 Zhodnocení odběrů a rozborů fyto— a zoobentosu .....	55
5.2.1 Fyzikálně-chemické parametry prostředí.....	55
5.2.2 Nalezené taxony bioindikátorů .....	56
5.2.3 Trofie/saprobita – zhodnocení vytipování lokalit .....	57
5.3 Problematika fixace a určování fyto — a zoobentosu .....	58
Závěr.....	59
Literatura .....	60
Seznam obrázků.....	64
Seznam tabulek.....	66
Seznam grafů.....	66
Přílohy .....	i
„Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) — a zoobentosu“ .....	i
Oligosaprobní taxony .....	ii
Oligotrofní taxony.....	vii
Oligo-mesotrofní taxony .....	ix
Betamesosaprobní taxony.....	x
Meso-eutrofní taxony.....	xiv
Alfamesosaprobní taxony.....	xix
Eutrofní taxony .....	xxi

## Úvod

Při výběru tématu bakalářské práce mě zaujal fyto-bentos, resp. rozsivky a možnost hodnocení stavu vod na základě výskytu bioindikátorů. Po setkání s vedoucí práce RNDr. Lenkou Šejnohovou (Supovou), Ph.D. jsme se rozhodly rozšířit téma o bioindikaci pomocí zoobentosu, resp. vodních bezobratlých živočichů, z důvodu společného výskytu organismů a jejich provázanosti, která je v praxi žádoucí, ale opomíjená.

Hlavním účelem této bakalářské práce je rozšíření mých teoretických znalostí a získání základních praktických dovedností v oboru bioindikace pomocí fyto- a zoobentosu. Právě společné využití obou společenstev je problematické vzhledem k rozdílné metodice práce. Termínem fyto-bentos jsou v celé této práci myšleny rozsivky, na základě implementace WFD (Water Framework Directive – rámcová směrnice o vodách) v legislativě ČR, kde je hlavním indikačním taxonem právě třída rozsivek.

Díky praktické části práce jsem si vyzkoušela metodiku odběru a determinaci fyto- a zoobentosu horního toku řeky Cidliny v létě roku 2020. Během nepříznivé COVID situace jsem sestavila vlastnoručně kreslenou determinační pomůcku „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“.

Hlavní cíle bakalářské práce:

(1) Vypracovat literární rešerši na téma:

- a) bioindikace pomocí kombinace fyto- a zoobentosu (legislativa, indexy, typické bioindikační druhy);
- b) dosavadní výzkum fyto- a zoobentosu na řece Cidlina.

(2) Seznámit se s bioindikací pomocí fyto – a zoobentosu prostřednictvím:

- a) vytvoření vlastnoručně kreslené pomůcky „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“;
- b) odběru, determinace a kvantifikace fyto- a zoobentosu horního toku Cidlina na lokalitách s předpokládaným výskytem typických bioindikátorů oligo- a eutrofie.

# 1 Teoretická část práce

## 1.1 Bioindikace v tekoucích vodách, terminologie

Bioindikace je metoda studia ekosystémů, která je založena na principu reakce organismů na změnu kvality svého životního prostředí (Adámek 2010). Odezvou organismů – bioindikátorů – rozumíme jejich (ne)přítomnost na sledované lokalitě (Adámek 2010). Při studiu vodních ekosystémů se využívá bioindikace na úrovni společenstev, kdy se vzrůstajícím znečištěním klesá bohatost společenstva (Kokeš & Vojtíšková 1999).

**Bioindikátor** je živý organismus, který svým výskytem či absencí indikuje stav nebo vlastnosti prostředí (Adámek 2010, Petrtýl s.a.). Dobrým bioindikátorem je organismus s úzkou ekologickou valencí (stenovalentní druh), který je citlivý na malé výkyvy hodnot prostředí (Petrtýl s.a.). Aby organismus mohl být bioindikátorem musí splňovat následující kritéria (Adámek 2010):

- jednoznačná a jednoduchá determinace
- snadný sběr v terénu
- známá biologie a ekologie
- kosmopolitní geografické rozšíření
- schopnost reagovat vývojem společenstva na znečištění

**Zoobentos** je společenstvo drobných živočichů obývajících pevný podklad i mělké usazeniny dna vod (Hartman et al. 2005). **Fytobentos** je označení pro soubor fototrofních organismů osídlujících dno vod, vyjma makrofytních rostlin (Marvan & Kozáková 2006). V tekoucích vodách se využívá v ČR tradičně především zoobentos pro své vhodné indikační vlastnosti, ale do praxe byl jako vhodná indikační skupina díky WFD začleněn i fytobentos (Kokeš & Vojtíšková 1999).

Ekologický stav vod je souhrnné označení pro kvalitu vodního prostředí na základě stupně degradace prostředí, míře znečištění či výskytu toxických látek (Adámek 2010). Základními termíny pro **hodnocení stavu tekoucích vod** jsou níže uvedené pojmy:

- jakost vody
  - kvalita vody v tocích dle míry znečištění (Adámek 2010)
  - 5 tříd jakosti (neznečištěná až velmi silně znečištěná) (ČSN 2017)
- indexy
  - kritéria užívaná pro sledování stavu vod (Adámek 2010)
  - saprobní index, index diverzity (Kokeš & Vojtíšková 1999)
- index diverzity
  - obecná charakteristika společenstva
  - vychází z druhové bohatosti taxonů a počtu jedinců v jednotlivých druzích (Kokeš & Vojtíšková 1999)

- saprobní index
  - hodnocení organického znečištění na základě výskytu organismů (Kokeš & Vojtíšková 1999)
- trofie
  - soubor vlastností vodního biotopu určený množstvím základních živin v koloběhu (Adámek 2010)
  - schopnost uživení vodních organismů (Hartman et al. 2005)
- saprobity
  - soubor vlastností vodního biotopu ovlivňován přítomností organických látek schopných biochemického rozkladu (Říhová Ambrožová 2007)

## 1.2 Legislativa v oblasti vodní politiky

**Water Framework Directive (WFD)** je Rámcová směrnice ustanovující rámec pro oblast vodní politiky na úrovni Evropské unie, jež je platná v letech 2000-2027. Je to hlavní dokument týkající se vod, který byl zaimplementován do legislativy ČR (Ministerstvo životního prostředí 2004). Dle Punčocháře (2008) se jedná o směrnici naplňující vizi v uchování vodních zdrojů, jejímž účelem je:

- zabránění zhoršení stavu vod
- podpoření udržitelnosti
- zlepšení stavu vodních ekosystémů
- dosažení harmonie mezi užíváním a ochranou vod

Implementace WFD do vodního hospodářství a legislativy ČR je zajištěna prostřednictvím vodního zákona č. 254/2001 Sb., jehož účelem je ochrana vodních ekosystémů povrchových vod (Ministerstvo životního prostředí 2004). Rámcová směrnice členskými státy EU ukládá povinnost dosažení „**dobrého stavu**“ povrchových a podpovrchových vod – jejich vymezením, identifikací antropogenních vlivů, biomonitoringu vod, vyhodnocení ekologického stavu a opatření pro zlepšení stavu vod (VÚV T.G.M. 2020). Pro dosažení cílů směrnice slouží **národní plány povodí Labe, Odry a Dunaje**, vypracovávané v šestiletých cyklech (VÚV T.G.M. 2020).

Pro posouzení stavu tekoucích vod pomocí zoobentosu byl v ČR v roce 2001 spuštěn projekt **PERLA**, systém biologických metod pro hodnocení ekologického stavu, který je schopen na základě proměnných prostředí určit seskupení benthických bezobratlých a umožňuje porovnání s pozorovanými taxony (Kokeš et al. 2006).

### 1.3 Lotické sladkovodní systémy

Lotické systémy jsou tekoucí vody charakterizované přirozeným či regulovaným korytem, průtokem a vodnatostí toku (Lellák & Kubíček 1992). Základním ukazatelem tekoucích vod je **rychlost proudění vody**, která je podle Lelláka & Kubíčka (1992) ovlivněna tvarem koryta a charakterem dna i břehů. Čím větší je rychlost proudění, tím více se odlišují tekoucí vody od stojatých a tím i biologické osídlení, které je v lotických systémech ochuzeno o planktonní organismy, pokud se nejedná o pomalu tekoucí úseky vod (Bílý et al. 1994).

Hlavním zdrojem energie v lotických vodách jsou alochtonní organické látky (vyplavování detritu a živin, spadané listy) (Lellák & Kubíček 1992, Bílý et al. 1994). Největší přirozený přísun organických látek je v horních úsecích toku, kde jsou látky rychle rozloženy na lépe využitelné částice (Lellák & Kubíček 1992). Proud vody odnáší rozpuštěné látky a následně je ukládá v níže položených místech (Hartman et al. 2005), ale rozpuštěný organický materiál je již v toku zachytáván vodními organismy pomocí sítí či filtračních aparátů (Bílý et al. 1994). V tekoucím systému je popsán cyklus (tzn. **recyklační okruh**) zajišťující látkovou rovnováhu (Lellák & Kubíček 1992):

1. živiny z vody jsou čerpány drobnými vodními organismy
2. drobné organismy jsou dále potravou větších vodních živočichů
3. větší vodní živočichové se po odumření stávají zásobníkem živin
4. živiny jsou dostupné pro autotrofní složku společenstva

Bílý et al. (1994) i Hartman et al. (2005) tvrdí, že životní podmínky jsou na různých místech toku rozdílné, a proto jsou tekoucí vody děleny do čtyř pásem pojmenovaných dle převládajícího druhu ryb:

- pstruhové
- lipanové
- parmové
- cejnové

Pásma se odlišují rychlostí toku, charakterem dna, ročními teplotami, obsahem kyslíku ve vodě a osídlením rozdílných druhů vodních organismů, jež se dají využít k bioindikaci vodního prostředí (Hartman et al. 2005).

V tekoucích vodách se uplatňují organismy náročnější na obsah kyslíku v prostředí a také **bentické organismy** s různými morfologickými adaptacemi sloužícími k udržení na místě (Bílý et al. 1994). Bentické společenstvo osídluje podklad v několika patrech – horní i spodní strana kamenů, prostory pod kameny, sediment dna či přímo dno samotné (Lellák & Kubíček 1992, Hartman et al. 2005).

Dle autorů Lelláka & Kubíčka (1992), Hartmana et al. (2005) a Sukopa (2006a) se bentos dělí podle velikosti:

- **mikrobentos** (do 0,1 mm)
- **mesobentos** (0,1 až 2 mm)
- **makrobentos** (nad 2 mm)

Další dělení bentosu je podle systematické příslušnosti (Hartman et al. 2005, Sukop 2006a), na:

- **fytobentos (kapitola 1.4.)**
- **zoobentos (kapitola 1.5.)**

což jsou hlavní dva body zájmu, kterým se věnuji níže.

#### 1.4 Fytobentos se zaměřením na rozsivky

Fytobentos jsou **fotosyntetizující organismy** (sinice, řasy, mechy, případně některé lišejníky i játrovky) osídlující povrch podkladu ve vodě (Lellák & Kubíček 1992). Výskyt a dynamika fytobentosu je ovlivňována intenzitou osvětlení, teplotou a povahou dna či množstvím látkových zdrojů (Hartman et al. 2005). V tekoucích vodách má společenstvo funkci primárního producenta s velkým významem (Hartman et al. 2005). Na různých typech podkladů se vyskytují různě ekologicky adaptované organismy (Hindák 1978, Hartman et al. 2005) (Tab. 1).

Tabulka 1: Rozdělení fytobentosu dle ekologie (Hindák 1978, Hartman et al. 2005)

<b>společenstvo</b>	<b>organismy</b>	<b>podklad</b>
epifyton	epifytické	mechorosty, vyšší rostliny a vláknité řasy
epiliton	epilitické	kameny
epipelon	epipelické	bahnité, písčité a půdní sedimenty
epipsamon	epipsamické	zrnka písku
epizoon	epizoické	živočichové

Vzhledem k tomu, že zástupci fytobentosu rozsivky mají vazbu na určité ekologické podmínky a jsou spolehlivě určitelní, je možné jejich využití pro bioindikaci vodního prostředí (Hindák 1978, Kalina & Váňa 2005). Ale pro určení stavu vody je nutno znát trofické tolerance odebraných taxonů rozsivek (Sládeček & Sládečková 1996).

### 1.4.1 Základní charakteristika, systém rozsivek

#### Celková charakteristika:

**Bacillariophyceae** (rozsivky) jsou jednobuněčné, převážně vodní, samostatně nebo v koloniích žijících řasy (Obr. 1) (Kalina & Váňa 2005). Kaštovský & Hauert (2003-2015) tvrdí, že autoři se shodují v názoru rozsivek jako nejpočetnějších vodních eukaryot, protože je objeveno 285 rodů (12 000 druhů) a s velkou pravděpodobností většina druhů nebyla doposud popsána. Jejich původní název – Diatomae – vysvětluje fakt, že buňka rozsivek je složena ze dvou částí křemičité schránky (frustula), která se dělí na 2 typy (Tab. 2) (Kalina & Váňa 2005).



Obrázek 1: Fotografie rozsivek ze světelného mikroskopu (vlastní vzorek, pod ČOV Jičín, zv. 1000x),  
A – *Diatoma vulgaris* agg., B – *Cocconeis pediculus*, C – *Cocconeis placentula*

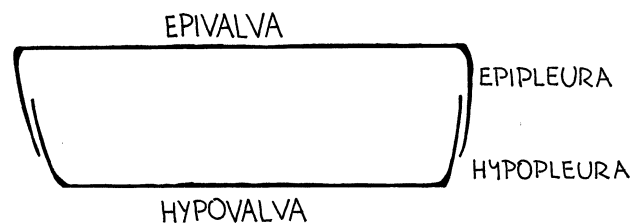
Tabulka 2: Rozdělení rozsivek dle tvaru frustuly (Kalina & Váňa 2005)

centrické rozsivky	penátní rozsivky
kulovité	podlouhlé
radiální souměrnost	bilaterální souměrnost

**Morfologie:**

**Chloroplasty** rozsivek mají čtyřvrstevnou membránu, charakteristickou olivově hnědou barvu díky chlorofylům skupiny a, c,  $\beta$ -karotenu, ale také fukoxanthinu a dalších xantofylů (Hindák 1978). Zásobními látkami, uloženými v plazmě nebo ve vakuolách, jsou chrysolaminaran, olej a volutin (Kalina & Váňa 2005).

**Křemičitá frustula** (Obr. 2) je složena ze dvou k sobě pasujících částí – větší epitéky a menší spodní hypotéky, (Kalina 1994, Kalina & Váňa 2005). Boční stěna ték se nazývá epi- či hypopleura, mezi níž jsou vkládány pásy, pomocí nichž frustula roste (Hindák 1978). Plochá část schránky je epi- či hypovalva, ale v praxi se užívají pouze pojmy valva a pleura (Hindák 1978).



Obrázek 2: Stavba frustuly (vlastní nákres)

Hlavním stavebním materiálem rozsivkové frustuly je amorfní polymer oxidu křemičitého, jehož krystalická mřížka je stejná jako u minerálu opálu (Kalina & Váňa 2005). Vnější i vnitřní povrch frustuly je pokryt ochrannou polyfosfátovou vrstvou z diatotepinu (Kalina & Váňa 2005), která zabraňuje korozi a udržuje frustulu více pohromadě (Kaštovský & Hauert 2003-2015). Rozsivky jsou jedinou fototrofní skupinou organismů, která je plně závislá na přítomnosti forem oxidu křemíku v prostředí, protože replikace jejich DNA se po vyčerpání zásob křemíku zcela zastaví (Kalina 1994, Kalina & Váňa 2005).

**Systém rozsivek:**

Bacillariophyceae (rozsivky) je třída v rámci oddělení Chromophyta (hnědé řasy), která je evolučně prokazatelně vzdálená od rostlinné vývojové linie – oddělení Rhodophyta (ruduchy), Chlorophyta (zelené řasy) a Streptohyta (Adl et al. 2012). Chromophyta najdeme v říši Chromista (Kalina a Váňa, 2005) nebo superskupině SAR, respektive jsou fylogeneticky bližší oddělení Oomycota (plísňě vaječné) nebo kmenu Foraminifera (dírkonošci) (Adl et al. 2012). Druhové popisy rozsivek jsou založeny na stavbě frustul, jejich souměrnosti a povrchové struktuře (Hindák 1978, Kalina 1994, Kalina & Váňa 2005), nikoliv dle výsledků molekulárních analýz (Kaštovský & Hauert 2003-2015). Taxonomie rozsivek je velmi složitá a neustále se přerpracovává (Kaštovský & Hauert 2003-2015) (Tab. 3).



Tabulka 3: Systém rozsivek (Adl et al. 2012, Guiry, M.D. &amp; Guiry, G.M. 1996-2021(algaebase.org))

doména:	Eukaryota			
říše:	SAR			
podříše:	Stramenopila			
oddělení:	Chromophyta			
třída:	Bacillariophyceae			
podtřída:	Bacillario- phycidae	Eunotio- phycidae	Fragilario- phycidae	Urneido- phycidae
řád:	Bacillariales	Eunotiales	Fragilariales	Plagiogrammales
	Cocconeidales		Licmophorales	Rhaphoneidales
	Cymbellales		Protoraphidales	Striatellales
	Dictyoneidales		Rhabdonematales	
	Lyrellales		Tabellariales	
	Mastogloiales		Thalassionematales	
	Naviculales		Fragilariophycidae ordo incertae sedis	
	Rhopalodiales			
	Surirellales			
	Thalassiophysales			

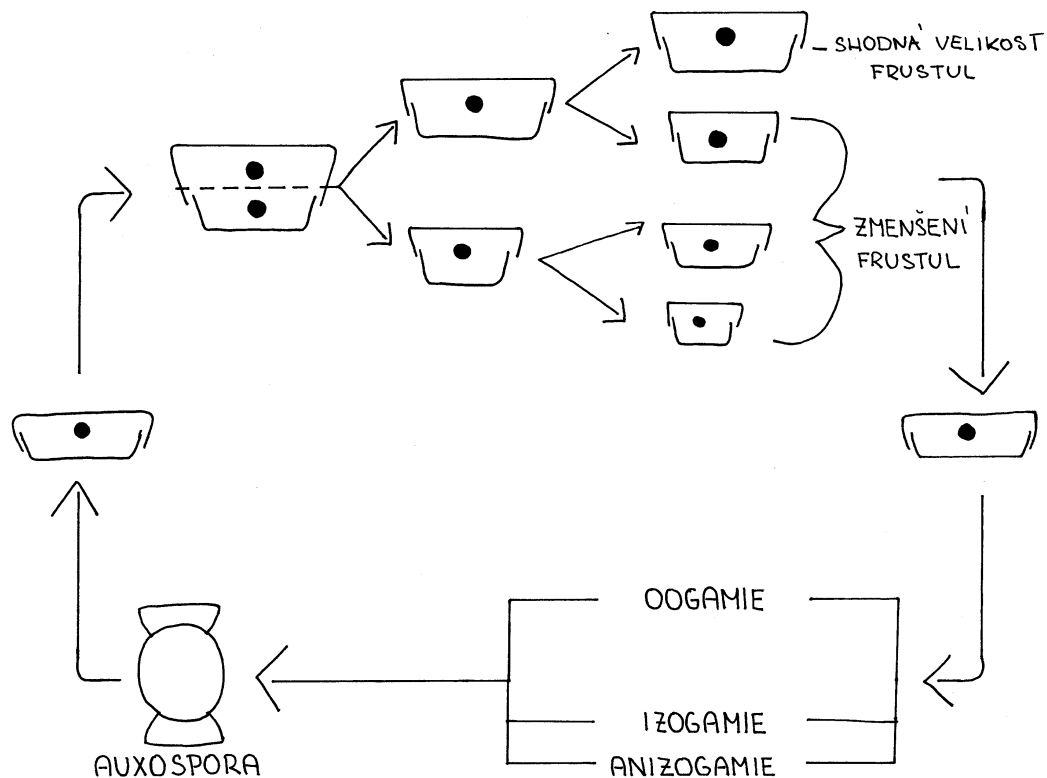
Do nižších taxonomických stupňů lze zařadit rozsivky (Veselá [2005]):

- podle souměrnosti
  - bilaterálně symetrické – *Achnanthes*, *Pinnularia*, *Navicula*
  - heteropolární – *Meridion*, *Gomphonema*, *Surirella*
  - dorzoventrální – *Cymbella*, *Eunotia*, *Epithemia*
  - sigmoidální – *Nitzschida*, *Gyrosigma*
- podle typu raphe
  - raphe uprostřed schránky – *Caloneis*, *Frustulia*, *Diploneis*
  - raphe mimo střed schránky – *Eunotia*, *Cymbella*, *Amphora*
  - kanálkové raphe – *Surirella*, *Cymatopleura*, *Epithemia*
  - raphe na jedné schránce – *Cocconeis*, *Achnanthes*
  - bez raphe – *Diatoma*, *Fragilaria*, *Meridion*

## 1.4.2 Rozmnožování, ekologie rozsivek a význam v přírodě

### Rozmnožování:

Rozsivky se rozmnožují pohlavně či nepohlavně (Kalina & Váňa 2005) (Obr. 3). **Nepohlavním rozmnožováním** rozsivek je **dělení**, kdy se matečná buňka rozdělí v perválvální rovině na dvě thény (Kalina & Váňa 2005). Každá z rozdělených thék se stává pro novou buňku epithékou (Kalina & Váňa 2005). Tento mechanismus vede k postupnému zmenšování nových jedinců (Kalina 1994) a pokud je rozměr již moc malý, nastává pohlavní rozmnožování (Kaštovský & Hauert 2003-2015).



Obrázek 3: Nepohlavní a pohlavní rozmnožování rozsivek (vlastní nákres)

**Pohlavní rozmnožování** probíhá rozdílně u centrických a penátních rozsivek (Kalina & Váňa 2005). U centrických rozsivek probíhá proces oogamie (Kalina & Váňa 2005):

- meotické dělení jádra
  - vznik oogonia (jediné jádro) či antheridia (čtyři bičíkaté spermatozoidy)
- oplození → auxospora → iniciální buňka s křemičitou frustulou

U penátních rozsivek je proces rozmnožování odlišen charakterem gamet, které jsou bezblanné a bezbičíkaté (Kalina & Váňa 2005). Anizogamie je rozmnožování s rozdílnou velikostí gamet, při izogamii jsou gamety stejně veliké (Kalina & Váňa 2005).

**Ekologie:**

Rozsivky jsou nejrozšířenější skupinou řas, která osídluje (Kalina & Váňa 2005):

- sladké vody
- slané vody
- brakické vody
- povrchové vrstvy půdy
- smáčené skály
- termální prameny

Podle Kaštovského & Hauerta (2003-2015) jsou rozsivky planktonní i bentické organismy. Mohou se vyskytovat v nárostových společenstvech (perifyton), epizoicky na velrybách či korýších nebo endozoicky v dírkonošcích (Kaštovský & Hauert 2003-2015). Ve sladkých vodách se rozsivky vyskytují na vrcholu kolísavě **2x ročně v jarních a podzimních maximech**, kdy využívají dostatku živin a dobrých světelných podmínek (Kalina & Váňa 2005, Kaštovský & Hauert 2003-2015). Ekologické nároky jsou často druhově specifické, jednotlivé druhy mají různé požadavky na pH, teplotu vody, rychlost proudění, obsah živin apod. (Tab. 4) (Kalina & Váňa 2005, Kaštovský & Hauert 2003-2015).

Dle autorů Kalina (1994), Kalina & Váňa (2005) a Kaštovský & Hauert (2003-2015) se křemičité frustuly rozsivek v geologické historii sedimentovaly v mohutné **vrstvy diatomitu** (křemeliny), který je nyní technologicky významný ve farmacii či jako izolační a filtrační materiál.

**1.4.3 Využití rozsivek pro bioindikace**

Mimo technicky významného diatomitu mají rozsivky další význam jako bioindikátoři prostředí. Společenstva rozsivek jsou vhodná pro bioindikace, protože reagují jako celek změnou (Adámek 2010):

1. početnosti organismů
2. vzájemného zastoupení organismů
3. počtu taxonů

Pro výpočet biotických indexů slouží počítačový software **Omnidia**, který pracuje se získanými daty rozsivek z terénních odběrů. Navržen byl ve Francii k výpočtům indexů kvality vody pomocí jednotlivých druhů rozsivek. Program má v databázi více než 23 000 druhů rozsivek, ke kterým přiřazuje 18 rozsivkových indexů a 33 ekologických statistik. Mezi příklady rozsivkových indexů patří Biological Diatom Index (BDI), Descy index, Sladeczek Saprobic Index či Pampean Diatom Index (PDI) a k ekologickým statistikám přiřazuje například salinitu, saprobitu, požadavky na kyslík či na příjem dusíku. (Omnidia 2020)

## 1.5 Zoobentos

Zoobentos je označení pro společenstvo **drobných nefotosyntetizujících organismů osídlující dno vod**, jehož druhové složení je ovlivněno rychlostí tekoucí vody (Hartman et al. 2005). Bentiční živočichové žijící mimo hlavní proud vody nemají vytvořeny žádné morfologické adaptace na jejich udržení v proudu (Hartman et al. 2005) např. rod *Asellus aquaticus* (beruška vodní) (Kokeš & Vojtíšková 1999). Zoobentos má na rozdíl od fytoobentosu možnost aktivně se pohybovat, nicméně obě společenstva využívají vlastní morfologické adaptace pro udržení v proudu. Seznam adaptací zástupců zoobentosu žijící v rychlejších částech toku je vypsán v tabulce 4 (Lellák & Kubíček 1992, Sukop 2006a). Naproti tomu fytoobentos je obecně uzpůsoben například pomocí přichytných zařízení (stopečky či rhizoidy), větvených stélek (*Cladophora*) nebo pomocí ohebných trubiček (*Lemanea*) (Bohunická 2019).

Tabulka 4: Morfologické adaptace zoobentosu (Lellák & Kubíček 1992, Sukop 2006a)

způsob udržení	adaptace	zástupci
přilnutí k podkladu	-	mechovky schránky chrostíků
záchytné systémy	přísavky	pijavice
	hákovité pošinky	dravé larvy chrostíků
	háčky na panožkách	larvy pakomárů
	koncové drápky se zoubky	proudomilné larvy jepic
lepivé sekrety	háčky se slizovými vlákny	larvy muchniček
	svalnatá noha se slizem	ploštěnky plži
ochranné konstrukce	sítě	někteří chrostíci
tvar těla	elipčitý, vejčitý	larvy jepic larvy pošvatek
	dorzoventrálně zploštělý	larvy jepic larvy pošvatek larvy brouků
	laterálně zploštělé	blešivci
zátěžové konstrukce	zatížení kamínky	larvy chrostíků
úkryty	-	larvy dvoukřídlých hrabavé larvy hmyzu mlži

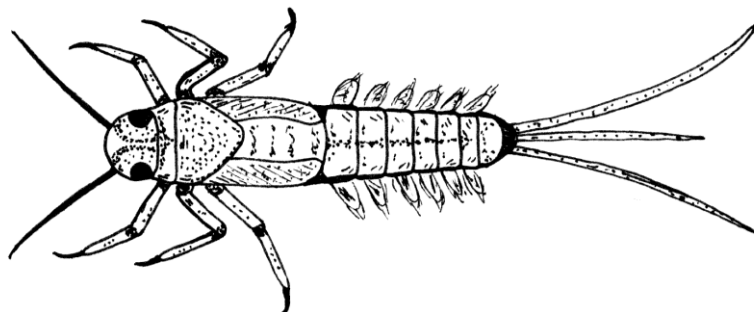
Bentiční živočichové trvale žijící na dně někdy bývají strženi proudem a jsou odneseni ve vodním sloupci níže po toku – pasivní **drift** (Hartman et al. 2005). Na druhou stranu existující aktivně driftující organismy, které se za nepříznivých podmínek odpoutají od podkladu, nechají se unášet proudem a následně přisedají na příznivějším místě, například rod *Gammarus* (blešivec) (Hartman et al. 2005). Zástupci zoobentosu mají různé potravní strategie, podle kterých se dělí na drtiče (rozměňování větších částí fytohmoty), sběrače (filtrování potravy), škrabače a spásače, kteří získávají potravu z povrchu podkladu (Lellák & Kubiček 1992).

### 1.5.1 Vybrané taxony zoobentosu

Zoobentos označuje rozsáhlé společenství vodních živočichů napříč skupinami. Níže jsou stručně charakterizovány vybrané taxonomické skupiny dle jejich bioindikačních vlastností.

#### Řád Ephemeroptera (jepice):

Jepice se řadí mezi drobný hmyz s proměnou nedokonalou (Smrž 2015). Dospělí jedinci mají průhledná křídla s hustou žilnatinou (složena vertikálně nad tělem), nejsou schopni přijímat potravu a proto žijí jen krátce (Sukop 2006a). Podle autorů Sukopa (2006a) a Smrže (2015) jsou charakteristickým znakem jepic **3 dlouhé štěty na zadečku**. Jepice jsou typickým příkladem koloběhu života v tekoucích vodách – dospělci letí proti proudu, kladou vajíčka na horním toku a mladé larvy jsou opět unášeny proudem (Bílý et al. 1994).

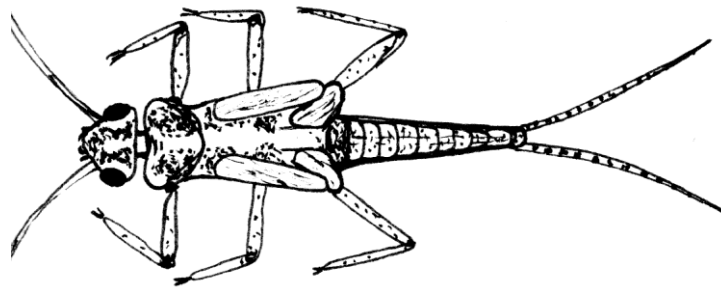


Obrázek 4: Larva jepice z čeledi Baetidae (vlastní nákres)

**Juvenilní jedinci** (Obr. 4) osídlují naše stojaté i tekoucí vody a jsou typickou složkou fauny (Sukop 2006a, Smrž 2015). Vyskytují se hlavně v **neznečištěných vodách** (Kokeš & Vojtíšková 1999). U larev jepic jsou zjevné morfologické adaptace na vodní prostředí, proto v tekoucích vodách rozlišujeme **4 typy larev**: lezoucí, plovoucí, proudomilný (reofilní) a hrabavý typ (Bílý et al. 1994, Smrž 2015). Juvenilní jepice mají na zadečku tracheální žábry, což jsou přívěsky sloužící k dýchání a přísunu čerstvé vody (Smrž 2015).

### Řád Plecoptera (pošvatky):

Pošvatky jsou hmyzí zástupci s velkými křídly a **dvěma dlouhými štěty na zadečku** (Sukop 2006a). Jedná se o hmyz s proměnou nedokonalou, který v dospělosti stejně jako jepice nepřijímá potravu (Sukop 2006a). Pošvatky žijí v čistých, hodně prokysličených stojatých či tekoucích vodách a nejčastěji se vyskytují **v horských potocích** (Bílý et al. 1994, Sukop 2006a, Smrž 2015). Larvy pošvatek mají velkou hlavu a silná kusadla (Obr. 5), protože se většinou živí dravým způsobem života (Bílý et al. 1994). Naše druhy pošvatek nemají tracheální žábry umístěné na zadečku, nýbrž na hrudi, končetinách či okolo ústního otvoru (Smrž 2015).



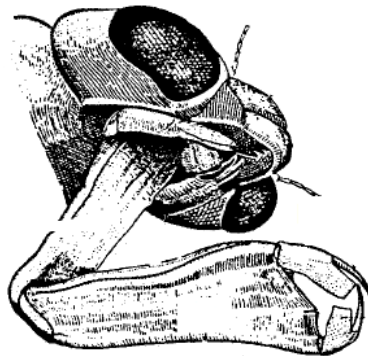
Obrázek 5: Larva pošvatky z čeledi Nemouridae (vlastní nákres)

### Řád Odonata (vážky):

Vážky patří mezi pestře zbarvený hmyz s velkými křídly a proměnou nedokonalou (Sukop 2006a). Řád se dělí na 2 podřády:

- šidélka a motýlice (Zygoptera)
- vážky a šídla (Anisoptera) (Smrž 2015).

**Dospělí jedinci** se vždy živí dravě a pro tento účel mají uzpůsobeny velké oči se širokým zorným polem (Smrž 2015). Charakteristický je pro ně styl kopulace, který probíhá za letu ve zkroucené poloze (Smrž 2015). **Larvy vážek** žijí v tekoucích i stojatých vodách, jsou dravé a orgánem pro lov kořisti je **vychlípitelný spodní pysk** (Obr. 6), který je typickým znakem larev vážek (Kohl 2003, Sukop 2006a, Smrž 2015).



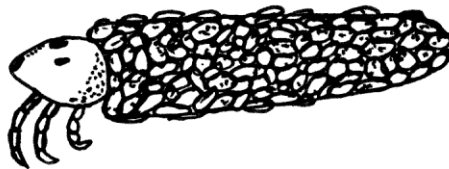
Obrázek 6: Hlava larvy vážky s napůl vymršťenou maskou (Kohl 2003).

Při určování larev tří jmenovaných řádů Ephemeroptera/Plecoptera/Odonata sledujeme (Rozkošný 1980):

- počet koncových přívěsků
- přítomnost a umístění žaber
- počet drápků na konci chodidel
- typ ústního ústrojí

### Řád Trichoptera (chrostíci):

Chrostíci jsou zástupci hmyzu s proměnou dokonalou, na rozdíl od řádů Ephemeroptera nebo Plecoptera. Na první pohled se dospělci chrostíků mohou podobat motýlům (Smrž 2015). Rozdílným znakem od motýlů je nepřítomnost sosáku a přítomnost chloupků na křídlech (Smrž 2015). Larvy chrostíků jsou vodní a žijí v **čistých vodách** (Kokeš & Vojtíšková 1999). Larvy nejsou pouze dravé, ale i býložravé a živí se i detritem (Sukop 2006a). Při kuklení si chrostíci staví chodbičky, ve které bezpečně přežívají stádium kukly (Bílý et al. 1994).



Obrázek 7: Larva chrostíka se schránkou (vlastní nákres)

Larvy žijí ve vodním prostředí a mají **mnohé morfologické adaptace** na proudící vodu (Sukop 2006a):

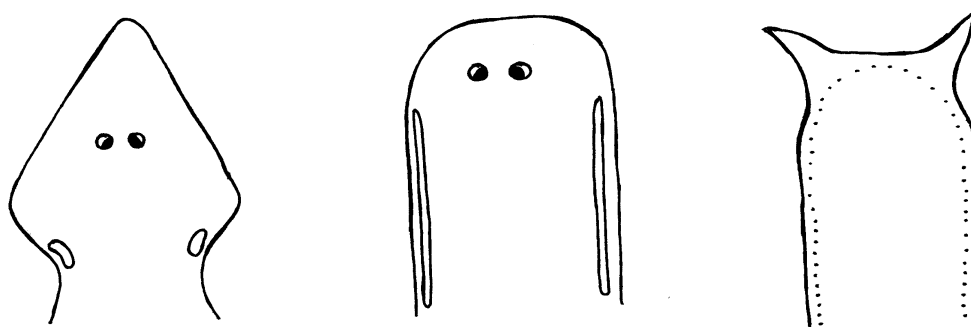
- stavba schránek z různých materiálů (Obr. 7)
- stavba sítí ze sekretu slinných žláz
- stavba chodbiček v sedimentu dna

### Třída Turbellaria (ploštěnky):

Ploštěnky jsou volně žijící vodní predátoři z kmene ploštěnci (Plathelminthes), kteří obývají různé typy vodního prostředí (Sukop 2006a, Smrž 2015). Jejich výhodou pro život pod kameny je značná regenerační schopnost a elasticita těla (Sukop 2006a). Charakteristické je pro ně uzavírání vajíček do kokonů, které následně přilepují na kameny ve vodě (Obr. 8) (Zicháček 1995). V tekoucích vodách lze nalézt velké druhy do 2 cm, které jsou mnohdy **indikátory čistoty vody** (Bílý et al. 1994). V horských vodách žijí zástupci (Obr. 9) *Polycelis cornuta* syn. *Polycelis felina* (ploštěnka ušatá), níže po proudu *Dugesia gonocephala* (ploštěnka potoční) či *Dugesia polychroa* (ploštěnka říční) (Sukop 2006a).



Obrázek 8: Kokony pijavek přilepené na kamenech (vlastní fotografie, 22.8. 2020 řeka Cidlina, pod ČOV Jičín)



Obrázek 9: Zobrazení hlavové části ploštěnek – *Dugesia gonocephala*, *Dugesia polychroa* a *Polycelis felina* (inspir. M. Reslová (Reslová & Simon 2015, vlastní nákres))

### Třída Hirudinea (pijavky):

Pijavky jsou jedna ze tříd spadající do kmene kroužkovců (Smrž 2015). Charakteristickým znakem na dorzoventrálně zploštělém těle pijavek jsou **dvě přísavky – obústní a koncová** (Sukop 2006a, Smrž 2015). Pijavky mohou být příležitostní parazité na ostatních vodních organismech či se živí dravě larvami hmyzu (Smrž 2015). Stejně jako ploštěnky, tak i pijavky uzavírají vajíčka do kokonů a přilepují je na vodní rostliny (Zicháček 1995) a kameny (Maleninský 1996). Vyskytují se ve stojatých vodách nebo pomalu tekoucích úsecích řek (Sukop 2006a). Dle Buchara (1995) se pijavky určují do druhu také **dle počtu párů očí**, kterých bývá jeden až pět. Počet párů očí je viditelný po rozmáčknutí hlavové části mezi dvěma podložními sklíčky (Buchar 1995).



### Třída Gastropoda (plži):

Plži jsou třída kmene měkkýšů, jejichž tělo je tvořeno z hlavy, svalnaté nohy a útrobního vaku (Sukop 2006a, Smrž 2015). Hřbetní strana útrobního vaku tvoří ulitu, což je spirálně vinutá schránka složená ze tří vrstev (Smrž 2015). Většina plžů se živí vodní vegetací, někteří detritem a občasně i mrtvými živočichy (Sukop 2006a). V **horních tocích** se vyskytuje *Ancylus fluviatilis* (kamomil říční) (Obr. 10) (Bílý et al. 1994) a v **dolních úsecích vod** lze nalézt *Bithynia tentaculata* (bahnivka rmutná) (Sukop 2006a).

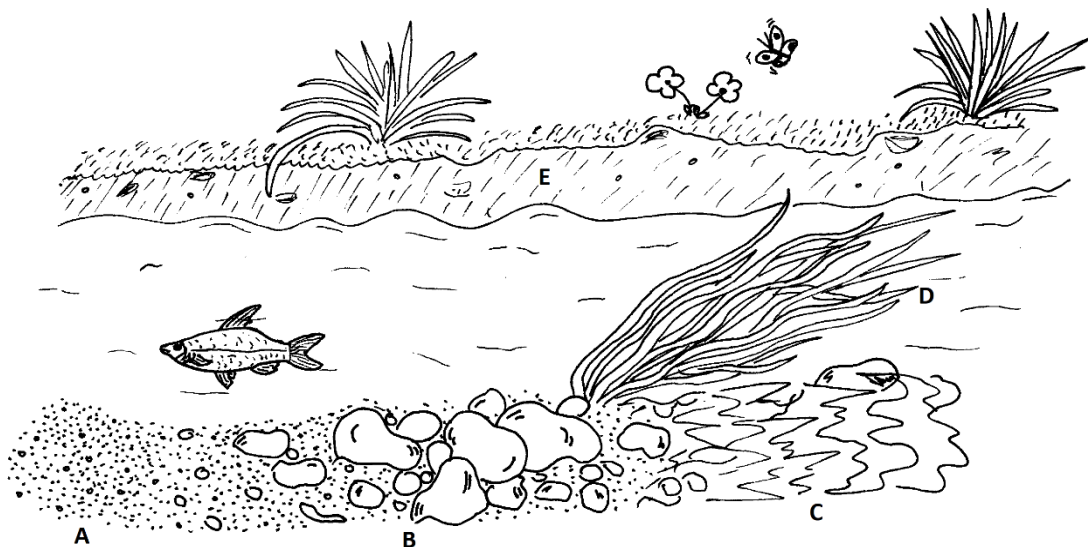


Obrázek 10: *Ancylus fluviatilis* (kamomil říční) (vlastní nákres)

### 1.5.2 Ekologie bentických živočichů říčního dna

Jednotlivé druhy bentických živočichů se liší morfologickými adaptacemi na proudění, mírou pohyblivosti, nároky na světelné podmínky a přísun živin (Sukop 2006a). Z důvodu odlišností druhů obývají bentičtí živočichové různé **zoocenózy podle charakteru dna** (Obr. 11) (Lellák & Kubíček 1992):

- **litoreofilní** – kamenitý či skalnatý podklad
- **fytofilní** – na vegetaci
- **psammofilní** – v písku
- **pelloreofilní** – v bahnitém sedimentu
- **argilofilní** – hlinité břehy a náplavy



Obrázek 11: Zoocenózy dle charakteru dna (vlastní nákres):

A – psammofilní, B – litoreofilní, C – pelloreofilní, D – fytofilní, E – argilofilní

### 1.5.3 Využití zoobentosu pro bioindikace

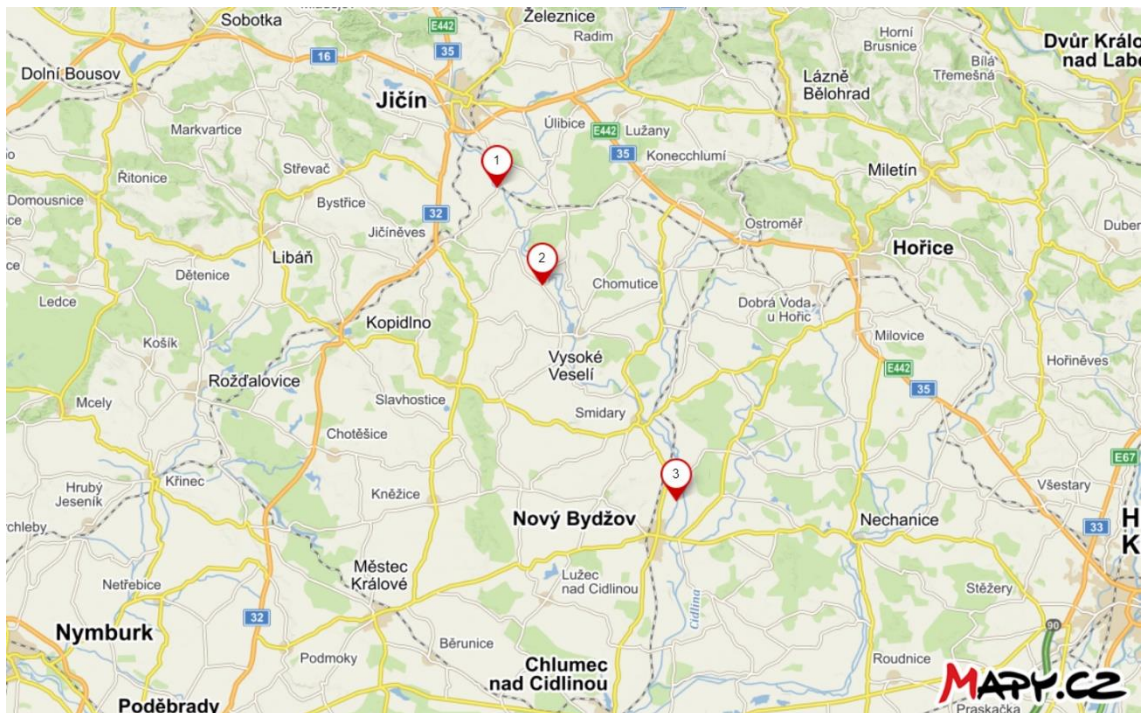
**Makrozoobentos** je tradičně využíván jako skupina pro bioindikaci již od poloviny 20. století (Adámek 2010). Bentičtí živočichové jsou dobrými indikátory, protože splňují podmínky vhodných organismů pro bioindikaci (Adámek 2010):

1. zastoupení druhů ve všech sladkovodních biotopech
2. schopnost odezvy na jednotlivé typy znečištění
3. známá taxonomie a dobré určovací klíče
4. jednoduchý a levný sběr v terénu

Společenstva makrozoobentosu jsou využívána pro dobrou reakci na vliv antropogenních vstupů (Adámek 2010). Antropogenní organické znečištění vody způsobuje kyslíkový deficit (Říhová Ambrožová 2007) a také změnu substrátových podmínek dna, na kterou reagují zvláště intolerantní druhy zoobentosu (Adámek 2010). Dochází tak k nárůstu biomasy a snížení druhové diverzity vodních bentičtých živočichů (Adámek 2010).

### 1.6 Dosavadní výzkum oživení řeky Cidlina mikroorganismy

Řeka Cidlina je pravidelně monitorována **státním podnikem Povodí Labe**. Odběrové profily realizované touto institucí se nacházejí všechny až na středním toku, resp. pod obcí Jičín, např. Vitiněves, Žeretice, Sloupno - viz. mapa (Obr. 12). Pro případné srovnání oživení řeky Cidliny v celém jejím podélném profilu mám předem zjištěnou možnost získat data po smluvním ujednání mezi UHK a Povodím Labe.



Obrázek 12: Příklady odběrových profilů státního podniku Povodí Labe, 1 – Vitiněves, 2 – Žeretice, 3 – Sloupno (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020)

## 2 Praktická část práce

### 2.1 Přehled determinační literatury

Fyto— a zoobentos bývá v České republice zpravidla studován různými odborníky, resp. algology a hydrobiology. Tento fakt vychází z podstaty, že určování těchto skupin jako celku je velmi obsáhlé téma, které se asi nejlépe podařilo z hlediska bioindikace sjednotit manželům Sládečkovým (Sládeček V., Sládečková A.) ve dvou dílech publikace:

“Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírný odpadních vod”:

- (1996): 1. díl: Destruenti a producenti

- (1997): 2. díl: Konzumenti,

které jsou ale těžce dostupné a nespécializují se přímo na bentos.

Kromě výše dvou zmíněných atlasů slouží k determinaci fyto – i zoobentosu široké spektrum publikací, které najdete v prvním případě na katedrách botaniky a v druhém na katedrách zoologie a je těžké všechny naráz získat v papírové podobě. Z tohoto důvodu jsem si pro mé první kroky v určování vytvořila:

„Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“ a čerpala jsem z následujících publikací (Tab. 5, tab. 6)

Tabulka 5: Fytobentos – základní determinační literatura (řazeno dle roku vydání)

#### Fytobentos – základní determinační literatura

\* řazeno dle roku vydání sestupně

autor	název	rok vydání	počet stran	typ nosiče
Kaštovský a kol.	Atlas sinic a řas ČR 1	2018	384	kniha
Kaštovský a kol.	Atlas sinic a řas ČR 2	2018	480	kniha
Šejnohová a kol.	Atlas fytobentosu	2008	-	CD

Tabulka 6: Zoobentos – základní determinační literatura (řazeno dle roku vydání)

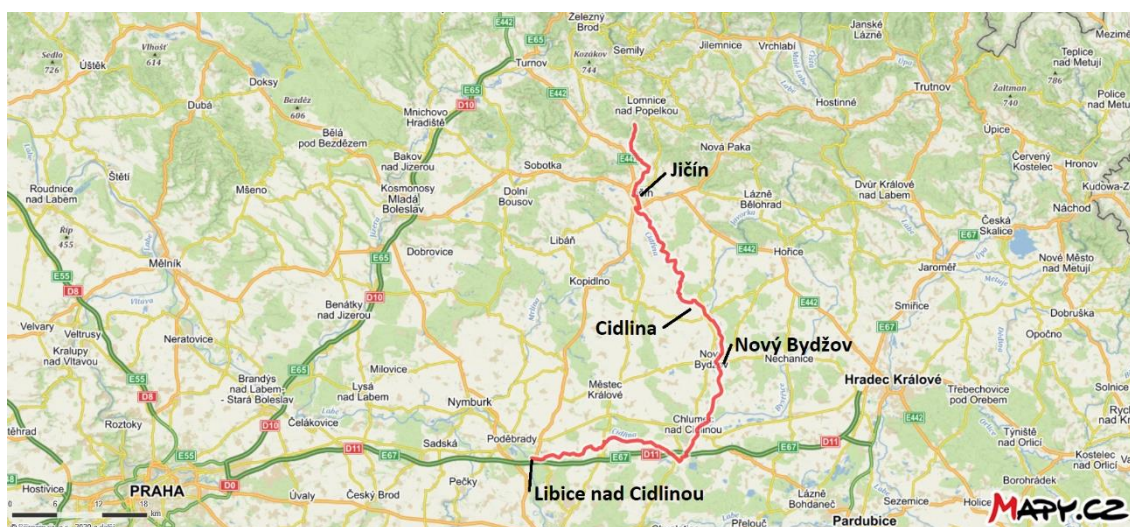
**Zoobentos – základní determinační literatura**

\* řazeno dle roku vydání sestupně

autor	téma	rok vydání	počet stran	typ nosiče
Reslová M., Simon O.	Ploštěnky — opomíjení obyvatelé našich vod	2015	3	článek
Greenhalgh M., Ovenden D.	Fresh Water Life	2007	260	kniha
Köhl S.	Určovací klíč exuvií evropských druhů vážek ( <i>Odonata</i> ) podřádu <i>Anisoptera</i>	2003	30	kniha
Beran L.	Vodní měkkýši ČR	1998	120	kniha
Maleninský M.	Klíč k určování vodních breber	1996	36	kniha
Rozkošný R.	Klíč vodních larev hmyzu	1980	513	kniha
Anonymous	Klíč vodních breber	—	33	kniha
Horsák M.	Přehled a determinace vodních měkkýšů ČR	—	56	prezentace

**2.2 Charakteristika zájmového území**

Sledovaná lokalita se nachází na toku řeky **Cidliny v povodí Labe**. Zájmové území se nachází na severovýchodě Čech v okolí měst Jičína, Nového Bydžova a Chlumce nad Cidlinou (Obr. 13)



Obrázek 13: Umístění Cidliny na severovýchodě Čech (Seznam.cz &amp; OpenStreetMap 2020)

### 2.2.1 Řeka Cidlina

Řeka Cidlina je vodní tok spadající do povodí Labe a úmoří Atlantského oceánu (Ministerstvo zemědělství 2016). Cidlina svým tokem zasahuje do:

- Libereckého kraje (okres Semily)
- Královéhradeckého kraje (okresy Jičín, Nový Bydžov, Hradec Králové)
- Středočeského kraje (okresy Kolín, Poděbrady)

Pramen řeky se nachází v nadmořské výšce **564 metrů nad mořem** na západních svazích vrchu Tábor ve vesnici Košov, což je část města Lomnice nad Popelkou. Řeka dále protéká městy:

- Jičín (16 717 obyvatel)
- Nový Bydžov (6 935 obyvatel)
- Chlumeck nad Cidlinou (5 501 obyvatel)
- Libice nad Cidlinou (1 274 obyvatel),

kde se vlévá v nadmořské výšce **187 metrů nad mořem** jako pravostranný přítok do Labe. (Ministerstvo zemědělství 2020), (Český statistický úřad 2020)

Nejvýraznějším přítokem Cidliny je levostranný přítok **řeka Bystřice**, která se vlévá do větší řeky u Chlumce nad Cidlinou. Za větší přítoky můžeme považovat 6 menších řek, z nichž je nejvýraznější řeka Javorka, vlévající se zleva do Cidliny u obce Skřivany, poblíž Nového Bydžova. Do řeky Cidliny se vlévá téměř 20 menších přítoků, mezi které patří například Ploužnický potok přitékající zleva z vrchu Bradlec či Úlibický potok. (Ministerstvo zemědělství 2020)

Řeka Cidlina má oproti Labi (Tab. 7) téměř 22x menší průměrný průtok. Pro Labe byla hodnota naměřena v Děčíně a pro Cidlinu v Chlumci nad Cidlinou. Dlouhodobý průměrný průtok řeky Cidlina v Jičíně činí 0,329 m<sup>3</sup>/s, po spojení s Javorkou v Novém Bydžově 2,740 m<sup>3</sup>/s a s přítokem Bystřicí v Chlumci nad Cidlinou 5,09 m<sup>3</sup>/s. (Povodí Labe 2020)

Tabulka 7: Porovnání řek Cidlina a Labe (Povodí Labe 2020)

vodní tok	Cidlina	Labe (v ČR)
délka [km]	87	370
plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	1197	49 900
průměrný průtok [m <sup>3</sup> /s]	5,09	108

## 2.2.2 Geomorfologické a přírodní poměry

Tok řeky Cidliny geomorfologicky náleží do Hercynského systému a provincie České vysočiny. Severní část toku spadá do subprovincie Krkonošsko-jesenické soustavy, zbylá část toku jižně od obce Pekloves patří již do subprovincie České tabule. Průběh toku prochází jednotlivými geomorfologickými oblastmi: (CENIA 2019)

- Krkonošskou oblastí - Východočeskou tabulí
- Severočeskou tabulí - Středočeskou tabulí

Průběh vodního toku je nerovnoměrně rozložen do různých geologických jednotek (Česká geologická služba 2020):

1. Pramen – kvartérní splachové sedimenty – hlína, jíl, písek a štěrk
2. Jičín – kvartérní svahové hlinité, písčité či jílovité sedimenty
3. Nový Bydžov – kvartérní vápenaté a jílovité sedimenty
4. Chlumec nad Cidlinou – kvartérní pískovité a štěrkovité sedimenty
5. Libice nad Cidlinou – křídové vápnité jílovce, slínovce a kvartérní spraš
6. soutok Cidliny s Labem – kvartérní nivní sediment
7. v celém průběhu toku – nivní sediment

Tabulka 8: Hodnoty BPEJ řeky Cidliny (VÚMOP 2019)

umístění	obec	BPEJ*	podloží	obsah skeletu**	klimatický region	sklon terénu
pramen	Lomnice nad Popelkou	8.34.44	dystrické kambizemě a podzoly	až 50 %	mírně chladný	svažitý
střední tok	Nový Bydžov	3.10.00	hnědozemě	do 10 %	teplý, mírně vlhký	rovinatý
dolní tok	Libice nad Cidlinou	2.55.00	fluvizemě	do 10 %	teplý, suchý	rovinatý

\*BPEJ – bonitovaná půdně ekologická jednotka, \*\* obsah skeletu – celkový objem štěrku a kamene

Cidlina pramení v mírně chladných podmínkách a směrem po toku vtéká do teplejších a sušších oblastí (Tab. 8) (VÚMOP 2019).

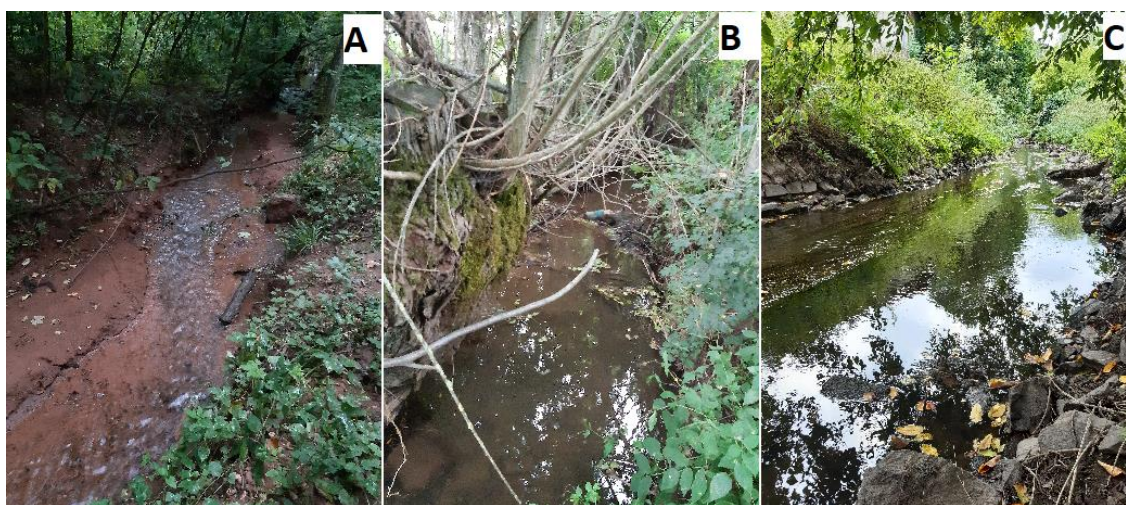
Řeka Cidlina protéká mnoha **oblastmi se zvýšenou ochranou či významem**. Pramen řeky leží v evropsky významné lokalitě Kozlov – Tábor a PP Cidlinský hřeben s cílem zachování lesního ekosystému blízkému přirozené skladbě; od obce Vysokého Veselí po Nový Bydžov je Cidlina součástí EVL a PP Javorka a Cidlina – Sběř; v oblasti mezi Chlumcem nad Cidlinou a Libicemi nad Cidlinou řeka protéká NPR Kněžičky, NPP Žehuňský rybník, EVL Žehuňsko a PO Žehuňský rybník – Obora Kněžičky; v místě soutoku s Labem se nachází NPR Libický luh a EVL Libické luhy. (AOPK ČR 2020)

### 2.2.3 Popis odběrových míst

Pro odběry z Cidliny jsem zvolila tři odběrová místa horního toku (Tab. 9) (Obr. 14). Při výběru vhodných lokalit hrálo roli více faktorů, mezi které spadá umístění a zastínění toku, regulace říčního koryta, blízkost města či zemědělsky obhospodařovaných lokalit.

Tabulka 9: Charakteristika odběrových míst včetně naměřených hodnot při odběrech

	<b>Pekloves</b>	<b>Zámezí</b>	<b>pod ČOV Jičín</b>
nadmořská výška [m. n. m]	405	302	262
zastínění	značné	značné	mírné
charakter dna	písčité, bez větších kamenů	písčito-bahnité, střední kameny	tmavé organické bahno, větší kameny
tvar a regulace koryta	stružkovitý, neregulovaný	potokovitý, neregulovaný	potokovitý, regulovaný
čistota vody	průhledná	průhledná	zakalená, zapáchající
GPS	50.50380 N 15.34560 E	50.47594 N 15.36149 E	50.42075 N 15.35049 E
<b>datum odběru</b>	<b>22.8. 2020</b>		
teplota vody [°C]	12	18	21,8
pH vody	7,4	7,4	7,3
elektrická vodivost vody [ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ ]	380	490	1013



Obrázek 14: Fotografie odběrových míst – A – Pekloves, B – Zámezí, C – pod ČOV Jičín (22.8. 2020)

Umístění jednotlivých odběrových míst je znázorněno na mapě níže (Obr.15). Mezi lokalitami Pekloves a Zámezí Cidlina klesá na vzdálenosti 4 000 metrů po vodním toku o 103 výškových metrů. Od odběrového profilu Zámezí řeka překonává vzdálenost 9 300 metrů a sestupuje o 40 metrů nadmořské výšky do lokality pod ČOV Jičín. (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020)



Obrázek 15: Mapa všech odběrových míst, postupně: Pekloves, Zámezí, pod ČOV Jičín (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020)

## Pekloves

Odběrové místo nad obcí se nachází poblíž železničního mostu a podél silnice druhé třídy vedoucí do Lomnice nad Popelkou (Obr. 16). Umístěno je v bukovém lese ve vzdálenosti 1 800 metrů od prameniště. Předpokládalo se, že řeka Cidlina zde protéká v přirozené čistotě a kvalitě **neovlivněna lidským vlivem**.

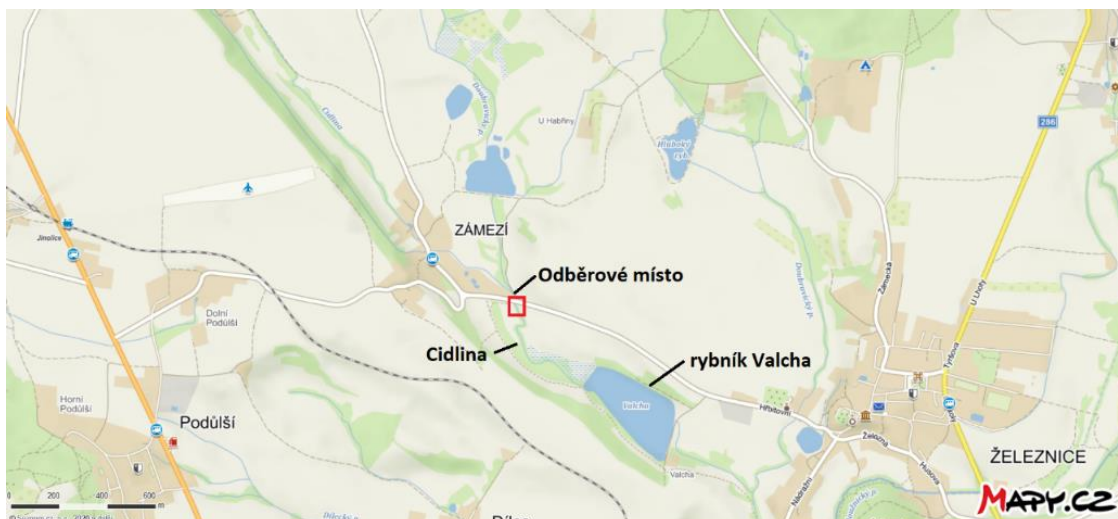


Obrázek 16: Umístění odběrového místa Pekloves (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020)



## Zámezí

Druhé odběrové místo je umístěno v blízkosti silničního mostku nad řekou Cidlinou pod silnicí druhé třídy vedoucí ze Železnice do Zámezí (Obr. 17). Řeka zde protéká mezi poli jako meandrující potok zastíněný porostem vrb a nitrofilních bylin s patrným lidským znečištěním (skleněné lahve, odpadky). Nad odběrovým místem je člověkem vytvořen kamenitý spád vody, který okysličuje vodní tok. Je zde předpokládána **větší intenzita antropogenního znečištění**, protože Cidlina před odběrovým místem protéká menšími zemědělsky zaměřenými obcemi a mezi poli.



Obrázek 17: Umístění odběrového místa Zámezí (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020)

## Pod ČOV Jičín

Poslední odběrové místo je situováno po proudu pod městem Jičínem a jeho čistírnou odpadních vod (Obr. 18). Lokalita odběru je mírně zastíněná nízkými stromy. Proti proudu Cidlina protéká dvěma hospodářskými rybníky a městem Jičínem, takže se předpokládala voda **silně ovlivněná antropogenní činností**.



Obrázek 18: Umístění odběrového místa pod ČOV Jičín (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020)

## 3 Metodika

### 3.1 Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“

Při vypracování tabulek bylo vycházeno z níže uvedených zdrojů:

#### 1. rozsivky

- a. rozdělení taxonů dle trofie
  - Atlas fytoENTOSU (Šejnohová a kol. 2008)
- b. podklady pro perokresby
  - algaebase.org (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 1996-2021)
  - Atlas fytoENTOSU (Šejnohová a kol. 2008)

#### 2. zoobentos

- a. rozdělení taxonů dle saprobity
  - Aplikovaná hydrobiologie (Adámek 2010)
- b. podklady pro perokresby
  - Vodní měkkýši ČR (Beran 1998)
  - Klíč k určování vodních breberek (Maleninský 1996)
  - Ploštěnky — opomíjení obyvatelé našich vod (Reslová & Simon 2015)
  - Klíč vodních larev hmyzu (Rozkošný 1980)

Při výběru zástupců fytoENTOSU, potažmo rozsivek pro kreslení bylo vycházeno z Atlasu fytoENTOSU, kapitola: rozsivky (Šejnohová a kol. 2008), kdy byl proveden výběr typických 63 bioindikátorů trofie. Pro kreslení zoobentosu byla využita publikace Aplikovaná hydrobiologie, kapitola: 7 Indikace znečištění (jakosti) a ekologického stavu kontinentálních vod (Adámek 2010), odkud byl čerpán seznam bioindikátorů saprobity a následně byl proveden výběr většiny 57 taxonů podle jejich početnosti v tabulce. Z více možných stupňů saprobity byly do práce vybrány oligo—, betameso— a alfamesosaprobity z důvodu jejich očekávaného výskytu na lokalitách.

Při kreslení obrázků taxonů byl z důvodu cíleného převodu kreseb do online podoby použit úzkým černým fixem na klasický křídový papír. Tato kombinace zajistí po oskenování kvalitu čar kreseb vhodnou pro využití do bakalářské práce. Pro kreslení jednoho obrázku bylo shromážděno více fotografií daného taxonu a z nich byl rukou nakreslen taxon, bez použití průklepového papíru či jiných pomůcek.

## 3.2 Odběry a zpracování fyto— a zoobentosu

Při terénní práci a laboratorních rozborech bylo pracováno dle metodik Kokeše & Němejcové (2006) pro zoobentos a Marvana & Heteši (2006) pro fytoobentos.

### 3.2.1 Odběr

#### Odběrová místa:

Pro odběr fyto— i zoobentosu byly vybrány tři lokality, podle jejich reprezentace ekologického stavu úseků horního toku řeky Cidlina. Jedná se o lokality od prameniště pod ČOV Jičín. V tabulce 10 jsou uvedeny pomůcky využití pro odběr obou společenstev.

Tabulka 10: Seznam terénních pomůcek

<b>společné</b>	
stopky	
fotoaparát	
GPS přístroj	
terénní přístroj pro analýzu vody (teplota, pH, elektrická vodivost)	
plastové lahvičky se šroubovacím uzávěrem	
plastové misky	
gumové rukavice	
pinzeta	
nesmazatelný fix	
<b>fytoobentos</b>	<b>zoobentos</b>
zubní kartáček, nůž	bentosová síť (cedník)
	ethanol (80% roztok) nebo formaldehyd (40% roztok)

#### Termín odběru:

Na odběr vzorků fyto— a zoobentosu byly původně naplánovány 3 odběrové termíny – pozdní léto, podzim 2020 a jaro 2021. Zimní odběr nebyl plánován z důvodu vegetačního klidu. Přes celorepublikovou karanténu onemocnění Covid-19 byl uskutečněn nakonec alespoň odběr **v pozdním létě 2020**, který mi posloužil k seznámení s metodikou odběrů a determinací. Přesné datum odběru je 22.8. 2020.

**Měření:**

Na každém odběrovém místě bylo provedeno nejprve měření teploty, pH a elektrické vodivosti vody pomocí přístroje Combo pH/EC HI.

**Vlastní odběr vzorku:****A) fytoENTOS – metodika (Marvan & Heteša 2006)**

Při odběru fytoentosu došlo k odebrání vzorku společenstva ze zcela potopeného kamene ze dna řeky. Na samotný seškrab na jednotlivých lokalitách byly použity vždy nové pomůcky, aby nedošlo ke kontaminaci vzorků mezi sebou navzájem.

1. vylovení kamene z vody
2. oškrabání biologického materiálu pomocí zubního kartáčku do čisté uzavíratelné očíslované nádoby
3. doplnění nádoby vodou z řeky do 2/3 výšky a uzavření víčkem

**B) zoobentos – metodika PERLA (Kokeš & Vojtíšková 1999):**

Na odběr zoobentosu (Obr. 19) byl použit jemný cedník a po dobu 2 minut bylo vířeno dno. Účelem víření dna bylo zachycení co největšího počtu bentických živočichů do cedníku. V metodice se klasicky využívá větší bentosová síť, která vzhledem k malé velikosti toku byla nahrazena cedníkem.

1. víření dna, zvedání kamenů a zachytávání rozvířených organismů a sedimentu do cedníku po dobu 2 minut
2. vypláchnutí cedníku do široké misky vodou z řeky
3. přebrání sedimentu a vložení makroskopického zoobentosu do uzavíratelné čisté očíslované nádoby
4. doplnění nádoby vodou z misky do 2/3 výšky
5. usmrcení zoobentosu pomocí lihu a uzavření nádoby víčkem



Obrázek 19: Nádobka se vzorky zoobentosu, vyjmutý kámen z řeky (vlastní fotografie, 22.8. 2020, řeka Cidlina, pod ČOV Jičín)

### 3.2.2 Laboratorní práce

V tabulce 11 jsou uvedeny pomůcky využívané pro odběr obou společenstev.

Tabulka 11: Seznam laboratorních pomůcek

<b>společné</b>	
determinační literatura	
<b>fytoENTOS</b>	<b>zoobENTOS</b>
mikroskop se zvětšením 50 – 1000x	stereomikroskop
mikroskopická skla	preparační jehla a pinzeta
pasteurova pipeta	Petriho misky
peroxid vodíku, naphrax	
zkumavky	

#### A) **fytoENTOS**

Vzorky získané z odběrů bylo potřeba uchovat v lednici a nejpozději do 48 hodin dopravit do budovy Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové za účelem laboratorního pozorování. V laboratoři byl následně proveden **prescreening vzorků** a poté zápis orientačního určení do druhů a jejich početností do tabulek.

#### B) **zoobENTOS**

Vzorky zoobentosu nebylo dále nutné fixovat, protože jejich fixace technickým lihem s výslednou koncentrací cca 50 % proběhla okamžitě po odběru.

#### **Zhotovení trvalých preparátů rozsivek**

Pro možnost zkoumat vzorky fytoentosu i po delším časovém období došlo k vytvoření trvalých preparátů. Vybraná třída rozsivek se nejlépe studuje po takzvaném vypálení, při kterém dochází k usmrcení organismů peroxidem vodíku a jejich fixaci pro lepší pozorování.

##### 1. Odstranění organického materiálu ze vzorku

Vzhledem ke skutečnosti, že odebraný vzorek většinou obsahuje mnoho organického materiálu, bylo potřeba tento materiál ze vzorku odstranit. Při odstranění přebytečných organismů sinic, zelených řas a drobných korýšů dochází také k odstranění organického materiálu z rozsivek a zůstává pouze křemičitá frustula, která je zásadní pro taxonomické určení.

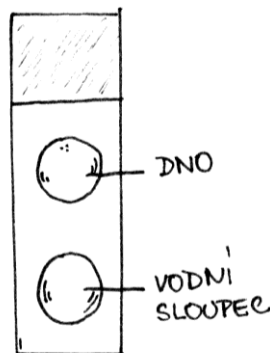
Odstranění organického materiálu probíhalo v čistých očíslovaných zkumavkách, do kterých byla odpipetována tekutina z odběrové nádoby zhruba do 1/3 výšky zkumavky. Do každé zkumavky byl přidán 30% peroxid vodíku, který reagoval s organickým materiálem ve zkumavce. Tato reakce se na venek projevuje vytvářením drobných bublinek.

## 2. Sedimentace a promývání vzorků

Po odstranění organického materiálu je potřeba vytvořit na dně zkumavky sediment rozsivkových schránek. Pro tento úkon a urychlení práce se většinou využívá centrifuga. V době tvorby trvalých preparátů nebylo možné centrifugu využít, proto byla zvolena pomalejší metoda přirozené sedimentace. Zkumavky byly ponechány v klidu po dobu jednoho měsíce. Po dostatečné sedimentaci byl ze zkumavky odebrán přebytek peroxidu vodíku.

## 3. Aplikace vzorků na krycí sklíčko

Dalším úkonem navazující na vypálení organického materiálu a promytí vzorků byla aplikace suspenze na krycí sklíčko. Pro odběrová místa Zámezí a pod ČOV Jičín bylo připraveno pro každé jedno podložní sklíčko s dvěma sklíčky krycími. Vždy na jedno krycí sklíčko bylo pomocí kapátka přeneseno nejprve malé množství tekutiny i s rozsivkovým sedimentem a poté na druhé krycí sklíčko stejné množství tekutiny z vodního sloupce. Pro odběrové místo Pekloves byla vzhledem k hustotě sedimentu připravena tři podložní sklíčka s šesti sklíčky krycími. Na krycí sklíčka byla aplikována kapka tekutiny z různých míst zkumavky – tedy o různé hustotě sedimentu. Po aplikaci suspenze se sklíčka nechala zaschnout do doby, než se na nich vytvořil slabý film z rozsivkových frustul.



Obrázek 20: Podložní sklo s kapkami suspenze (vlastní nákres)

## 4. Zalití do média Naprax

Po dostatečném zaschnutí rozsivkového sedimentu na krycích sklíčkách se přistoupilo k aplikaci směsi toluenu a Naphraxu. Na podložní sklo byla kápnuta kapička směsi, na kterou bylo přiloženo krycí sklo rozsivkovým sedimentem dolů. Takto připravená skla se nechala dostatečně zaschnout, aby byla připravena pro mikroskopování.

### **Determinace a početnost, indexy trofie a saprobity**

Pro taxonomické určení organismů bylo využito odborných publikací zmíněných výše v kapitole 2.1 Přehled determinační literatury a rámcově také vlastnoručně kreslených pomůcek – „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto— (rozsivek) a zoobentosu“.

Pro obě společenstva byla použita metoda početnosti (kvantifikace) podle stupnice 1–3 (Mgr. Jiří Hotový in verb, 8/2020). Stupeň 1 označuje jedince v jednotkách, stupeň 2 v desítkách a stupeň 3 ve stovkách. Kvantifikace fytoobentosu se zpravidla sice uvádí na stupnicích 1–5 (Hindák 1978), ale pro potřeby mého zorientování v metodice a za účelem snazší interpretace a porovnání výsledků byla zvolena metoda shodných stupnic u obou společenstev.

Pro seznámení se s ekologickým stavem jednotlivých lokalit jsem přiřazovala stupně trofie a saprobity z publikací:

#### **A. fytoobentos – trofie:**

- Atlas fytoobentosu (Šejnohová a kol. 2008)

#### **B. zoobentos – saprobity,**

**saprobni index druhu ( $S_i$ )** (rozpětí -0,5–8)

**indikační váha druhu ( $I_i$ )** (rozpětí 1–5)

- Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod, 2. díl: Konzumenti (Sládeček & Sládečková 1997)

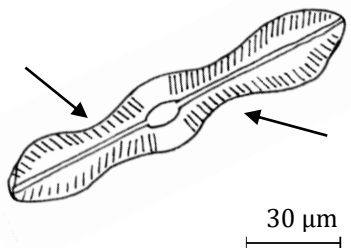
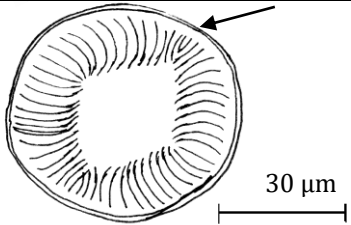
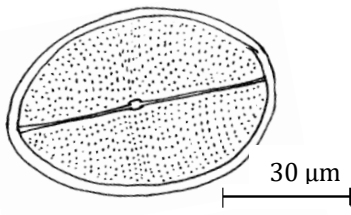
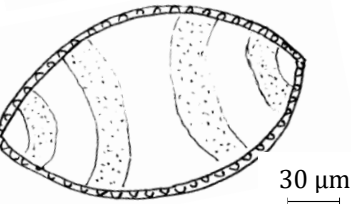
## 4 Výsledky

### 4.1 „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“

Jako jeden z hlavních výstupů mé práce je soubor vlastních perokreseb, kde jsem za pomoci předloh z literatury nakreslila 63 zástupců rozsivek (fyto-bentosu) a 57 zástupců zoobentosu. Jedná se o formu 21 tabulí vytvořených za účelem zorientování se v determinaci rozsivek a zoobentosu. K nalezení v příloze.

Pro ukázkou zde uvádím část tabule zaměřené na fyto-bentos (Tab. 12):

Tabulka 12: Ukázka z tabulek „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“

Fytobentos – bioindikátor mesoeutrofie	rod čís. kód tab. rozbory	determinační znaky
říše: SAR, oddělení: Chromophyta – hnědé řasy, třída: Bacillariophyceae – rozsivky		
BILATERÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODÉL DVOU OS)		
	<i>Caloneis silicula</i> FME1	13-120 μm misky se dvěma zúženími
		jednolité strie
		rovné rafe
	<i>Campylodiscus hibernicus</i> FME2	25-60 μm vypadá centricky
		trubicovité rafe po obvodu
		sedlovitě prohnuté misky
	<i>Cocconeis pediculus</i> FME3	12-54 μm
		schránka s rafe jemnější struktura než bez rafe
		silně prohnutá schránka
	<i>Cymatopleura elliptica</i> FME4	60-200 μm
		podélné zvlnění misek
		velké rombické misky



## 4.2 Rozbory fyto— a zoobentosu pro bioindikaci

V rámci odběru na řece Cidlina byl odebrán 22.8. 2020 vždy vzorek fyto— a zoobentosu ze třech lokalit ČOV Jičín, Zámezí a Pekloves, resp. celkem 6 vzorků. Na lokalitách byla zameřena pozornost na bioindikátory zástupce fytoobentosu ze třídy Bacillariophyceae (rozsivky) a zoobentos.

### 4.2.1 Pekloves

Lokalita v zástinu vzrostlého listnatého lesa s neširokým stružkovitým a neregulovaným charakterem toku s písčítým dnem bez větších kamenů (Obr. 14 A). Voda byla rychle proudící, měla 12 °C, pH 7,4 a elektrickou vodivost 380  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$  (Tab. 9) a na první pohled minimální množství oživení.

Z rozsivek fytoobentosu byl nejpočetněji zastoupený (stupnice 2, resp. v desítkách) (Obr. 21) druh *Cocconeis placentula* (Obr. 22) poukazující na mesotrofii (Tab.13). Zastoupené v jednotkách byly druhy *Nitzschia dissipata* a *Nitzschia linearis* indikující až přechod k mesoeutrofii. Současně byl nalezen ale i zástupce oligomesotrofního oživení *Pinullaria viridis*. V trvalých preparátech bylo nalezeno 8 taxonů rozsivek, resp. hnědých řas, přičemž v prescreeningu nebyli nalezeni žádní zástupci z jiných oddělení.

Tabulka 13: Rozbor fytoobentosu lokalita Pekloves – zhodnocení trofie

taxon	vlastní rozbor			zhodnocení dle Šejnohové**
	počet. *	příloha nákres	foto	trofie
odd. Chromophyta	2			
tř. Bacillariophyceae				
<i>Cocconeis placentula</i>	2	-	obr. 22	meso—
<i>Achnanthes lanceolata</i>	2	-	-	-
<i>Cyclotella</i> sp.	1	-	-	-
<i>Cymbella</i> sp.	1	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	1	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i>	1	-	obr. 22	meso-eutro—
<i>Nitzschia linearis</i>	1	FME13	obr. 22	meso-eutro—
<i>Pinnularia viridis</i>	1	FOM5	obr.22	oligo-meso—

\*početnost: 1- jednotky, 2- desítky, 3 – stovky (kap. 3.2.2)

\*\*Šejnohová a kol. (2008)

Lokalita s výskytem zoobentosu indikující oligosaprobity – jepice druhu *Baetis alpinus* (tř. Insecta, ř. Ephemeroptera) a blešivec *Gammarus fossarum* (tř. Malacostraca) (Obr.24). Nejpočetněji zastoupená čeleď Simuliidae se vyskytovala v desítkách jedinců (Tab. 14). Celkem bylo nalezeno 5 taxonů především ze třídy hmyzu (Obr. 23).

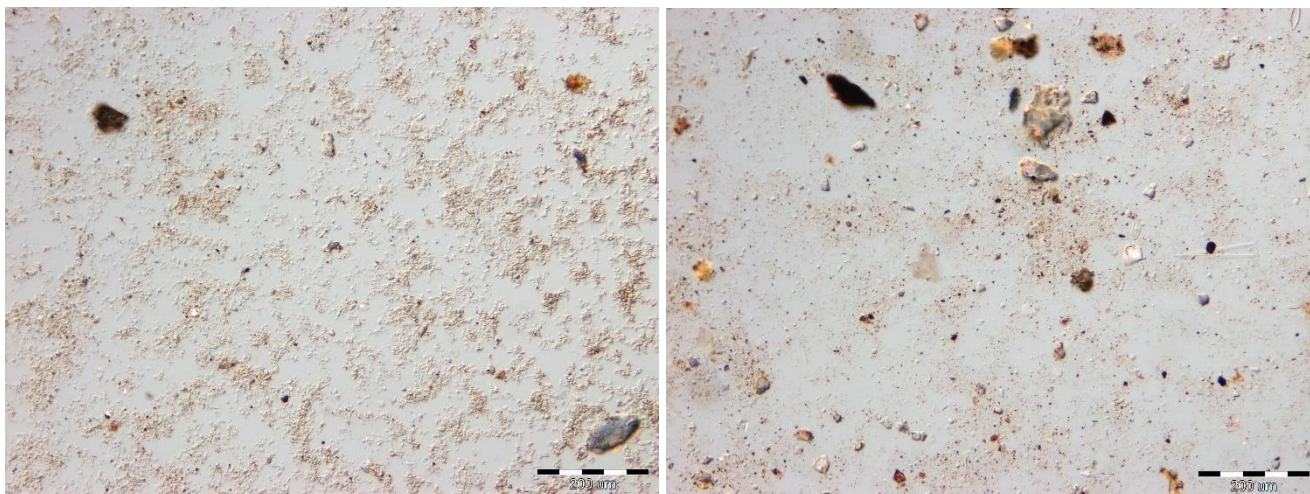
Tabulka 14: Rozbor zoobentosu lokalita Pekloves – zhodnocení saprobity

taxon	vlastní rozbor			zhodnocení dle Sládečka**		
	počet. *	příloha nákres	foto	saprobity	I <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
tř. Malostraca (rakovci) <i>Gammarus fossarum</i>	1	Z06	obr. 24	oligo-	2	0,8
tř. Insecta (hmyz) ř. Ephemeroptera (jepice) <i>Baetis alpinus</i>	1	Z07	obr. 24	oligo-	1	1,1
ř. Trichoptera (chrostíci) č. Hydropsychidae	1	-	-	-	-	-
ř. Diptera (dvoukřídlí) č. Simuliidae	2	ZBM23	-	-	-	-
č. Tipulidae	1	Z024	-	-	-	-

\*početnost: 1- jednotky, 2- desítky, 3 – stovky

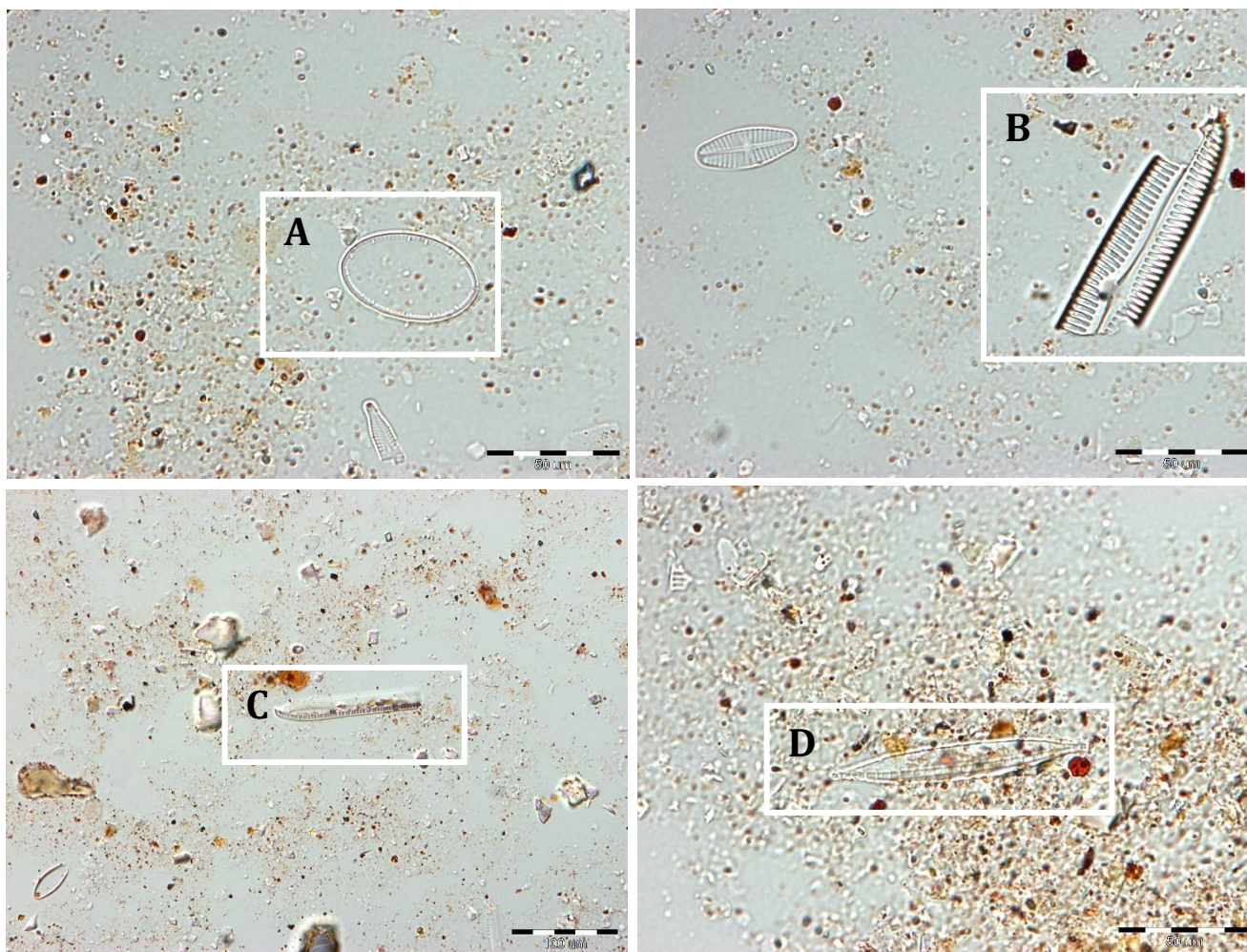
\*\*Sládeček & Sládečková (1997); S<sub>i</sub> saprobní index druhu (-0,5 –8), I<sub>i</sub> indikační váha druhu (1–5)

## Stanovení kvantity fyto bentosu rozsivek Pekloves – trvalý preparát (zv. 200x)



Obrázek 21: Kvantitativní snímky rozsivek Pekloves (zv. 200x, vlastní fotografie)

## Vybrané druhy fyto bentosu rozsivek Pekloves – trvalý preparát

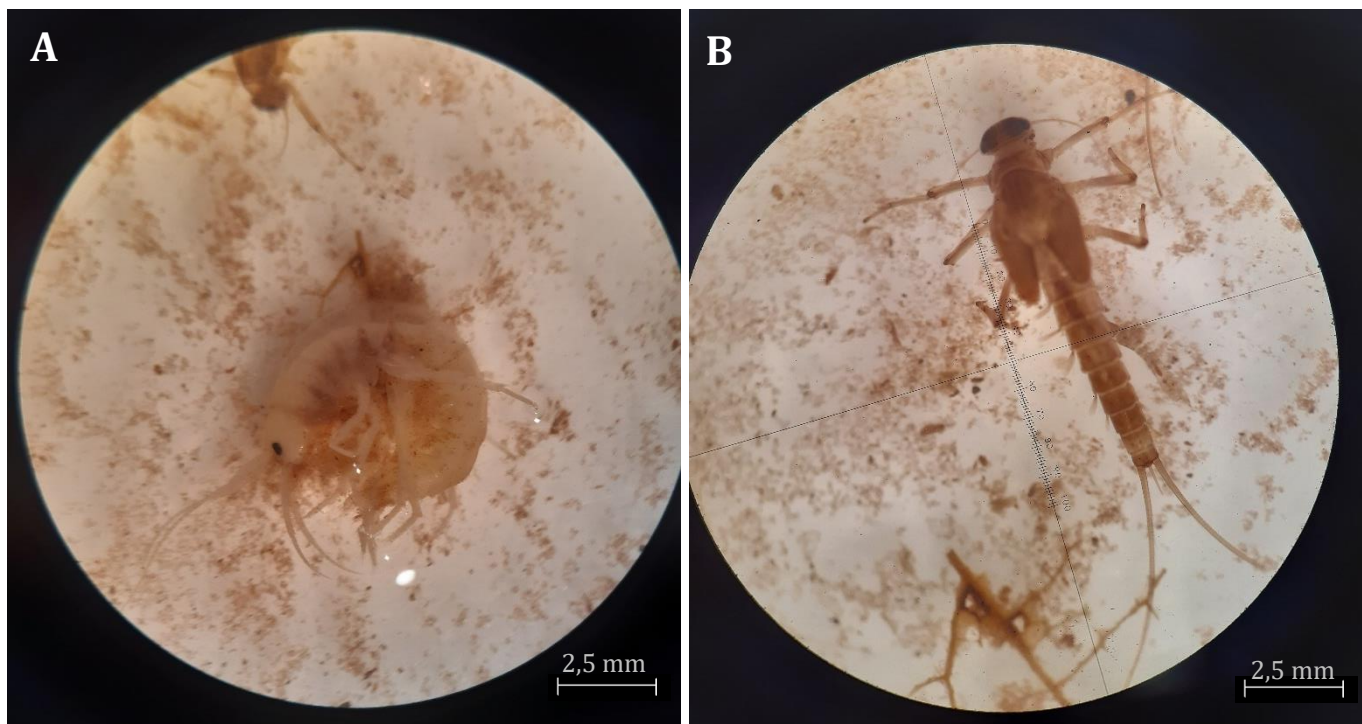
Obrázek 22: Vybrané druhy rozsivek Pekloves (vlastní fotografie), A, B, D – zv. 1000x, C – zv. 400x  
A – *Cocconeis placentula*, B – *Pinnularia viridis*, C – *Nitzschia linearis*, D – *Nitzschia dissipata*

## Stanovení kvantity zoobentosu Pekloves – fixovaný vzorek



Obrázek 23: Kvantitativní snímek zoobentosu Pekloves (vlastní fotografie)

## Vybrané druhy zoobentosu Pekloves – fixovaný vzorek

Obrázek 24: Vybrané taxony zoobentosu Pekloves (vlastní fotografie),  
A – *Gammarus fossarum* (zv. 20x), B – *Baetis alpinus* (zv. 20x)

#### 4.2.2 Zámezí

Lokalita mezi poli s přírodně zahluobeným potokovitým tokem o šířce do dvou metrů (Obr. 14 B). Dno bylo písčito-hlinité se středními kameny. Voda středně rychle tekoucí měla teplotu 18 °C, pH 7,4 a elektrickou vodivost 490  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$  (Tab. 9), na pohled bez zákalu a již s oživením.

Na lokalitě byl z rozsivek fyto-bentosu nejpočetněji zastoupen (stupnice 2, resp. v desítkách) (Obr. 25) mesotrofní druh *Cocconeis placentula* (Tab.15). Druhy mesoeutrofního oživení *Gomphonema truncatum* a *Navicula capitata* byly zastoupeny o stupeň menší početnosti, stejně jako zástupci eutrofnie *Cymatopleura solea* či *Navicula lanceolata* (Obr. 26). Z rozsivek bylo nalezeno 17 taxonů a v rámci prescreeningu jenom zelené kokální řasy řádu Chlorococcales s.l. zastoupené v desítkách jedinců.

Tabulka 15: Rozbor fyto-bentosu lokalita Zámezí – zhodnocení trofie

taxon	vlastní rozbor			zhodnocení dle Šejnohové**
	počet.*	příloha nákres	foto	trofie
odd. Chromophyta	2-3			
tř. Bacillariophyceae				
<i>Cocconeis placentula</i>	2	-	obr. 26	meso—
<i>Achnanthes lanceolata</i>	1	-	-	-
<i>Amphora pediculus</i> agg.	1	FE15	-	eutro—
<i>Cocconeis pediculus</i>	1	FME5	-	meso-eutro—
<i>Cyclotella</i> sp.	1	-	-	-
<i>Cymatopleura solea</i>	1	FE2	obr.26	eutro—
<i>Cymbella minuta</i> agg.	1	-	-	-
<i>Gomphonema olivaceum</i>	1	FME25	-	meso-eutro—
<i>Gomphonema truncatum</i>	1	FME26	obr. 26	meso-eutro—
<i>Gyrosigma attenatum</i>	1	FME30	-	meso-eutro—
<i>Navicula capitata</i>	1	FME8	-	meso-eutro—
<i>Navicula lanceolata</i>	1	FE7	obr.26	eutro—
<i>Navicula menisculus</i>	1	-	-	-
<i>Navicula tripunctata</i>	1	FE11	-	eutro—
<i>Nitzschia linearis</i>	1	FME13	-	meso-eutro
<i>Pinnularia</i> sp.	1	-	-	-
<i>Pinnularia viridis</i>	1	FOM5	-	oligo-meso—
odd. Chlorophyta	2			
tř. Chlorophyceae				
ř. Chlorococcales s.l.	2	-	-	-

\*početnost: 1- jednotky, 2- desítky, 3 – stovky

\*\*Šejnohová a kol. (2008)

Ze zoobentosu byl nalezen s nejvyšší frekvencí (stupnice 2) blešivec *Gammarus fossarum* (tř. Malacostraca) uváděný Sládečkem & Sládečkovou (1997) jako indikátor oligosaprobity s indikační váhou 2 z možných 5 (Tab. 16). Další zástupci byly nalezeni již pouze v jednotkách – jepice *Baetis rhodani* a *Ephemera danica* (tř. Insecta, ř. Ephemeroptera) (Obr. 28), které opět poukazují na oligosaprobitu, avšak s nejnižší indikační váhou 1. Naopak vyšší indikační váhou 3 disponují druhy beruška vodní *Asellus aquaticus* (tř. Malacostraca) indikující alfamesosaprobitu a betamesosaprobitu motýlice *Calopteryx virgo* (tř. Insecta, ř. Odonata). Celkový počet nalezených taxonů je 7, z nichž 4 spadají do třídy hmyzu (Obr. 27).

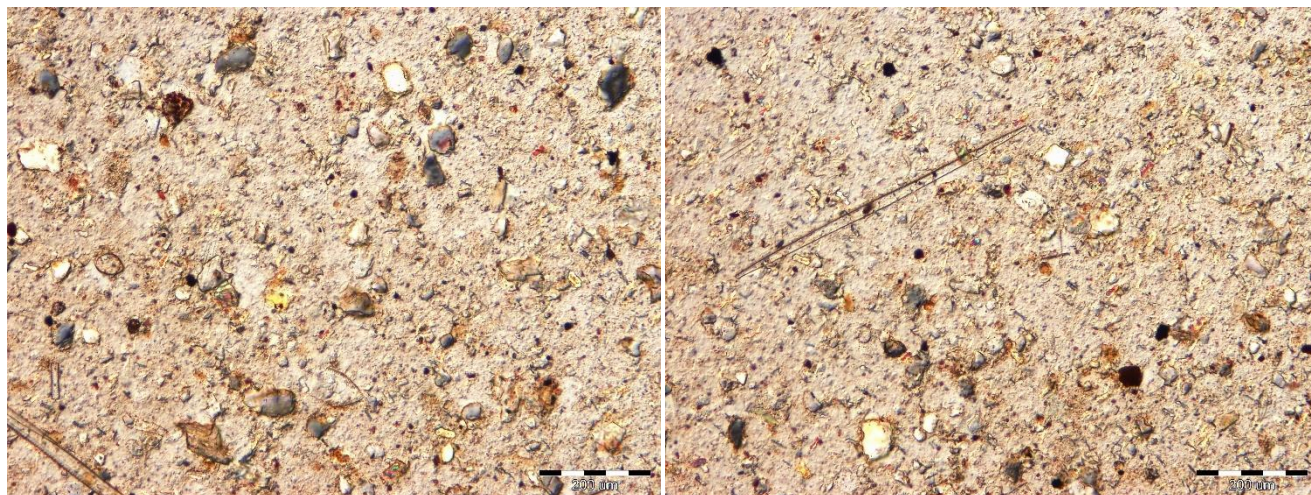
Tabulka 16: Rozbor zoobentosu lokalita Zámezí – zhodnocení saprobity

taxon	vlastní rozbor			zhodnocení dle Sládečka**		
	počet. *	příloha nákres	foto	saprobity	I <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
tř. Hirudinea (pijavky) <i>Erpobdella</i> sp.	2	-	-	-	-	-
tř. Malacostraca (rakovci) <i>Asellus aquaticus</i>	1	ZAM3	-	alfa-meso-	3	2,8
<i>Gammarus fossarum</i>	2	ZO6	-	oligo-	2	0,8
tř. Insecta (hmyz) ř. Ephemeroptera (jepice) <i>Baetis rhodani</i>	1	ZO7	-	oligo-	1	1,4
<i>Ephemera danica</i>	1	ZBM8	obr. 28	oligo-	1	1,5
ř. Plecoptera (pošvatky) č. Leuctridae	1	ZO12	-	-	-	-
ř. Odonata (vážky) <i>Calopteryx virgo</i>	1	-	obr. 28	beta-meso-	3	1,8

\*početnost: 1- jednotky, 2- desítky, 3 – stovky

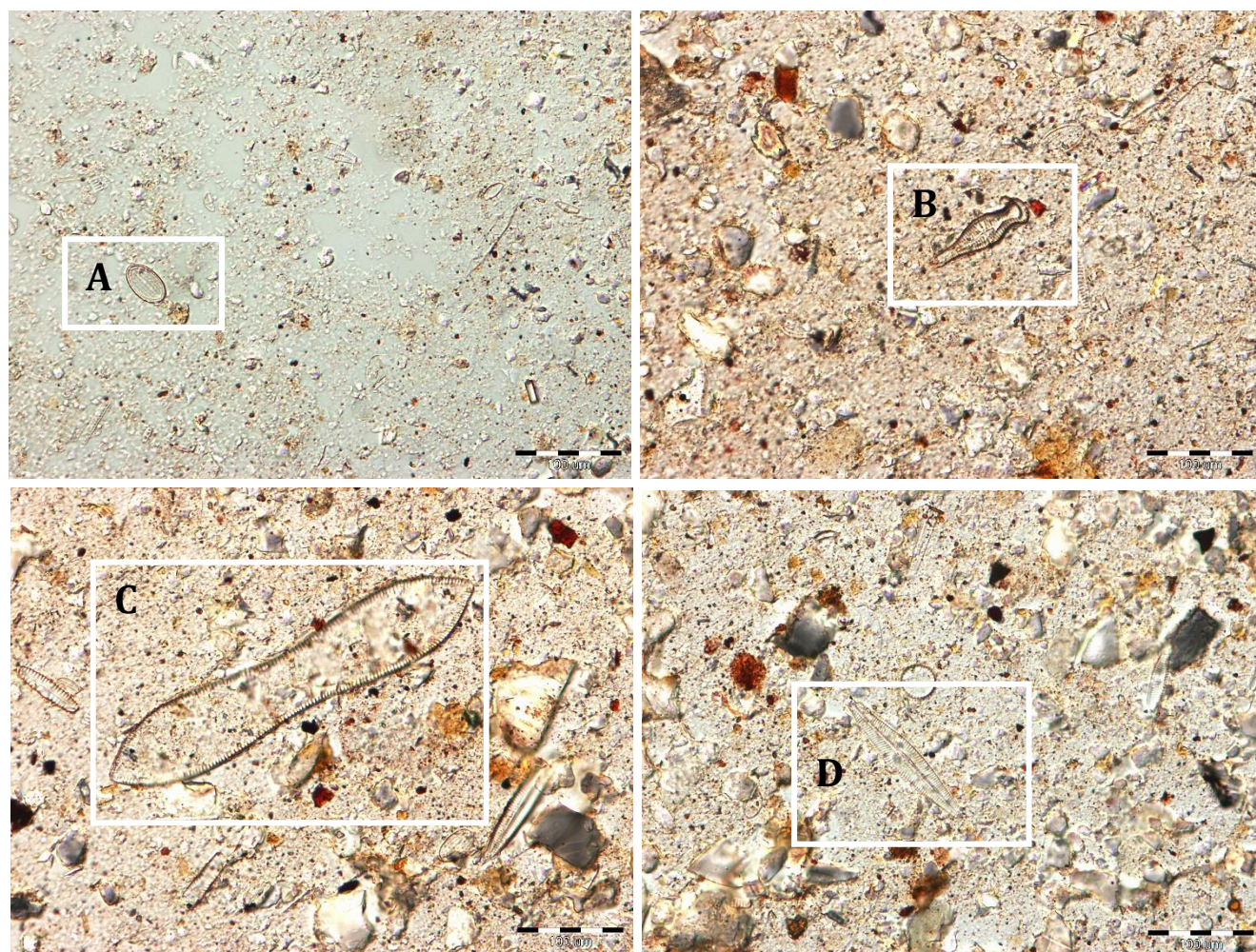
\*\*Sládeček & Sládečková (1997); S<sub>i</sub> saprobní index druhu (-0,5 – 8), I<sub>i</sub> indikační váha druhu (1-5)

### Stanovení kvantity fyto-bentosu rozsivek Zámezí –trvalý preparát (zv. 200x)



Obrázek 25: Kvantitativní snímky rozsivek Zámezí (vlastní fotografie, zv. 200x)

### Vybrané druhy fyto-bentosu rozsivek Zámezí – trvalý preparát



Obrázek 26: Vybrané druhy rozsivek Zámezí (vlastní fotografie, zv. 400x)

A – *Cocconeis placentula*, B – *Gomphonema truncatum*, C – *Cymatopleura solea*, D – *Navicula lanceolata*

## Stanovení kvantity zoobentosu Zámezí



Obrázek 27: Kvantitativní snímek zoobentosu Zámezí (vlastní fotografie)

## Vybrané druhy zoobentosu Zámezí – fixovaný vzorek

Obrázek 28: Vybrané druhy zoobentosu Zámezí (vlastní fotografie),  
A – *Ephemera danica* (zv. 20x), B – *Caleopteryx virgo* (zv. 20x)



### 4.2.3 Pod ČOV Jičín

Lokalita ve vzdálenosti 480 metrů po toku pod ČOV tvořena regulovaným tokem širším než 2 metry s nevýrazným zastíněním (Obr. 14 C). Dno pokrývalo tmavé organické zapáchající bahno s velkými kameny. Pomalu tekoucí voda byla zakalená s teplotou 21,8 °C, pH 7,3 a se zvýšenou elektrickou vodivostí 1013  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$  (Tab. 19) a obsahovala velké množství vodních makrofyt, které poskytovaly úkryt velkým obratlovcům (k našemu zděšení například užovce obojkové *Natrix natrix*).

Dle rozsivek fyto Bentosu lze lokalitu hodnotit jako lokalitu se zvýšeným množstvím živin dle výskytu dominující *Cocconeis pediculus* (stupnice 3, resp. stovky), *Cocconeis placentula* a *Navicula lanceolata* (stupnice 2, resp. desítky). Typičtí indikátoři tolerující vyšší obsah živin a konduktivitu byli nalezeni i v jednotkách *Diatoma vulgaris* agg, *Navicula gregaria* a *Rhoicosphenia abbreviata* (Obr. 30) (Tab. 17). Všichni zástupci poukazují na mesoeutrofní až eutrofní charakter vody. V trvalých preparátech bylo nalezeno 12 taxonů rozsivek (Obr. 29), přičemž v prescreeningu byla dominantní zelená vláknitá řasa rodu *Cladophora*, která makroskopicky pokrývala většinu kamenitého podkladu dna (stupnice 3, resp. stovky).

Tabulka 17: Rozbor fyto Bentosu lokalita pod ČOV Jičín – zhodnocení trofie

taxon	vlastní rozbor			zhodnocení dle Šejnohové**
	počet. *	příloha nákres	foto	trofie
odd. Chromophyta tř. Bacillariophyceae	3			
<i>Cocconeis pediculus</i>	3	FME5	obr. 30	meso-eutro—
<i>Cocconeis placentula</i>	2	-	obr. 30	meso—
<i>Cyclotella</i> sp.	2	FME32	-	-
<i>Fragilaria ulna</i>	2	FME7	-	meso-eutro—
<i>Navicula lanceolata</i>	2	FE7	-	eutro—
<i>Cymbella minuta</i> agg.	1	-	-	-
<i>Diatoma vulgaris</i> sp.	1	FME5	obr. 30	meso-eutro—
<i>Fragilaria capucina</i>	1	FME6	-	-
<i>Gyrosigma attenatum</i>	1	FME30	-	meso-eutro—
<i>Navicula gregaria</i>	1	FE6	-	eutro—
<i>Nitzschia linearis</i>	1	FME13	-	meso-eutro—
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	1	FE17	obr. 30	eutro—
odd. Chlorophyta tř. Chlorophyceae	3			
<i>Cladophora</i> sp.	3	-	-	-

\*početnost: 1- jednotky, 2- desítky, 3 – stovky

\*\*Šejnohová a kol. (2008)

Obdobně jak fyto-bentos poukazuje na zvýšené množství živin, tak i struktura zoobentosu naznačuje vyšší úroveň organického znečištění. Z řad zoobentosu byla dominantním (stupnice 3, resp. stovky) druhem beruška vodní *Asellus aquaticus* (tř. Malacostraca) (Obr. 32) s již celkem vysokou indikační vahou 3 (nejvyšší 5) indikující dokonce až alfamesosaprobity. Stejný stupeň znečištění organickými látkami indikují druhy pijavek *Helobdella stagnalis* a *Glossiphonia complanata* (tř. Hirudinea), které byly na lokalitě zastoupeny v desítkách druhů. Betamesosaprobity indikuje druh plže bahňavka rmutná *Bithynia tentaculata* (tř. Gastropoda) s vysokou indikační vahou 3, který je zastoupen v desítkách jedinců. A stejně tak zástupci nalezení pouze v jednotkách potvrzují betamesosaprobity – plži uchotka nadmutá *Radix auricularia* a bahňavka malá *Galba truncatula* (tř. Gastropoda) a pijavka čeledi Pissicolidae (tř. Hirudinea) (Tab. 18). Celkový počet nalezených taxonů je 9 (Obr. 31).

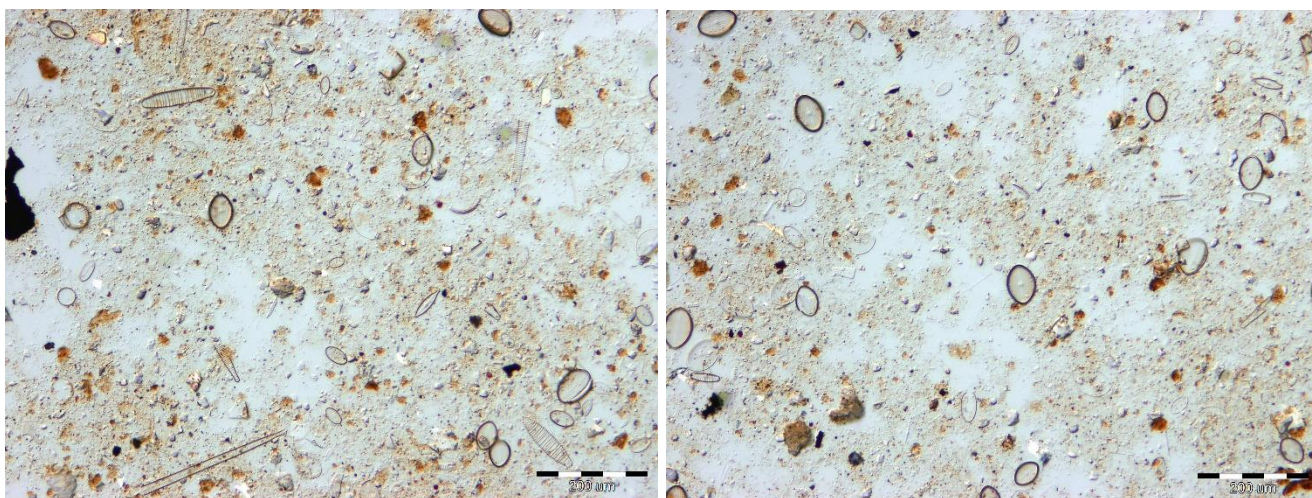
Tabulka 18: Rozbor zoobentosu lokalita pod ČOV Jičín – zhodnocení saprobity

taxon	vlastní rozbor			zhodnocení dle Sládečka**		
	počet. *	příloha náskres	foto	saprobity	I <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
tř. Hirudinea (pijavky) <i>Erpobdella octoculata</i>	1		-	alfa-meso-	2	3
<i>Helobdella stagnalis</i>	2	-	obr. 32	alfa-meso-	3	2,8
<i>Glossiphonia complanata</i>	2	-	-	alfa-meso-	2	2,6
<i>Erpobdella</i> sp.	1	-	-	-	-	-
č. Pissicolidae	1	-	-	beta-meso-	-	2
tř. Gastropoda (plži) <i>Bithynia tentaculata</i>	2	ZBM5	-	beta-meso-	3	2,1
<i>Galba truncatula</i>	1	ZBM6	-	beta-meso-	2	1,7
<i>Radix auricularia</i>	1	-	-	beta-meso-	3	2,1
tř. Malacostraca (rakovci) <i>Asellus aquaticus</i>	3	ZAM3	obr. 32	alfa-meso-	3	2,8

\*početnost: 1- jednotky, 2- desítky, 3 – stovky

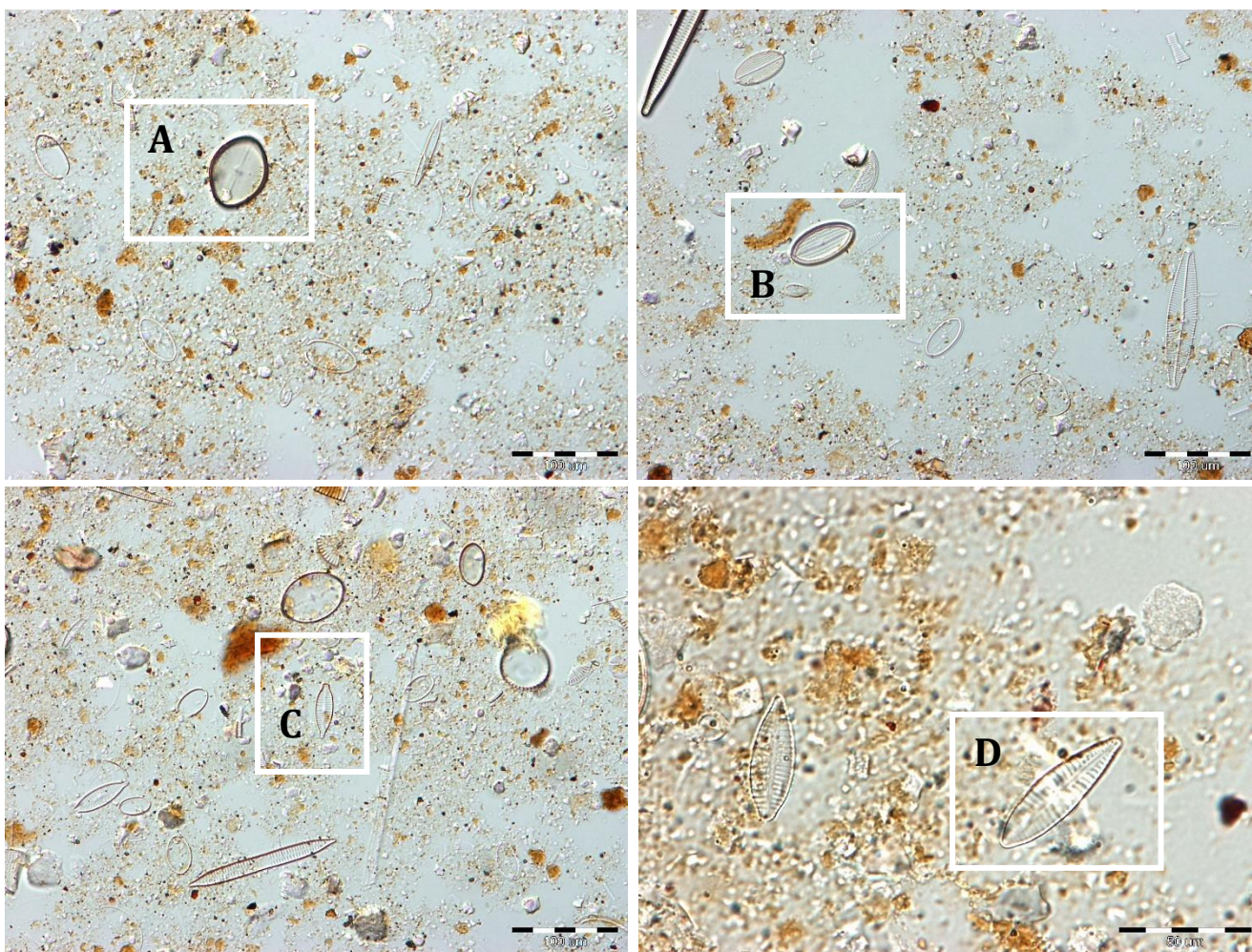
\*\*Sládeček & Sládečková (1997); S<sub>i</sub> saprobní index druhu (-0,5 – 8), I<sub>i</sub> indikační váha druhu (1–5)

## Stanovení kvantity rozsivek pod ČOV Jičín –trvalý preparát (zv. 200x)



Obrázek 29: Kvantitativní snímky rozsivek pod ČOV Jičín (zv. 200x, vlastní fotografie)

## Vybrané druhy fyto-bentosu rozsivek pod ČOV Jičín– trvalý preparát

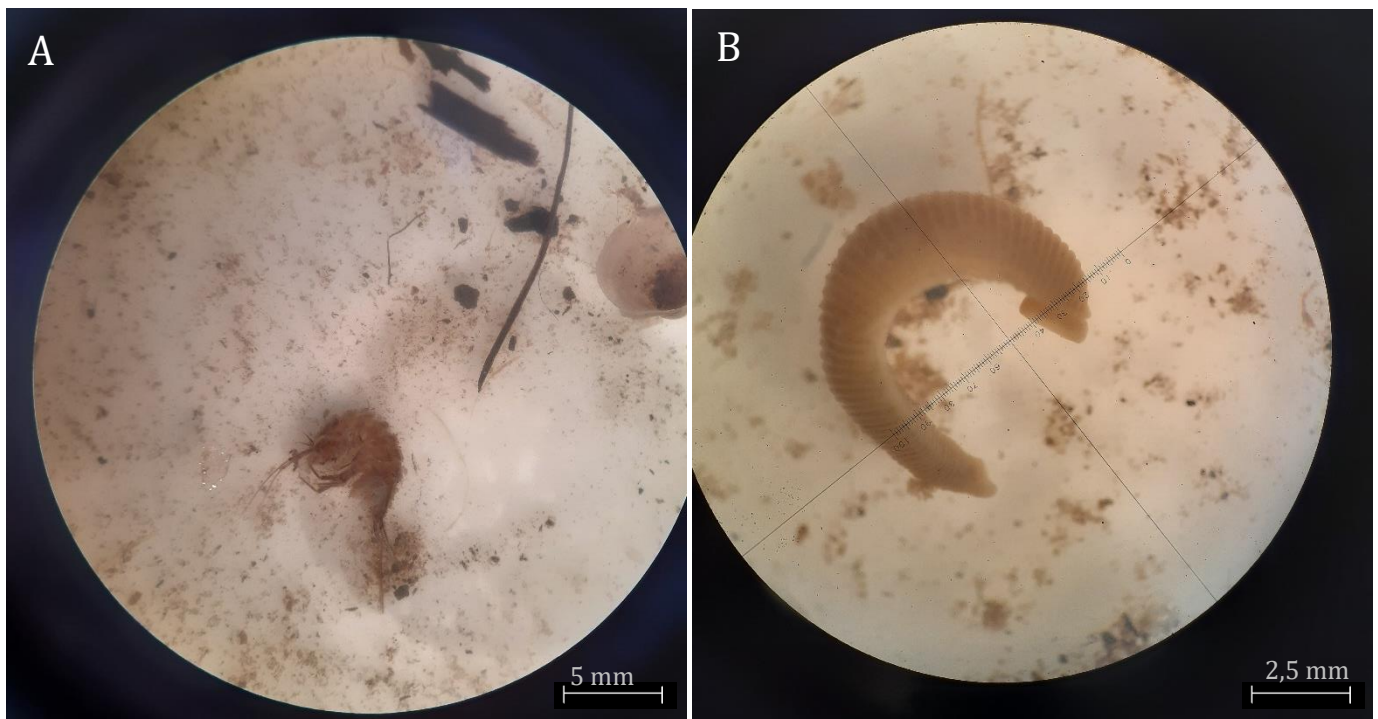
Obrázek 30: Vybrané druhy rozsivek pod ČOV Jičín (vlastní fotografie), A, B, C – zv. 400x, D – zv. 1000x,  
A – *Cocconeis pediculus*, B – *Cocconeis placentula*, C – *Navicula gregaria*, D – *Rhoicosphenia abbreviata*

## Stanovení kvantity zoobentosu pod ČOV Jičín– fixovaný vzorek



Obrázek 31: Kvantitativní snímek zoobentosu pod ČOV Jičín (vlastní fotografie)

## Vybrané druhy zoobentosu pod ČOV Jičín – fixovaný vzorek



Obrázek 32: Vybrané druhy zoobentosu pod ČOV Jičín (vlastní fotografie),  
A – *Asellus aquaticus* (zv. 10x), B – *Helobdella stagnalis* (zv. 20x)

#### 4.2.4 Porovnání lokalit

Hned při příjezdu bylo patrné, že lokalita **pod ČOV Jičín** (Obr. 33) byla silně antropogenně zasažený tekoucí systém, například přítomností zápachajícího organického bahna. Při porovnání fyzikálně-chemických parametrů (Tab. 9) se tato lokalita téměř **shodovala v pH** (rozmezí 7,3–7,4) s ostatními lokalitami, avšak byla naprosto **rozdílná v naměřených hodnotách teploty a elektrické vodivosti vody**.

Lokalita pod ČOV Jičín (21,8 °C) měla o 9,8 °C vyšší teplotu vody než na prvním odběrovém místě Pekloves (12 °C). Ještě větší gradient byl zaznamenán také u elektrické vodivosti vody, kde naměřená hodnota lokality **pod ČOV Jičín (1013  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ )** byla téměř 3x vyšší než v Peklovsi (380  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ ) o 523  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ .



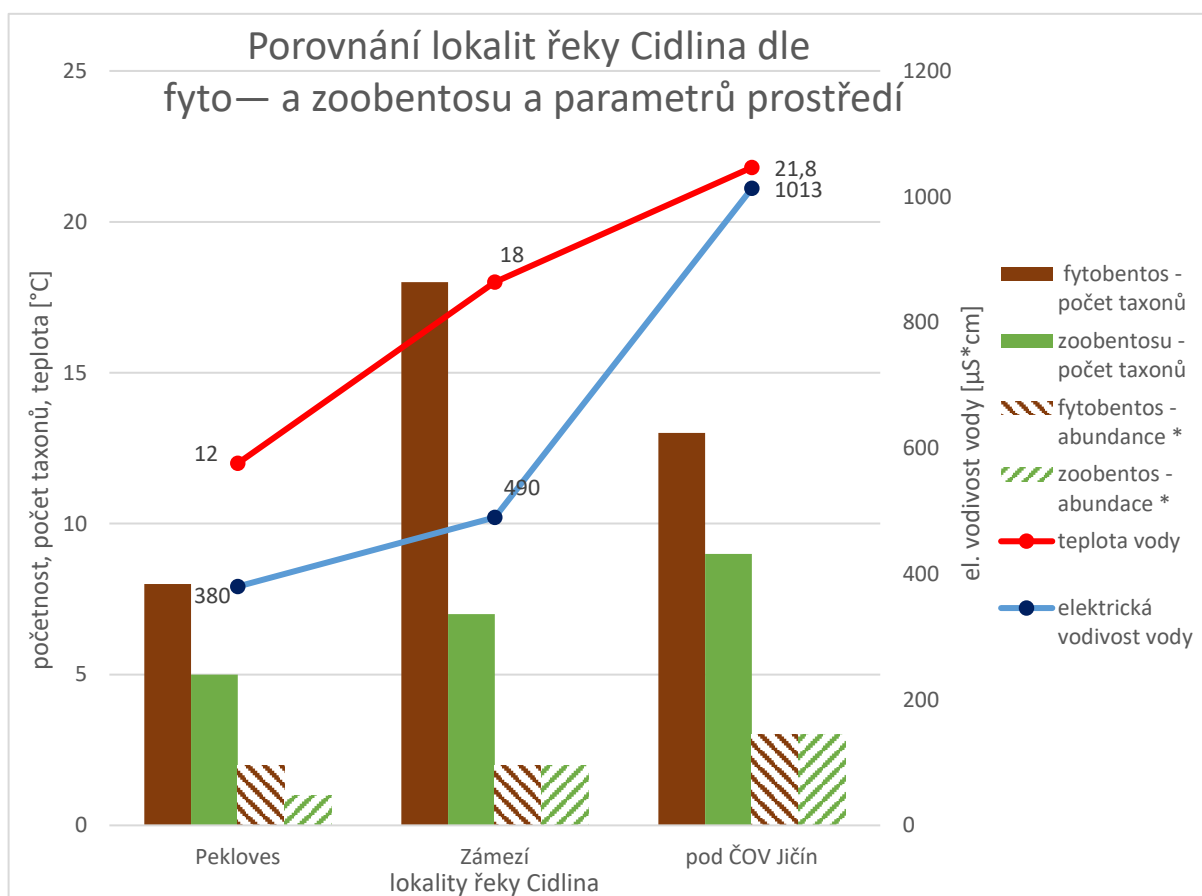
Obrázek 33: řeka Cidlina (vlastní fotografie, 22.8. 2020, pod ČOV Jičín)

Parametry eutrofního prostředí lokality pod ČOV Jičín byly patrné i **makroskopickým pozorováním hustých porostů vláknitých zelených řas rodu *Cladophora*** a současně i na mikroskopické úrovni přítomností zástupců eutrofie (*Navicula gregaria*) (Tab. 17), betamesosaprobity (*Radix auricularia*) (Tab.18). Lokality výše po toku se od odběrového místa pod ČOV Jičín pohledově lišily neregulovaným tokem, písčitohlinitým substrátem a nepřítomností biomasy zelené řasy *Cladophora*. Jednalo se o odběrová místa Zámezí a Pekloves, na kterých byli determinováni indikátoři oligomesotrofie rozsivka *Pinullaria viridis* a oligosaprobity jepice rodů *Baetis* a *Ephemera*.

Společným znakem všech lokalit na základě hodnocení rozsivek fyto-bentosu byla přítomnost 2 druhů – *Cocconeis placentula* a *Nitzschia linearis* – dokonce ve stejných kvantitách ve všech vzorcích. Rozsivka *Cocconeis pediculus* se vyskytovala na lokalitách s různou vodivostí, avšak ve **zvyšující se kvantitě úměrné vodivosti**. Podobně se jevila i bioindikace pomocí zoobentosu, kdy se početnost berušky vodní *Asellus aquaticus* také navyšovala se stoupajícími hodnotami parametrů prostředí.

Graf 1 porovnává tři sledované lokality řeky Cidlina (osa x) na základě počtu nalezených taxonů a abundance (početnosti) společenstev (sloupce, osa y nalevo) a jejich vztah k parametrům prostředí – teplotě (linie, osa y nalevo) a elektrické vodivosti vody (linie, osa y napravo).

Hodnoty elektrické vodivosti a teploty vody se zvyšují směrem po toku až do hodnot 1013  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$  a 21,8 °C na lokalitě pod Jičínem (Graf 1) a vykazují lineární vztah zvolenými mikroskopickými ukazateli. Jediný ukazatel „**počet taxonů fyto­bentosu**“ – odběrové místo Zámezí vybočuje nejvyššími hodnotami **nalezených druhů rozsivek** (18). Naproti tomu společenstvo zoobentosu se kvalitativně i kvantitativně odráží ve změnách parametrů prostředí, ale jednalo se pouze o jednorázový odběr se zachycením nízkého počtu taxonů, tudíž to nelze posoudit.



\* abundance – početnost společenstva na lokalitách

Graf 1: Porovnání lokalit řeky Cidlina dle fyto— a zoobentosu a parametrů prostředí

**Mikroskopický rozbor potvrdil náš předpoklad, že odběrové místo pod ČOV Jičín je eutrofního a Zámezí mesotrofního charakteru. Naopak na lokalitě Pekloves nebyl potvrzen výskyt typických bioindikátorů oligotrofního prostředí.**

## 5 Diskuse

### 5.1 Perokresby a její porovnání s nalezenými taxony

Do mých tabulek „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“ jsem celkem vybrala z Atlasu fyto-bentosu (Šejnohová a kol. 2008) všech 63 označených typických bioindikátorů trofie. U zoobentosu jsem podobný počet 57 taxonů čerpala z Aplikované hydrobiologie (Adámek 2010) ze stran 219-222. Z těchto nakreslených taxonů jsem na lokalitách řeky Cidlina našla 16 druhů rozsivek a 9 taxonů zoobentosu při jednorázovém odběru, a navíc v srpnu, před kterým již došlo k výletu imág vodního hmyzu (Sukop 2006b). **Tato práce sloužila primárně k mému zaučení v oboru bioindikátorů** a pro přesnější zachycení druhové pestrosti bioindikátorů by bylo nutné opakovat odběry v průběhu celé vegetační doby po více sezón. Vliv na počet vyskytujících se druhů na lokalitách může mít také například nízká heterogenita dna (Pekloves), možný vysoký stok živin z polí (Zámezí) či přítomnost čistírny odpadních vod nad lokalitou (pod ČOV Jičín).

Moje první kreslená determinační tabulka pro mě **byla skvělou zkušeností**. Pokud bych v budoucnu znovu vypracovávala podobný přehled, již bych ho rozšířila například o více zástupců rozsivek přímo z programu Omnidia a u zoobentosu bych čerpala z Atlasu vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod. 2. díl: Konzumenti (Sládeček & Sládečková 1997). Například rozšířením tabulek o druh plže *Radix auricularia* či pijavici *Erpobdella octoculata*.

### 5.2 Zhodnocení odběrů a rozborů fyto— a zoobentosu

#### 5.2.1 Fyzikálně-chemické parametry prostředí

Podle hodnot elektrické vodivosti vody a ostatních parametrů prostředí jsme předpokládaly výskyt eutrofních bioindikátorů na lokalitě pod ČOV Jičín a mesotrofních na odběrovém místě Zámezí, což jsem si ověřila nalezením typickým bioindikátorů daných stupňů oživení. Podle lokalizace odběrového profilu Pekloves blízko pramene řeky Cidlina jsme očekávaly, že lokalita bude oligotrofní s výskytem typických bioindikátorů, i přes vyšší naměřené hodnoty vodivosti (380  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ ) v pramenné oblasti, kde většinou zvýšená elektrická vodivost poukazuje na rozpuštěné minerální látky. Ale nalezené taxony rozsivek vyvrátily naši domněnku, a poukázaly na skutečnost, že hodnota elektrické vodivosti zde odrážela stupeň trofie – obsah rozpuštěných živin, místo původně zamýšlených minerálních látek. (Lellák & Kubíček 1992).

Po změření parametrů vody se ukázalo jak velký rozdíl v naměřených hodnotách má lokalita pod Jičínem od prvního odběrového místa Pekloves – v teplotě 9,8 °C a v elektrické vodivosti vody 523  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ . Právě zvýšenými hodnotami parametrů prostředí by se dala vysvětlit **vysoká kvantita fyto— i zoobentosu** na lokalitě pod ČOV Jičín.

### 5.2.2 Nalezené taxony bioindikátorů

Z vlastního kresleného přehledu typických bioindikátorů rozsivek fyto bentosu jsem ze zástupců nižšího oživení našla na lokalitách **Pekloves a Zámezí** pouze **jeden oligomesotrofní druh** *Pinnularia viridis*, přestože v kresleném přehledu mám uvedené 13 bioindikátorů těchto stupňů oživení, například druh *Didymosphenia geminata*. Tento druh se typicky vyskytuje v nárostech na kamenech a vodní vegetaci (Kaštovský a kol. 2018), ale právě vodní makrofyta i kameny se na prvních dvou lokalitách téměř nevyskytovaly. Na stejných lokalitách jsem determinovala také **bioindikátory oligosaprobity** – blešivce *Gammarus fossarum* a zástupce jepic *Ephemera danica* či *Baetis rhodani*.

Z nalezených taxonů na lokalitě **Zámezí** bylo překvapivé, že jsem našla nejen betamesosaprobniho zástupce motýlice *Caleopteryx virgo*, ale dokonce **indikátora alfamesosaprobity** berušku vodní *Asselus aquaticus*, kterou jsem dle mých nákresů očekávala až na lokalitě pod Jičínem. Taktéž zástupci fyto bentosu **značí zvýšenou trofii** díky výskytu mesoeutrofních rozsivek *Gomphonema olivaceum* a *Navicula capitata*, ale také i zastoupením eutrofních druhů, například rozsivky *Navicula lanceolata*. Kromě výše zmíněných zástupců trofie jsem na lokalitě Zámezí očekávala druhy z mých nákresů – *Cymatopleura elliptica* či *Epithemia sorex*, které jsou dle Kaštovského a kol. (2018) označovány jako hojné a tolerantní. Jejich nepřítomnost ve vzorcích může být vysvětlena vysokou kompeticí o živiny a v případě epifytického druhu *Epithemia sorex* může být také způsobena nepřítomností vodních makrofyt.

Poslední odběrové místo **pod ČOV Jičín** bylo indikováno pomocí dle očekávaných betamesosaprobniích druhů plžů *Bithynia tentaculata* a *Galba truncatula*, ale také, v mém přehledu nenakresleném, plžem *Radix auricularia*. Lokalita je **příkladem bioindikace organismů pomocí početnosti**, kdy druhy beruška vodní *Asselus aquaticus* a rozsivka *Cocconeis pediculus* přítomné v jednotkách na předchozí lokalitě naprosto dominují vodnímu společenstvu lokality pod Jičínem. Na vysokou kvantitu druhu *Cocconeis pediculus*, který je také k nalezení v mém přehledu, budou mít zajisté vliv hojně se vyskytující makroskopické vláknité řasy rodu *Cladophora*, protože právě *Cocconeis pediculus* se na nich epifyticky vyskytuje (Kaštovský a kol. 2018). Přesto touto dominancí tyto dva druhy reagují na vysokou hodnotu elektrické vodivosti vody (1013  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ ), ale zároveň poukazují **na vyšší zatížení živinami a zvýšenou saprobitu**. Což potvrzují očekávané druhy z kreslených tabulek – bioindikátoři mesoeutrofie i eutrofiie z řad rozsivek *Diatoma vulgaris* sp. a *Navicula gregaria*,

Podle Lelláka & Kubíčka (1992) se diverzita druhů vyznačuje nelineární jednovrcholovou křivkou s jejím maximem ve střední části toku — na spojení výskytu taxonů prameništích (oligotrofních) a eutrofních ze spodnějších částí toku, což nám **dokazují nalezená společenstva fyto bentosu**, kdy na lokalitě Zámezí byla nejvyšší druhová skladba. Ale právě u zoobentosu byl obecně počet nalezených druhů nízký a tím pádem se nemohla projevit nezávislost mezi úživností prostředí a počtem druhů. A proto je výhodné, že jsem studovala obě společenstva najednou.



### 5.2.3 Trofie/saprobita – zhodnocení vytipování lokalit

Nejprve by bylo vhodné zmínit, že v praxi (např. na Povodí Labe, s. p.) se zpravidla pro obě společenstva fyto— i zoobentos využívá saprobní index dle Sládečkových (1996, 1997) (Mgr. Jiří Hotový 5/2021, in verb), který jsem v mé práci používala pouze pro zoobentos. Při práci s fytobentosem jsem totiž uplatnila trofické hodnocení z Atlasu fytobentosu (Šejnohová a kol. 2008), z důvodu jeho aktualizovanějších dat z programu Omnidia (Rottův index). Nejvhodnější je však hodnocení za pomoci kombinace saprobního i trofického indexu, jelikož obě stanovení spolu úzce souvisí tím, že jedno odráží množství rozpuštěných živin a druhé organické znečištění (Trnková 2011).

Lokality pod ČOV Jičín i Zámezí byly vhodně zvolené pro ukázkou eutro— a mesotrofních bioindikátorů. Kdežto lokalita u obce Pekloves nebyla správně vybrána pro ukázkou oligotrofních zástupců – její blízkost k prameništi je 1 800 metrů, ale její mesotrofní charakter je zapříčiněn přítomností jednoho z pramenů přímo v obci Košov. Pro ukázkou typických oligotrofních zástupců by bylo vhodné odběr posunout na jiný z pramenů směrem k PP Jezírko pod Tábořem, ale tím by se zvýšila časová náročnost odběru v hůře dostupném terénu.

### 5.3 Problematika fixace a určování fyto — a zoobentosu

Při **zpracování vzorků fyto bentosu** pro mě bylo problematickou a zdlouhavou částí vytvoření trvalých preparátů rozsivek, které by svým provedením odpovídaly kvalitě vhodné pro následnou determinaci. Největším problémem byl výskyt anorganických částic v sedimentu vzorku, kvůli kterým se zvýšila časová náročnost a také potřeba znalosti metodiky selektování částic písku od rozsivek. Na druhou stranu při **determinaci fyto bentosu** jsem měla k dispozici dostatek kvalitních určovacích klíčů – Atlas fyto bentosu (Šejnohová a kol. 2008), Atlas sinic a řas (Kaštovský a kol. 2018) – a práce byla tím pádem značně snazší.

Na rozdíl od rozsivek je u **zoobentosu** mnohem snazší příprava/zpracování vzorku a těžší je vlastní určování. Částice písku jsou od vzorku jednoduše oddělitelné a pouze stačí pro úspěšnou fixáž vzorku uzavíratelná nádobka a fixáž pro ředění (40% roztok formaldehydu nebo 80 % roztok ethanolu) (Kokeš & Němejcová 2006). **Determinace zoobentosu** byla pro mě obtížná, protože je odborníky tradičně studován fyto bentos odděleně od zoobentosu, a to často na různých katedrách či pracovištích (např. Univerzita Karlova fyto bentos Katedra botaniky a hydrobiologie Kat. zoologie) (RNDr. Lenka Šejnohová (Supová), Ph.D. 5/2021, in verb). Univerzita Hradec Králové je primárně zaměřena na bioindikaci dle fyto bentosu a až s mojí prací započalo shánění determinační literatury zaměřené na zoobentos s cílem propojit na jednom pracovišti bioindikaci vod pomocí obou společenstev.

Při určování fyto bentosu se mi pro první seznámení nejlépe pracovalo s Atlasem fyto bentosu (Šejnohová a kol. 2008) díky jeho struktuře a uspořádání druhů do fotografického přehledu a jasnému **označení trofie jednotlivých bioindikátorů**. Na druhou stranu je v této elektronické determinační pomůcce omezený počet druhů, takže pro detailnější určení taxonů je potřeba vyhledávat v dalších determinačních publikacích (Krammer & Lange-Bertalot 1986, Kaštovský a kol. 2018). Ale pro potřebu mého prvotního zorientování se v problematice určování rozsivek byl tento atlas dostačující, avšak při determinaci v rámci diplomové práce by bylo žádoucí pracovat s podrobnějšími publikacemi.

Při určování zoobentosu pro mě bylo nejsnazší **počáteční rozřazení taxonů do jednotlivých tříd**, a to díky publikaci Klíč k určování vodních breberek (Maleninský 1996). Následná determinace až do druhu pro mě byla krásně srozumitelná například u řádů Ephemeroptera (jepice) či Plecoptera (pošvatky) hlavně při práci s publikací Klíč vodních larev hmyzu (Rozkošný 1980). Na druhou stranu bych ráda poukázala na příkladu kmene Annelida (kroužkovci) na **problematiku nedostupnosti determinační literatury**, protože některé determinační publikace jsou z devadesátých let 20. století, již je ani nelze zakoupit (nebo za astronomické částky) či vypůjčit v některých knihovnách, a to obzvláště v době koronavirových opatření. Vzhledem k tomu, že zástupci třídy Hirudinea jsou hlavní částí mého vzorku eutrofních vod přišlo mi vhodné téma problematiky determinace zařadit do diskuse.

## Závěr

Za účelem rozšíření mých teoretických a praktických znalostí jsem vypracovala bakalářskou práci, která kromě literární rešerše na téma stanovení kvality vody za pomoci fyto— a zoobentosu, obsahuje také dva praktické výstupy.

V České republice se hodnocení kvality vody zakládá na rámcové směrnici EU – Water Frame Directive (WFD) a jednou z metrik je právě bioindikace pomocí fyto— a zoobentosu. Z tohoto důvodu jsem použila právě společnou kombinaci těchto společenstev.

Práce obsahuje moji kreslenou pomůcku „Přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“ s 21 tabulemi a dohromady se 120 zástupci obou společenstev, vytvořenou pro snadnější determinaci.

V rámci terénní práce jsem na horním toku řeky Cidlina našla na lokalitě **pod ČOV Jičín typické eutrofní bioindikátory** např. rozsivku *Navicula gregaria* a zelenou řasu *Cladophora* sp. v kombinaci s výskytem pijavic různých rodů indikujících **alfamesosaprobity**. V oblasti obce **Zámezí** jeví Cidlina **mesotrofní** charakter výskytem meso– a mesoeutrofních taxonů rozsivek (*Gomphonema truncatum*, *Cymatopleura solea*) a zároveň **alfa—** či **betamesosaprobních** indikátorů zoobentosu (beruška vodní *Asellus aquaticus*, motýlice *Caleopteryx virgo*). Lokalita **Pekloves** je kvůli absenci výskytu oligotrofních druhů spíše **mesotrofní** (viz. rozsivka *Cocconeis placentula*, *Nitzschia dissipata*) a na přechodu **mezi oligo— a betamesosaprobity** (jepice *Baetis alpinus*, blešivec *Gammarus fossarum*).

## Literatura

ADÁMEK, Zdeněk, 2010. *Aplikovaná hydrobiologie*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN 978-80-87437-09-4.

ADL, Sina, SIMPSON, Alastair, LANE, Christopher, LUKEŠ, Julius, BASS, David, BOWSER, Samuel, BROWN, Matthew, BURKI, Fabien, DUNTHORN, Micah, HAMPL, Vladimír, HEISS, Aaron, HOPPENRATH, Mona, LARA, Enrique, GALL, Line, LYNN, Denis, MCMANUS, Hilary, MITCHELL, Edward, MOZLEY-STANRIDGE, Sharon, WEGENER PARFREY, Laura, SPIEGEL, Frederick, 2012. The Revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 59 (5), 429-514. ISSN 1550-7408.

ANONYMOUS, s.a. *Klíč vodních breber*.

BERAN, Luboš, 1998. *Vodní měkkýši ČR*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody. ISBN 80-902469-4-X.

BÍLÝ, Michal, ČERNÝ, Jan, CHVÁTALOVÁ, Lenka, MUSIL, Petr, PICHLOVÁ, Radka, REITERM Antonín, 1994. *Úvod do hydrobiologie*. Biologická olympiáda 1994-1995 přípravný text pro kategorie A, B. Praha: Institut dětí a mládeže Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR. ISBN 80-85105-78-0.

BOHUNICKÁ, Markéta, 2019. *Bentos, perifyton, metafyton + tekoucí vody*. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Prezentace.

BUCHAR, Jan, 1995. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia. ISBN 80-85827-81-6.

GREENHALG, Malcolm, OVENDEN, Denys, 2007. *Freshwater life: Britain and Northern Europe*. Londýn: HarperCollins Publishers Ltd. ISBN 000 71777 6

HARTMAN, Pavel, PŘIKRYL, Ivo, ŠTĚDRONSKÝ, Eduard, 2005. *Hydrobiologie*. 3. vydání. Praha: Informatorium. ISBN 80-7333-046-6.

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

HORSÁK, Michal, s.a. *Přehled a determinace vodních měkkýšů ČR*. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie. Prezentace.

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

KALINA, Tomáš, 1994. *Systém a vývoj sinic a řas*. Praha: Univerzita Karlova. ISBN 80-7066-854-7.

KAŠTOVSKÝ, Jan, HAUER, Tomáš, GERIŠ, Rodan, CHATTOVÁ, Barbora, JURÁŇ, Josef, LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, Olga, PITELKOVÁ, Petra, PUZSTAI, Martin, ŠKALOUD, Pavel, ŠŤASTNÝ, Jan, ČAPKOVÁ, Kateřina, BOHUNICKÁ, Markéta & MÜHLSTEINOVÁ, Radka, 2018. *Atlas sinic a řas České republiky 1*. Praha: powerprint ISBN 978-80-7568-071-6.

KAŠTOVSKÝ, Jan, HAUER, Tomáš, GERIŠ, Rodan, CHATTOVÁ, Barbora, JURÁŇ, Josef, LEPŠOVÁ-SKÁCELOVÁ, Olga, PITELKOVÁ, Petra, PUZSTAI, Martin, ŠKALOUD, Pavel, ŠŤASTNÝ, Jan, ČAPKOVÁ, Kateřina, BOHUNICKÁ, Markéta & MÜHLSTEINOVÁ, Radka, 2018. *Atlas sinic a řas České republiky 2*. Praha: powerprint, 480 s. ISBN 978-80-7568-125-6.

KOHL, Stefan, 2003. *Určovací klíč exuvií evropských druhů vážek (Odonata) podřádu Anisoptera*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody. ISBN 80-86327-31-0.

KOKEŠ, Jiří & NĚMEJCOVÁ, Denisa, 2006. *Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou PERLA*. VÚV TGM. Prezentace.

KOKEŠ, Jiří & VOJTÍŠKOVÁ, Denisa, 1999. *Nové metody hodnocení makrozoobentosu tekoucích vod*.

KOKEŠ, Jiří, ZAHRAĐKOVA, Svetlana, NĚMEJCOVÁ, Denisa, HODOVSKÝ, Jan, JARKOVSKÝ, Jiří, SOLDÁN, Tomáš, 2006. The PERLA system in the Czech Republic: A multivariate approach for assessing the ecological status of running waters. *Hydrobiologia*. 556 (1), 343-354.

KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H, 1986. *Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae*. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1, Gustav Fischer Verlag.

LELLÁK, Jan & KUBÍČEK, František, 1992. *Hydrobiologie*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7066-530-0.

MALENINSKÝ, Miroslav, 1996. *Klíč k určování vodních breberek*. Praha: Český svaz ochránců přírody.

MARVAN, Petr & HETEŠA, Jiří, 2006. *Metodika odběru a zpracování vzorků fytobentosu tekoucích vod*. VÚV TGM. Prezentace.

MARVAN, Petr & KOZÁKOVÁ, Markéta, 2006. *Metodika odběru a zpracování vzorků fytobentosu stojatých vod*. VÚV TGM. Prezentace.

Ministerstvo životního prostředí, 2004. *Implementace rámcové směrnice EU pro vodní politiku v České republice*. ISBN 80-7212-273-8.

PETRTÝL, Miloslav, s.a. *Úvod do hydrobiologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Prezentace.

PUNČOCHÁŘ, Pavel, 2008. *Implementace rámcové směrnice pro vodní politiku v ČR*. Prezentace.

- RESLOVÁ, Marie, SIMON, Ondřej, 2015. Ploštěnky — opomíjení obyvatelé našich vod. *Živa*. 5, 254-256. ISSN 0044-4812.
- ROZKOŠNÝ, Rudolf, (ed.), 1980. *Klíč vodních larev hmyzu*. Praha: Československá akademie věd. ISBN 21-095-80.
- SLÁDEČEK, V. & SLÁDEČKOVÁ, A., 1996. *Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod*. 1. díl: Destruenti a producenti. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost. ISBN 80-02-01080-9.
- SLÁDEČEK, V. & SLÁDEČKOVÁ, A., 1997. *Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod*. 2. díl: Konzumenti. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost. ISBN 80-02-01101-5.
- SMRŽ, Jaroslav, 2015. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2258-3.
- SUKOP, Ivo, 2006a. *Ekologie vodního prostředí*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-923-8.
- SUKOP, Ivo, 2006b. Zoobentos řeky Moravice a Bělokamenného potoka. In: *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendeliana brunensis*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, LIV, 4, s. 75-80.
- ŠEJNOHOVÁ, Lenka, VESELÁ, Jana, MARVAN, Petr, KOZÁKOVÁ, Markéta, HETEŠA, Jiří, GERIŠ, Rodan, MARŠÁLEK, Blahoslav, 2008. *Atlas fytoobentosu*. Botanický ústav Akademie věd ČR. Interaktivní CD.
- TRNKOVÁ, Kateřina, 2011. *Využití fytoobentosu pro indikaci kontaminace životního prostředí*. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Fakulta přírodovědecká.
- VESELÁ, Jana, [2005]. *Nárostová společenstva řas a sinic ve vodních ekosystémech I*. Přírodovědecká fakulta UK, Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny. Prezentace.
- ZICHÁČEK, Vladimír, 1995. *Zoologie*. Olomouc: Fin. ISBN 80-85572-74-5.

#### **Internetové zdroje:**

- Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2020 [online]. *Ústřední seznam ochrany přírody*. [cit. 24.9. 2020]. Dostupné z: <https://drusop.nature.cz/portal/>
- CENIA, 2019 [online]. *Národní geoportál INSPIRE*. [cit. 17.9. 2020]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>
- Česká geologická služba, 2020 [online]. *Geovědní mapa 1:50 000*. [cit. 17.9. 2020]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- Český statistický úřad, 2020 [online]. *Počet obyvatel v obcích-k 1.1. 2020*. [cit. 17.9. 2020]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112019>

KAŠTOVSKÝ, Jan & HAUERT, Tomáš, 2003-2015 [online]. *Sinicearasy.cz*. České Budějovice: PřF JU v Českých Budějovicích. [cit. 28.9. 2020]. Dostupné z: <http://www.sinicearasy.cz/>

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M., 1996–2015 [online]. *AlgaeBase.org*. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland. [cit. 18.11. 2020]. Dostupné na: <https://www.algaebase.org/>

Ministerstvo zemědělství, 2016 [online]. *Vodohospodářský informační portál*. [cit. 17.9. 2020]. Dostupné z: <https://voda.gov.cz/portal/cz/>

Ministerstvo zemědělství, 2020 [online]. *Centrální evidence vodních toků*. [cit. 17.9. 2020]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>

OMNIDIA, 2020 [online]. *Omnidia.fr*. [cit. 30.7. 2020]. Dostupné z: <https://omnidia.fr/en/>

Povodí Labe, 2020 [online]. *Stavy a průtoky na vodních tocích*. [cit. 17.9. 2020]. Dostupné z: <http://www.pla.cz/portal/sap/cz/PC/Prehled.aspx?rad=tok&smer=ASC>

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana, 2007 [online]. *Saprobita*. In: Encyklopedie hydrobiologie : výkladový slovník. Praha: VŠCHT Praha, 2007 [cit. 15.10. 2020]. Dostupné z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-006/ebook.html?p=S001](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=S001)

Seznam.cz & OpenStreetMap, 2020 [online]. *Mapy.cz*. [cit. 16.10. 2020]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.5211920&y=50.4954700&z=11&l=0>

VÚMOP, 2019 [online]. *eKatalog BPEJ*. [cit. 17.9. 2020]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2020 [online]. *Implementace Rámcové směrnice o vodách*. [cit. 15.10. 2020]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/default.asp?lang=&tab=0&wmap=>

### **Zákony a technické normy**

Zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon. In: *Sbírka zákonů*

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Fotografie rozsivek ze světelného mikroskopu (vlastní vzorek, pod ČOV Jičín, zv. 1000x), A – <i>Diatoma vulgaris</i> agg., B – <i>Cocconeis pediculus</i> , C – <i>Cocconeis placentula</i> .....	15
Obrázek 2: Stavba frustuly (vlastní nákres) .....	16
Obrázek 3: Nepohlavní a pohlavní rozmnožování rozsivek (vlastní nákres) .....	18
Obrázek 4: Larva jepice z čeledi Baetidae (vlastní nákres) .....	21
Obrázek 5: Larva pošvatky z čeledi Nemouridae (vlastní nákres) .....	22
Obrázek 6: Hlava larvy vážky s napůl vymrštenou maskou (Kohl 2003). .....	22
Obrázek 7: Larva chrostíka se schránkou (vlastní nákres) .....	23
Obrázek 9: Kokony pijavek přilepené na kamenech (vlastní fotografie, 22.8. 2020 řeka Cidlina, pod ČOV Jičín).....	24
Obrázek 8: Zobrazení hlavové části ploštěnek – <i>Dugesia gonocephala</i> , <i>Dugesia polychroa</i> a <i>Polycelis felina</i> (inspir. M. Reslová (Reslová & Simon 2015, vlastní nákres)).....	24
Obrázek 10: <i>Ancylus fluviatilis</i> (kamomil říční) (vlastní nákres) .....	25
Obrázek 11: Zoocenózy dle charakteru dna (vlastní nákres): A – psammofilní, B – litoreofilní, C – pelloreofilní, D – fytoreofilní, E – argiloreofilní.....	25
Obrázek 12: Příklady odběrových profilů státního podniku Povodí Labe, 1 – Vitiněves, 2 – Žeretice, 3 – Sloupno (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020) .....	26
Obrázek 13: Umístění Cidlina na severovýchodě Čech (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020).....	28
Obrázek 14: Fotografie odběrových míst – A – Pekloves, B – Zámezí, C – pod ČOV Jičín (22.8. 2020) .....	31
Obrázek 15: Mapa všech odběrových míst, postupně: Pekloves, Zámezí, pod ČOV Jičín (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020).....	32
Obrázek 16: Umístění odběrového místa Pekloves (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020).....	32
Obrázek 17: Umístění odběrového místa Zámezí (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020).....	33
Obrázek 18: Umístění odběrového místa pod ČOV Jičín (Seznam.cz & OpenStreetMap 2020).....	33
Obrázek 19: Nádobka se vzorky zoobentosu, vyjmutý kámen z řeky (vlastní fotografie, 22.8. 2020, řeka Cidlina, pod ČOV Jičín).....	36
Obrázek 20: Podložní sklo s kapkami suspenze (vlastní nákres) .....	38
Obrázek 21: Kvantitativní snímky rozsivek Pekloves (zv. 200x, vlastní fotografie) .....	43
Obrázek 22: Vybrané druhy rozsivek Pekloves (vlastní fotografie), A, B, D – zv. 1000x, C – zv. 400x, A – <i>Cocconeis placentula</i> , B – <i>Pinnularia viridis</i> , C – <i>Nitzschia linearis</i> , D – <i>Nitzschia dissipata</i> .....	43
Obrázek 23: Kvantitativní snímek zoobentosu Pekloves (vlastní fotografie) .....	44
Obrázek 24: Vybrané druhy zoobentosu Pekloves (vlastní fotografie) A – <i>Gammarus fossarum</i> (zv. 20x), B – <i>Baetis alpinus</i> (zv. 20x).....	44



Obrázek 25: Kvantitativní snímky rozsivek Zámezí (vlastní fotografie, zv. 200x) .....	47
Obrázek 26: Vybrané druhy rozsivek Zámezí (vlastní fotografie, zv. 400x) A – <i>Cocconeis placentula</i> , B – <i>Gomphonema truncatum</i> , C – <i>Cymatopleura solea</i> , D – <i>Navicula lanceolata</i> .....	47
Obrázek 27: Kvantitativní snímek zoobentosu Zámezí (vlastní fotografie) .....	48
Obrázek 28: Vybrané druhy zoobentosu Zámezí (vlastní fotografie), A – <i>Ephemera danica</i> (zv. 20x), B – <i>Caleopteryx virgo</i> (zv. 20x).....	48
Obrázek 29: Kvantitativní snímky rozsivek pod ČOV Jičín (zv. 200x, vlastní fotografie) .....	51
Obrázek 30: Vybrané druhy rozsivek pod ČOV Jičín (vlastní fotografie), A, B, C – zv. 400x, D – zv. 1000x, A – <i>Cocconeis pediculus</i> , B – <i>Cocconeis placentula</i> , C – <i>Navicula gregaria</i> , D – <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> .....	51
Obrázek 31: Kvantitativní snímek zoobentosu pod ČOV Jičín (vlastní fotografie)..	52
Obrázek 32: Vybrané druhy zoobentosu pod ČOV Jičín (vlastní fotografie), A – <i>Asellus aquaticus</i> (zv. 10x), B – <i>Helobdella stagnalis</i> (zv. 20x).....	52
Obrázek 33: řeka Cidlina (vlastní fotografie, 22.8. 2020, pod ČOV Jičín).....	53

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení fyto bentosu dle ekologie (Hindák 1978, Hartman et al. 2005).....	14
Tabulka 2: Rozdělení rozsivek dle tvaru frustuly (Kalina & Váňa 2005) .....	15
Tabulka 3: Systém rozsivek (Adl et al. 2012, Guiry, M.D. & Guiry, G.M.1996-2021(algaebase.org)).....	17
Tabulka 4: Morfologické adaptace zoobentosu (Lellák & Kubíček 1992,Sukop 2006a) .....	20
Tabulka 5: Fytobentos – základní determinační literatura (řazeno dle roku vydání).....	27
Tabulka 6: Zoobentos – základní determinační literatura (řazeno dle roku vydání).....	28
Tabulka 7: Porovnání řek Cidlina a Labe (Povodí Labe 2020) .....	29
Tabulka 8: Hodnoty BPEJ řeky Cidliny (VÚMOP 2019).....	30
Tabulka 9: Charakteristika odběrových míst včetně naměřených hodnot při odběrech.....	31
Tabulka 10: Seznam terénních pomůcek.....	35
Tabulka 11: Seznam laboratorních pomůcek.....	37
Tabulka 12: Ukázka z tabulek „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) – a zoobentosu“ .....	40
Tabulka 13: Rozbor fyto bentosu lokalita Pekloves – zhodnocení trofie .....	41
Tabulka 14: Rozbor zoobentosu lokalita Pekloves – zhodnocení saprobity.....	42
Tabulka 15: Rozbor fyto bentosu lokalita Zámezí – zhodnocení trofie.....	45
Tabulka 16: Rozbor zoobentosu lokalita Zámezí – zhodnocení saprobity .....	46
Tabulka 17: Rozbor fyto bentosu lokalita pod ČOV Jičín – zhodnocení trofie .....	49
Tabulka 18: Rozbor zoobentosu lokalita pod ČOV Jičín – zhodnocení saprobity ....	50

## Seznam grafů

Graf 1: Porovnání lokalit řeky Cidlina dle fyto— a zoobentosu a parametrů prostředí.....	54
---	----

## Přílohy

### „Vlastní perokresby: přehled hlavních bioindikátorů fyto (rozsivek) — a zoobentosu“

Svobodová Adriana

2021

V níže uvedených podkapitolách jsem vypracovala stručné obrazové tabulky fyto (rozsivek) se zástupci rozdělenými do skupin dle stupňů trofie a zoobentosu dle saprobity. Tabulky jsem si kreslila za účelem vytvoření základního povědomí o taxonech a jejich poznávacích znacích a následně je použila při určování.

Při vypracování tabulek bylo vycházeno z níže uvedené literatury:

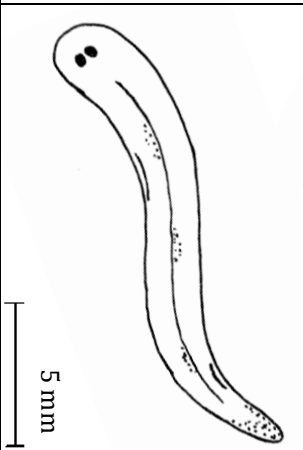
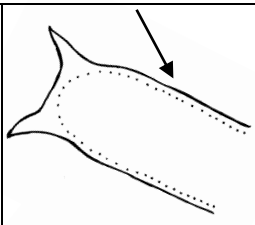
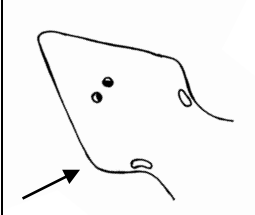
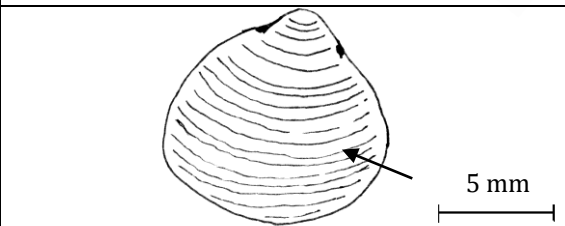
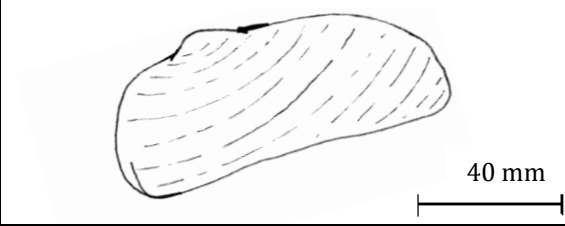
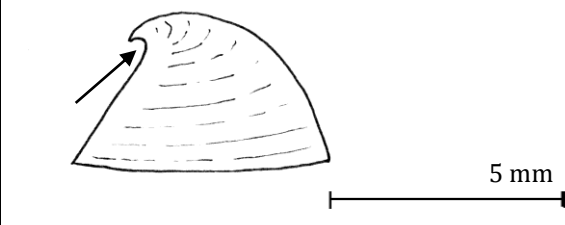
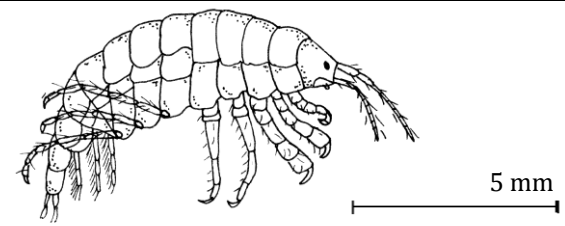
- ADÁMEK, Zdeněk, 2010. *Aplikovaná hydrobiologie*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN 978-80-87437-09-4.
- BERAN, Luboš, 1998. *Vodní měkkýši ČR*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody. ISBN 80-902469-4-X
- MALENINSKÝ, Miroslav, 1996. *Klíč k určování vodních breberek*. Praha: Český svaz ochránců přírody.
- RESLOVÁ, Marie, SIMON, Ondřej, 2015. Ploštěnky — opomíjení obyvatelé našich vod. *Živa*. 5, 254-256. ISSN 0044-4812
- ROZKOŠNÝ, Rudolf, 1980. *Klíč vodních larev hmyzu*. Praha: Československá akademie věd. ISBN 21-095-80.
- ŠEJNOHOVÁ, Lenka, et al., 2008. *Atlas fyto (rozsivek) a zoobentosu*. Botanický ústav Akademie věd ČR. Interaktivní CD.

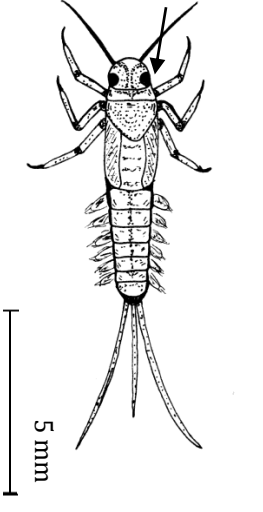
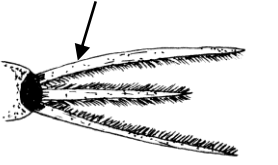
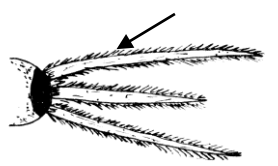
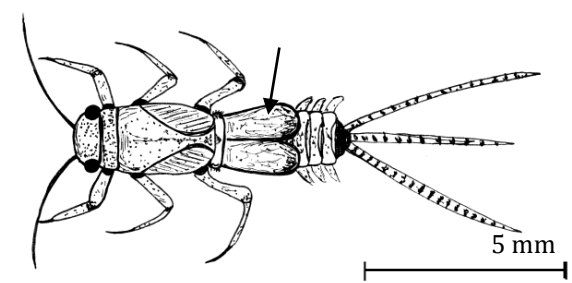
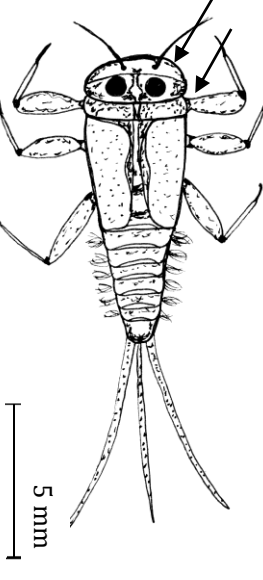


Přehled obsahuje:

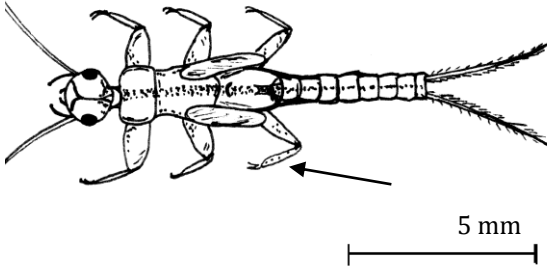
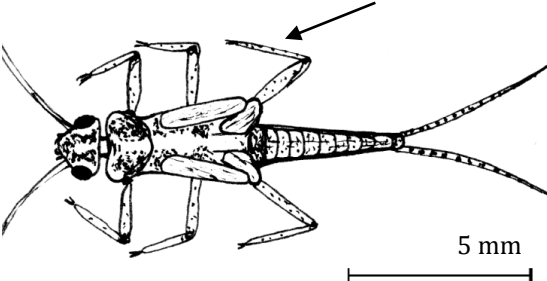
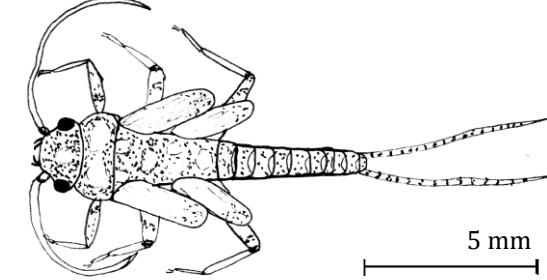
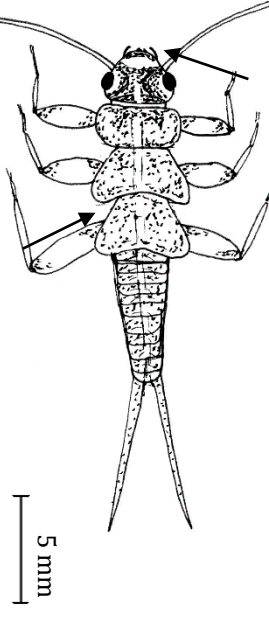
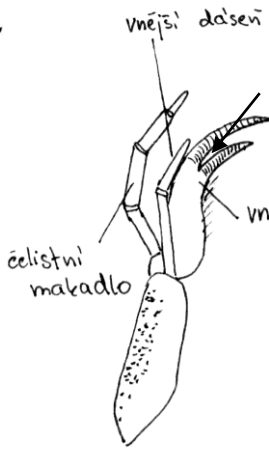
- rozčlenění na rozsivky a zoobentos
- stupně trofie:
  - oligotrofní
  - oligo-mesotrofní
  - meso-eutrofní
  - eutrofní taxony
- systematické zařazení taxonu
- měřítko (max. délka), nákres či detail taxonu s označením důležitého znaku
- název taxonu a jeho označení pro práci s tabulkami
- hlavní poznávací znaky taxonu (uváděna délka, pokud není uvedeno jinak)
- stupně saprobity:
  - oligosaprobni
  - betamesosaprobni
  - alfamesosaprobni

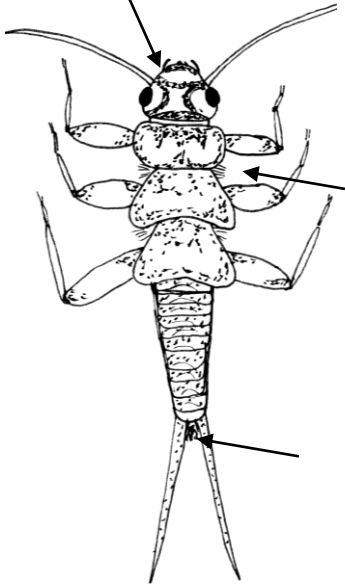
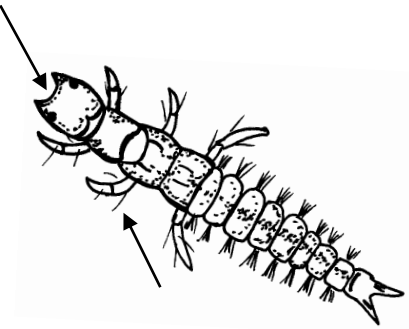
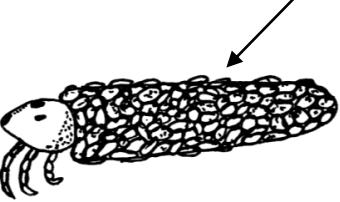
Přehled je volně k využití s regulérní citací práce.


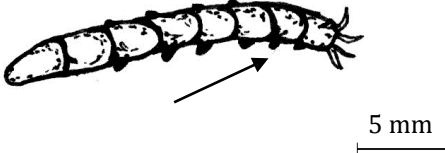

## Oligosaprobní taxony

Zoobentos - indikátor oligosaprobity	rod čís. kód tab. rozbory	determinační znaky
<b>kmen:</b> Platyhelmites – ploštěnci, <b>třída:</b> Turbellaria – ploštěnky		
		10-15 mm
		řada malých oček po stranách hlavy
		20-25 mm
		trojúhelníková hlava, 2 malá očka ve středu jednobarevné tělo, světlý spodek
<b>kmen:</b> Mollusca – měkkýši, <b>třída:</b> Bivalvia – mlži		
	<i>Pisidium</i> (hrachovka) Z03	do 11 mm
		silnostěnné lastury s hrubým rýhováním
		žlutohnědá až šedohnědá barva
	<i>Margaritifera margaritifera</i> (perlorodka říční) Z04	90-140 mm
		protáhlé, ledvinovité silnostěnné lastury
		tmavě hnědá až černá barva
<b>kmen:</b> Mollusca – měkkýši, <b>třída:</b> Gastropoda – plži		
	<i>Ancylus fluviatilis</i> (kamomil říční) Z05	výška 2-5 mm
		ulita čepičkovitého tvaru bez závitů
		proměnlivá barva
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci <b>podkmen:</b> Crustacea – koryši, <b>třída:</b> Malacostraca – rakovci		
	<i>Gammarus fossarum</i> (blešivec potoční) Z06	6-10 mm
		zploštělé a obloukovitě zahnuté tělo
		průsvitný až žlutavý

Zoobentos – indikátor oligosaproby	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Ephemeroptera – jepice		
6-40 mm, po stranách zadečku přívěsky, na konci zadečku většinou 3 štěty		
	složené oči po stranách hlavy drápky na zadních chodidlech kratší než holeň	
		<b>čeleď:</b> Baetidae Z07
	<b>čeleď:</b> Leptophlebiidae (nízkožabré jepice) Z08	8-12 mm lezoucí larvy štěty a paštět obrveny po obou stranách
	žábry pouze na zadečku	
	<b>čeleď:</b> Caenidae Z09	4,5-9 mm první pár žaber redukován na obrvené výběžky druhý pár přeměněn na krovky
	žábry pouze na zadečku	
	dorzoventrálně zploštělé, oči na vrchu hlavy	
		<i>Ecdyonurus</i> (čeleď: Heptageniidae) Z010
	<i>Rhithrogena</i> (čeleď: Heptaageniidae) Z011	do 15 mm při pohledu zespodu tvoří žaberní plátky přísavku pravý pár žaber je největší

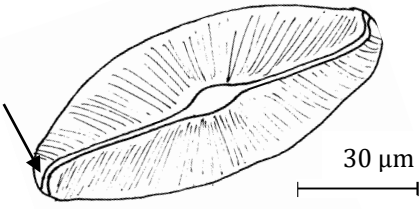
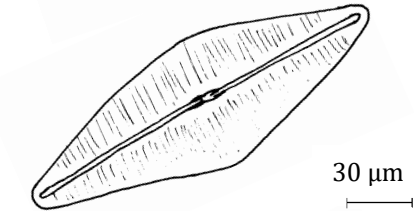
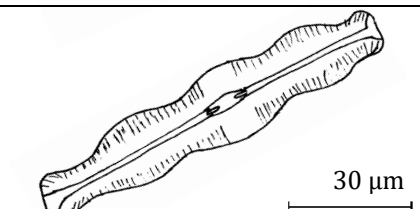
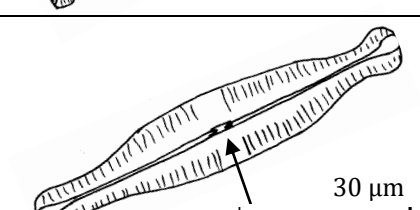
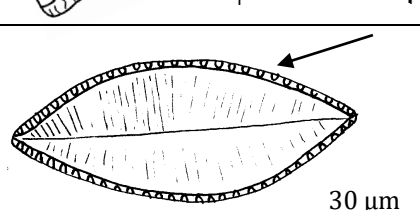
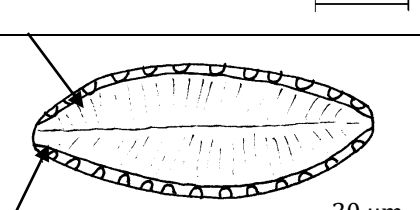
Zoobentos – indikátor oligosaprobity	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky	
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Plecoptera – pošvatky			
25-50 mm, po stranách zadečku nejsou přívěsky, na konci zadečku 2 dlouhé štěty			
	druhý chodidlový článek kratší než první		
	<b>čeleď:</b> Leuctridae Z012	3,5-12 mm protáhlá larva	
		zadní noha nedosahuje konce zadečku makadla přesahují konce gloss	
	<b>čeleď:</b> Nemouridae Z013	4,5–10,5 zavalitá larva	
		hustě ochlupené tělo	
		zadní noha dosahuje konce zadečku	
	následující chodidlový článek delší než předešlý		
	<b>čeleď:</b> Taeniopterygidae Z014	4-13 mm	
		lacinie (vnitřní dáseň) čelistních makadel bez šavlovitých zubů	
	lacinie (vnitřní dáseň) čelistních makadel se dvěma šavlovitými zuby		
	nevyvinuté tracheální žábry		
		<i>Diura</i> (čeleď:Perlodidae) Z015	8,5-24 mm 1. a 2. článek rozdělen na terga a sterna lacinie vykrojená a porostlá štětinami
		<i>Isoperla</i> (čeleď:Perlodidae) Z016	6-17 mm ostré, dlouhé a ochlupené paraprokty
		<i>Perlodes</i> (čeleď:Perlodidae) Z017	14-28 mm žlutá kresba 4 články rozděleny na terga a sterna

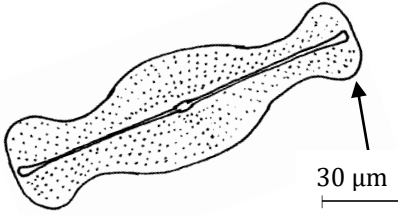
Zoobentos – indikátor oligosaprobity	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
	lacinie (vnitřní dáseň) čelistních makadel se dvěma šavlovitými zuby	
	tracheální žábry po stranách hrudi či paraprotech (konci zadečku)	
	<i>Perla grandis</i> (čeleď: Perlidae) Z018	20-38 mm hřbetní strana nažloutlá s hnědou kresbou každé tergum s párem světlých skvrn
	<i>Dinocras cephalotes</i> (pošvatka hlavatá) (čeleď: Perlidae) Z019	12-30 mm hřbetní strana tmavá se světlou kresbou hlava se světlou kresbou
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Trichoptera – chrostíci		
10-50 mm, na konci zadečku 2 výběžky s drápkou, může si tvořit schránky		
	<i>Rhyacophila</i> (čeleď: Rhyacophilidae) Z020	16-30 mm nestaví si schránky silně sklerotizovaný horní pysk na nohách pouze pár výrazných štětín
	<i>Plectronemia</i> (čeleď: Polycentropodidae) Z021	20-22 mm nestaví si schránky silně sklerotizovaný horní pysk bazální článek má mnoho štětín
	<i>Sericostoma</i> (čeleď: Sericostomatidae) Z022	11-16 mm schránky z písku mírně zahnuté zužující se schránky zadní otvor zakryt kruhovou membránou
	<i>Stenophylax</i> (čeleď: Limnephilidae) Z023	12-20 mm schránky z různých materiálů, trojhranné nebo zploštělé válcovité tělo s krátkými pošinkami

Zoobentos – indikátor oligosaprobity	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Diptera – dvoukřídlí		
červovité tělo bez nohou, přívěsky na hlavě či zadečku		
	<b>čeleď:</b> Tipulidae (tiplicovití) Z024	do 60 mm redukce hlavy vždy chybějící panožky
	<b>čeleď:</b> Limoniidae (bahnomilkovití) Z025	do 45 mm redukce hlavy někdy vyvinuté panožky
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Coleoptera – brouci		
3-80 mm, na konci zadečku 2 přívěsky nebo dýchací trubička, tři páry nohou		
	<b>čeleď:</b> Elmidae Z026	3-12 mm dobře viditelná hlava, rozšířené tělní články poslední zadečkový článek se štítkem

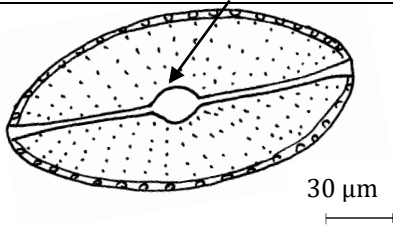
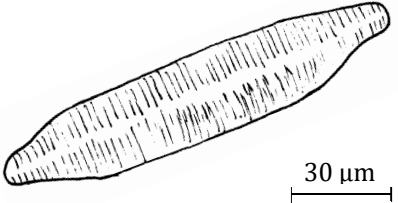
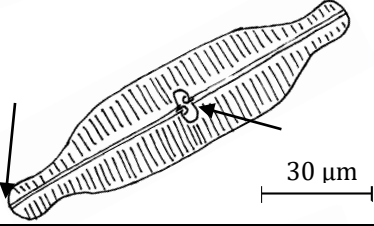
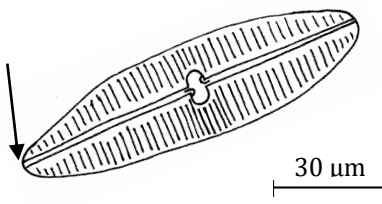
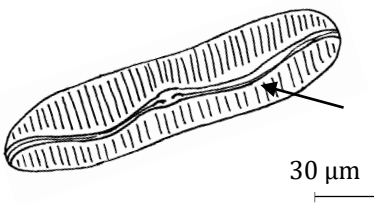
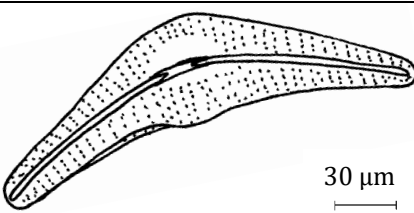


## Oligotrofní taxony

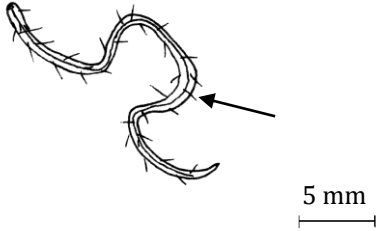
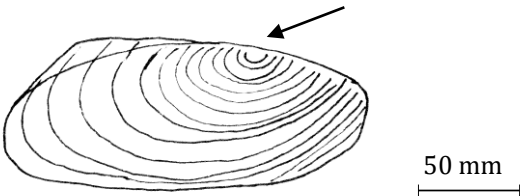
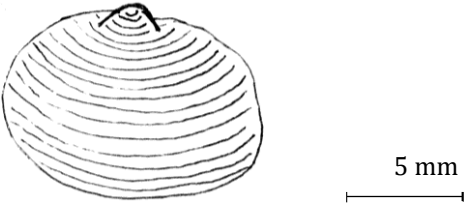
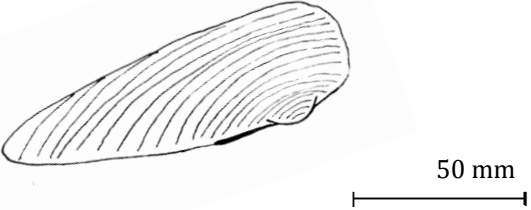
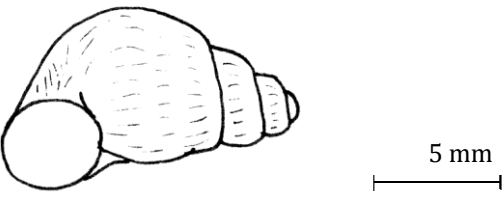
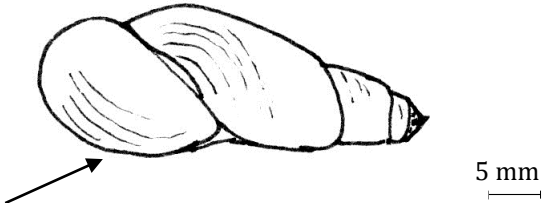
Fytobentos – indikátor oligotrofní	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
říše: SAR, oddělení: Chromophyta – hnědé řasy, třída: Bacillariophyceae – rozsivky		
BILATERÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODÉL DVOU OS)		
	<i>Achnanthes flexella</i> F01	14-82 µm radiální strie
		velké buňky ohnuté podél apikální osy
		velké středové pole
	<i>Frustulia rhomboides</i> F02	40-160 µm kosodélníkový tvar
		zaoblené hlavičkovité konce
	<i>Pinnularia nodosa</i> F03	25-72 µm misky s trojvlňnými okraji
		hlavičkaté konce
	<i>Pinnularia subcapitata</i> F04	22-62 µm úzké osové pole
		středové pole tvaru fascie
		proměnlivé zakončení misek
	<i>Surirella linearis</i> F05	20-120 µm
		křídelní lem – žlábkovaný okraj
		kopinaté misky
	<i>Surirella roba</i> F06	22-61 µm kopinaté misky
		křídelní lem misek – žlábkovaný okraj
		klínovité konce

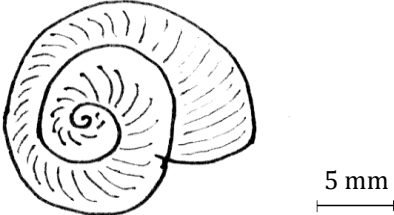
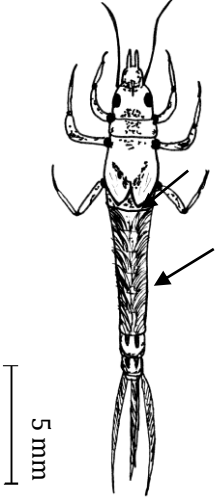


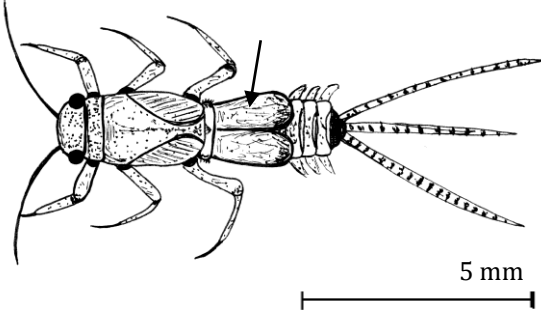
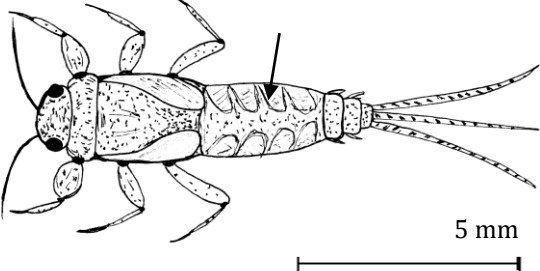
Fytobentos - indikátor oligotrofie	rod čís. kód tab. rozbory	determinační znaky
HETEROPOLÁRNÍ SOUMĚRNOST (PODÉL DELŠÍ OSY)		
	<i>Didymosphenia geminata</i> F07	60-140 μm
		konce schránek široce hlavovité
		tečkované strie

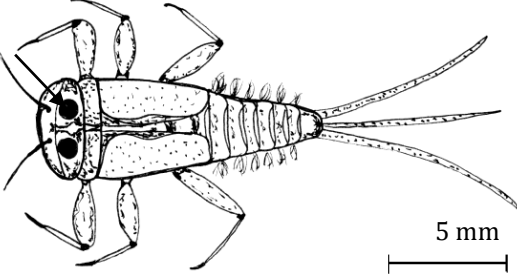
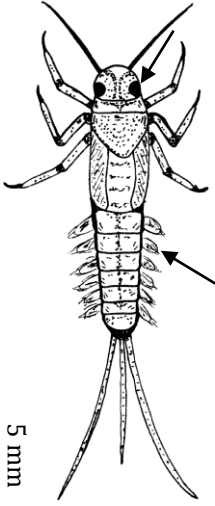
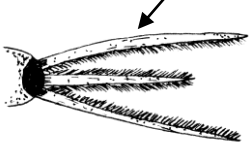
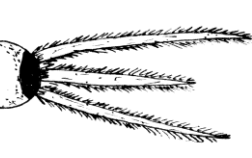
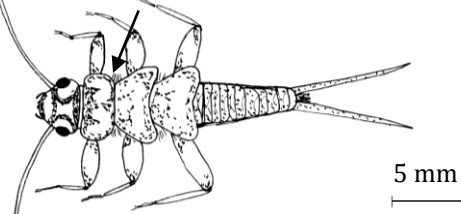
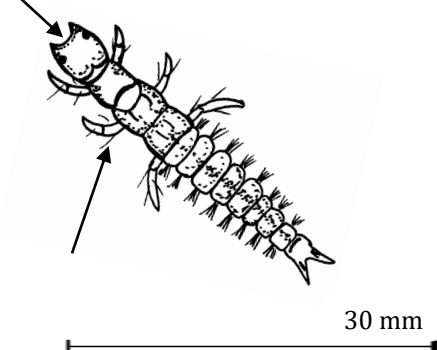
## Oligo-mesotrofní taxony

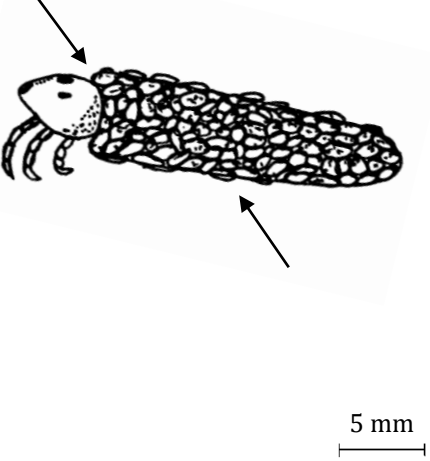
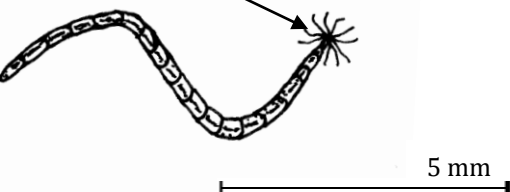
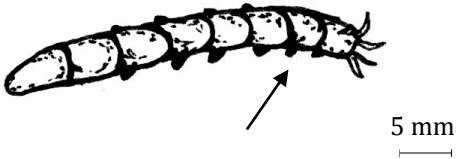
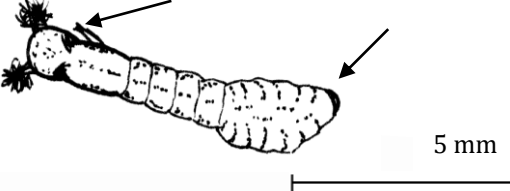
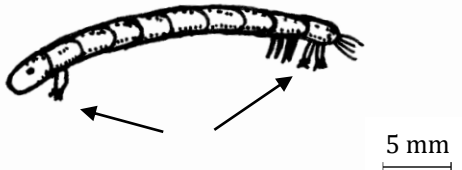
Fytobentos – indikátor oligomesotrofie	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
říše: SAR, oddělení: Chromophyta – hnědé řasy, třída: Bacillariophyceae – rozsivky		
BILATERÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODÉL DVOU OS)		
	<i>Diploneis</i> spp. FOM1	10-150 µm strie z výrazných teček eliptické schránky s kulatými konci okrouhlé středové pole
	<i>Fragilaria virescens</i> FOM2	10-120 µm jemné strie lineární či eliptické misky na koncích vytažené bez středového pole
	<i>Neidium ampliatus</i> FOM3	40-100 µm zobanitě vytažené konce hrubé paralelní strie oválné středové pole se zahnutými konci raphe
	<i>Neidium</i> spp. FOM4	17-100 µm okrouhlé konce oválné středové pole se zahnutými konci raphe
	<i>Pinnularia viridis</i> FOM5	50-170 µm lineární schránky zakulacené konce široké zvlňené rafe
DORZIVENTRÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODÉL KRATŠÍ OSY)		
	<i>Cymbella lanceolata</i> FOM6	60-220 µm prohnutý tvar i rafe tupě zaoblené konce tečkované strie

## Betamesosaprobní taxony

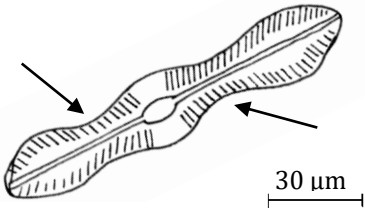
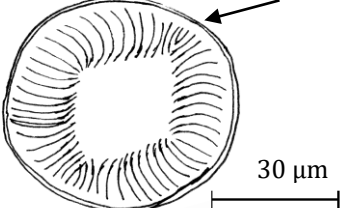
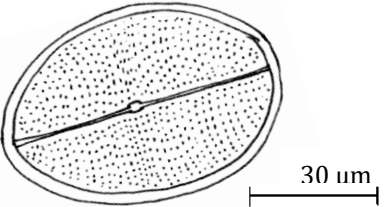
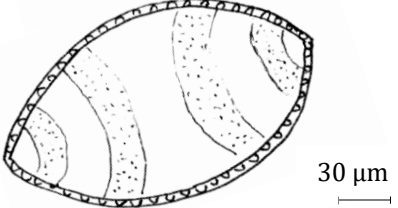
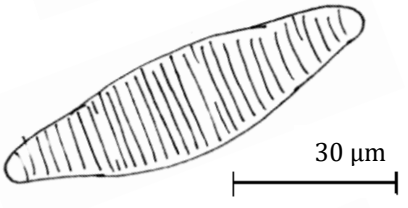
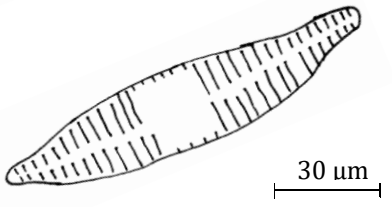
Zoobentos – bioindikátor betamesosaprobity	rod čís. kód tab. rozbory	determinační znaky
<b>kmen:</b> Annelida – kroužkovci, <b>třída:</b> Oligochaeta – máloštětinatci, <b>řád:</b> Tubificida		
	<b>čeleď:</b> Naididae (naidkovití) ZBM1	2-25 mm
		štětiny na celém těle
		průhlední, hnědočervení až růžoví červíci
<b>kmen:</b> Mollusca – měkkýši, <b>třída:</b> Bivalvia – mlži		
	<i>Anodonta</i> (škeble) ZBM2	75-220 mm
		tenkostěnné lastury, nepřesahující vrchol
		zelenohnědá až žlutohnědá barva
	<i>Sphaerium</i> (okružanka) ZBM3	10-13 mm
		tenkostěnné lastury, přesahující vrchol
		hnědožlutá, šedožlutá barva s pásy
	<i>Unio</i> (velevrub) ZBM4	50-100 mm
		silnostěnné lastury
		žlutohnědá, žlutozelená barva
<b>kmen:</b> Mollusca – měkkýši, <b>třída:</b> Gastropoda – plži		
	<i>Bithynia</i> (bahňivka) ZBM5	výška 10-11 mm, šířka 7 mm
		pravotočivá, válcovitá, silně klenutá ulita
		rohovitě hnědá barva
	<i>Lymnea</i> (plovatka) ZBM6	výška 30-60 mm, šířka 15-35 mm
		pravotočivá bez víčka, velký poslední závit
		hnědá barva

Zoobentos – bioindikátor betamesosaprobity	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky	
	<i>Planorbarius</i> (okružák) ZBM7	výška 25-40 mm, šířka 10-16 mm	
		pravotočivá plochá ulita bez víčka	
		hnědá až zelenohnědá barva	
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Ephemeroptera – jepice			
6-40 mm, po stranách zadečku přívěsky, na konci zadečku většinou 3 štěty			
	7 párů žaber z dvojitých obrvených lupínek žábry směřují šikmo dozadu		
		<i>Ephemera</i> (čeleď: Ephemeridae) ZBM8	20 mm první zakrnělý pár žaber je jazýčkovitě rozštěpený mezi články tykadel nápadně dlouhé brvy
		<i>Ephoron</i> (čeleď: Polymitarcyidae) ZBM9	do 20 mm první zakrnělý pár žaber je jednoduchý krátké brvy mezi tykadly
	žábry pouze na zadečku		
	žábry pouze na zadečku		
	první pár žaber redukován na obrvené výběžky druhý pár přeměněn na krovky		
	<i>Caenis</i> (čeleď: Caenidae) ZBM10	do 9 mm zespod ploché tělo, svrchu vyklenuté druhý článek tykadel stejně dlouhý i široký	
	žábry pouze na zadečku 5 párů tracheálních žaber		
	<i>Ephemerella</i> (čeleď: Ephemereliidae) ZBM11	do 10 mm málo ochlupené tělo nohy nepřesahují zadeček shora 4 viditelné páry žaberních plátek	

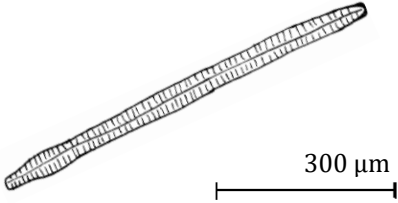
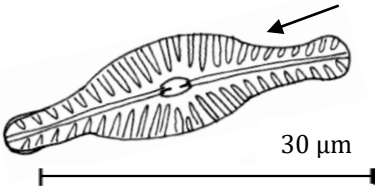
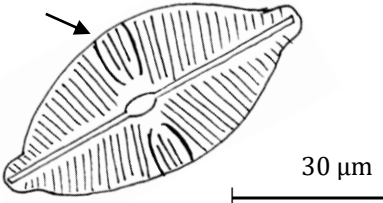
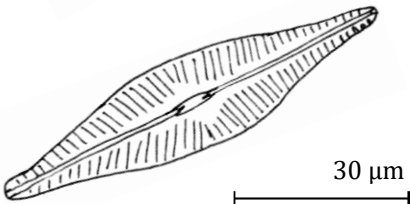
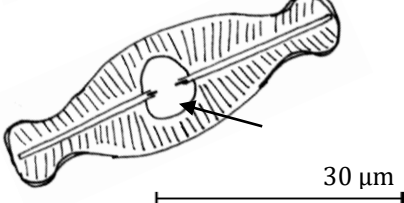
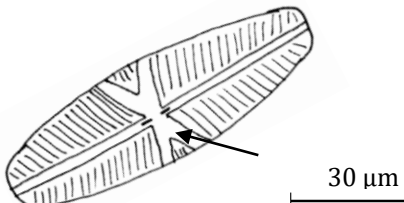
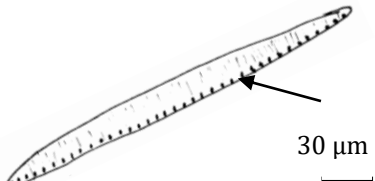
Zoobentos – bioindikátor betamesosaprobity	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky	
	<p style="text-align: center;">žábry pouze na zadečku dorzoventrálně zploštělé, oči na vrchu hlavy</p> <p style="text-align: center;"><i>Heptagenia</i> (čeleď: Heptageniidae) ZBM12</p>	<p style="text-align: center;">do 15 mm lístky prvního páru žaber jsou menší a nezasahují pod zadeček žaberní lupínky tvoří přísavku</p>	
			<p style="text-align: center;">složené oči po stranách hlavy drápky na zadních chodidlech kratší než holeň</p> 
	<p style="text-align: center;"><i>Habrophlebia</i> (čeleď: Leptophlebiidae) ZBM14</p>		<p style="text-align: center;">10 mm štěty i paštět obrveny po obou stranách všechny páry žaber se skládají ze dvou kmenů, které se prstovitě větví</p>
<p><b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Plecoptera – pošvatky</p>			
<p style="text-align: center;">25-50 mm, po stranách zadečku nejsou přívěsky, na konci zadečku 2 dlouhé štěty</p>			
	<p style="text-align: center;"><i>Perla burmeisteriana</i> (pošvatka rybářice) (čeleď: Perlidae) ZBM15</p>	<p style="text-align: center;">18-35 mm nápadná žlutohnědá kresba tracheální žábry po stranách hrudi</p>	
<p><b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Trichoptera – chrostíci</p>			
<p style="text-align: center;">10-50 mm, na konci zadečku 2 výběžky s drápkou, může si tvořit schránky</p>			
	<p style="text-align: center;"><i>Rhyacophila</i> (čeleď: Rhyacophilidae) ZBM16</p>	<p style="text-align: center;">16-30 mm nestaví si schránky silně sklerotizovaný horní pysk na nohách pouze pár výrazných štětín</p>	
	<p style="text-align: center;"><i>Hydropsyche</i> (čeleď: Hydropsychidae) ZBM17</p>	<p style="text-align: center;">12-20 mm nestaví si schránky na hlavě nemá výrazné dlouhé štětiny</p>	

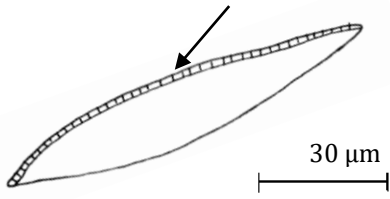
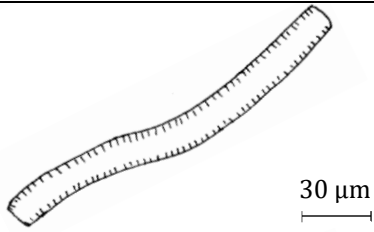
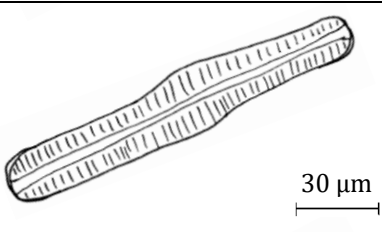
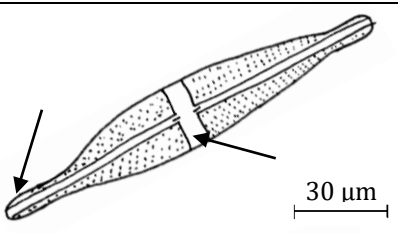
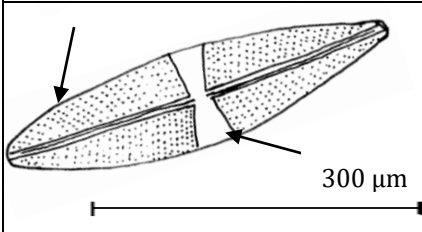
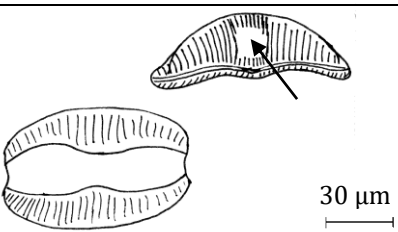
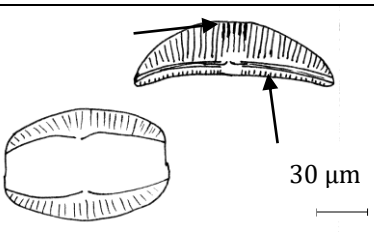
Zoobentos – bioindikátor betamesosaprobity	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
	<i>Halesus</i> (čeleď: Limnephilidae) ZBM18	17-26 mm schránky vždy z rostlinného materiálu na horní straně hlavy velké tmavé tečky
	<i>Chaetopteryx</i> (čeleď: Limnephilidae) ZBM19	15-18 mm schránky z písku, trojhranné nebo zploštělé tmavá larva, na stehnech nejsou štětiny
	<i>Stenophylax</i> (čeleď: Limnephilidae) ZBM20	12-20 mm schránky z různých materiálů, trojhranné nebo zploštělé válnovitě tělo s krátkými pošinkami
	<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Diptera – dvoukřídlí	
	červovité tělo bez nohou, přívěsky na hlavě či zadečku	
		<b>čeleď:</b> Ceratopogonidae (pakomárcovití) ZBM21
	<b>čeleď:</b> Limoniidae (bahnomilkovití) ZBM22	do 45 mm redukce hlavy někdy vyvinuté panožky
	<b>čeleď:</b> Simuliidae (muchničkovití) ZBM23	7-8 mm za obrvenou hlavou jedna panožka na konci zadečku přichycovací terč
	<i>Chironomus</i> (pakomár) ZBM24	25-30 mm za hlavou pár panožek, na zadečku přívěsky červená, zelená či zelenohnědá barva

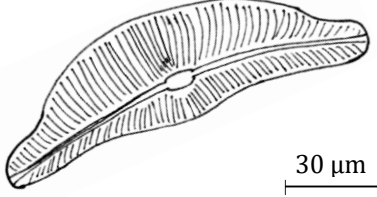
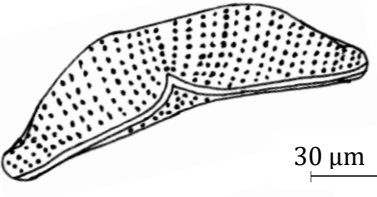
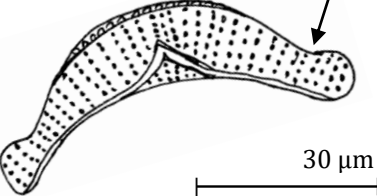
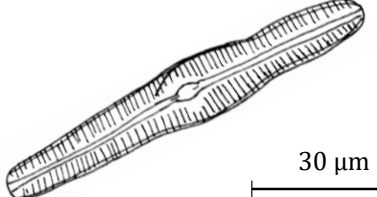
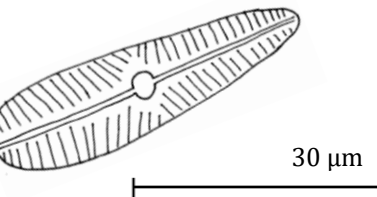
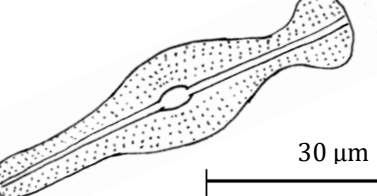
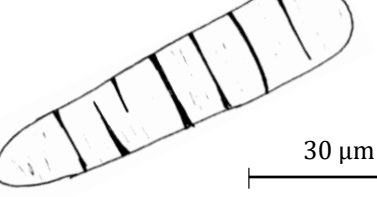
## Meso-eutrofní taxony

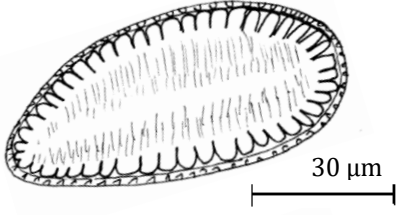
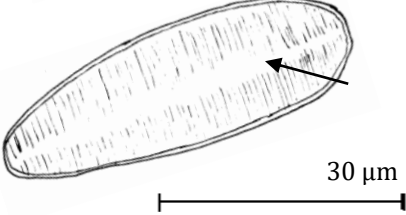
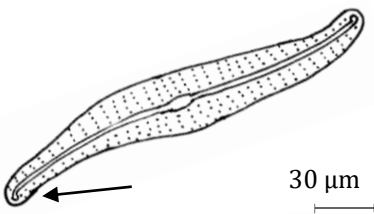
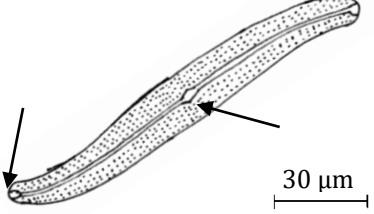
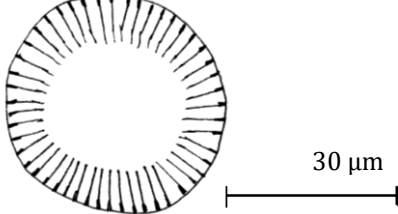
Fytobentos – bioindikátor mesoeutrofní	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
říše: SAR, oddělení: Chromophyta – hnědé řasy, třída: Bacillariophyceae – rozsivky		
BILATERÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODÉL DVOU OS)		
	<i>Caloneis silicula</i> FME1	13-120 µm misky se dvěma zúženými jednoduché strie rovné rafe
	<i>Campylodiscus hibernicus</i> FME2	25-60 µm vypadá centricky trubicovité rafe po obvodu sedlovitě prohnuté misky
	<i>Cocconeis pediculus</i> FME3	12-54 µm schránka s rafe jemnější struktura než bez rafe silně prohnutá schránka
	<i>Cymatopleura elliptica</i> FME4	60-200 µm podélné zvlnění misek velké rombické misky
	<i>Diatoma vulgaris agg.</i> FME5	8-75 µm silná příčná žebra epiliptické schránky
	<i>Fragilaria capucina</i> FME6	10-100 µm středové pole může být posunuto ke straně jedno úzké osově pole



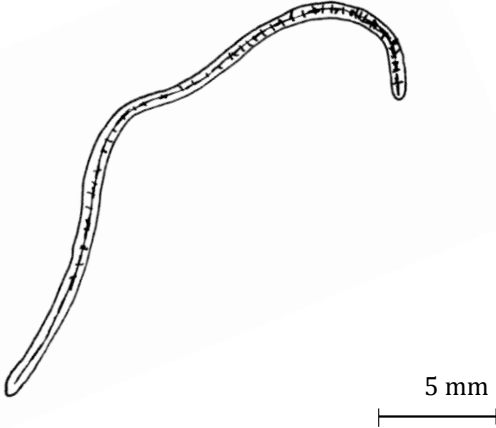
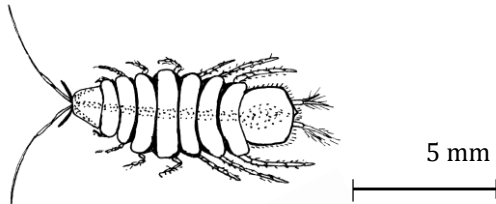
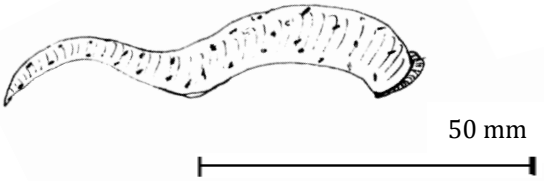
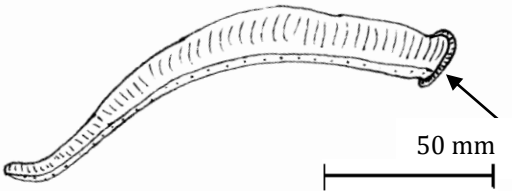
Fytobentos – bioindikátor mesoeutrofie	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
	<i>Fragilaria ulna</i> FME7	27-600 μm lineární lehce se zužující ke koncům středové pole se dotýká okrajů schránky
	<i>Navicula capitata</i> FME8	20-30 μm hlavičkaté konce schránek misky s širokými striemi
	<i>Navicula clementis</i> FME9	15-50 μm eliptické schránky kolem středového pole kratší strie první strie u pole je zakřivená
	<i>Navicula cryptocephala</i> FME10	10-62 μm slabě hlavaté konce misek úzce kopinaté misky
	<i>Navicula elginensis</i> FME11	20-40 μm strie utvářející široké oválné středové pole lineární schránky s hlavičkatými konci
	<i>Navicula pupula</i> FME12	10-90 μm póly schránek jsou bez struktury nepravidelné středové pole s různě dlouhými striemi
	<i>Nitzschia linearis</i> FME13	34-228 μm hlavičkaté póry lineární s asymetrickými konci

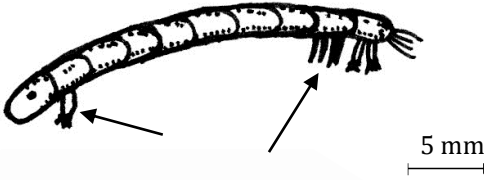
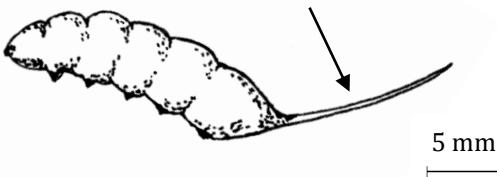
Fytobentos – bioindikátor mesoeutrofie	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
	<i>Nitzschia recta</i> FME14	35-100 µm téměř bez strií lineární s kopinatými úzkými konci hrubé fibuly
	<i>Nitzschia sigmoidea</i> FME15	150-200 µm zřetelné strie lineární s kopinatými konci
	<i>Pinnularia gibba</i> FME16	50-140 µm mírně nadmutý střed hlavovitě rozšířené konce misek
	<i>Stauroneis anceps</i> FME17	20-130 µm hlavičkaté konce jemné strie, ale tečkované středové pole má motýlkovitý tvar
	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> FME18	70-360 µm jemné tečkované strie velký druh s kopinatými miskami, okrouhlé konce motýlkovité středové pole
<b>DORZIVENTRÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODĚL KRATŠÍ OSY)</b>		
	<i>Amphora libyca</i> FME19	20-80 µm zřetelně tečkované strie uprostřed dorzální řady strií je místo bez strií
	<i>Amphora ovalis</i> FME20	30-105 µm obloukovitě prohnuté rafe ve středové dorzální části jsou odlišné strie

Fytobentos – bioindikátor mesoeutrofie	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
	<i>Cymbella tumida</i> FME21	35-120 µm
		zahnutý tvar misek
	<i>Epithemia adnata</i> FME22	15-150 µm
		velmi výrazné strie
	<i>Epithemia sorex</i> FME23	8-70 µm
		zahnutá schránka
		protáhlé hlavovité konce
<b>HETEROPOLÁRNÍ SOUMĚRNOST (PODĚL DELŠÍ OSY)</b>		
	<i>Gomphonema clavatum</i> FME24	20-95 µm zvlněné okraje
		široce zaokrouhlené konce
		tečkované strie
	<i>Gomphonema olivaceum</i> FME25	8-45 µm
		oblé konce
		proměnlivý tvar misek
	<i>Gomphonema truncatum</i> FME26	13-75 µm horní konce široce zaoblený
		tvar sarkofága
		tečkované strie
	<i>Meridion cirkulare</i> FME27	10-82 µm
		jemné strie
		klínovitá žebra

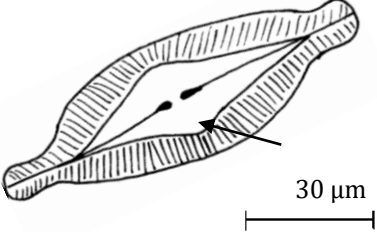

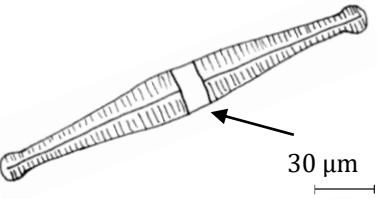
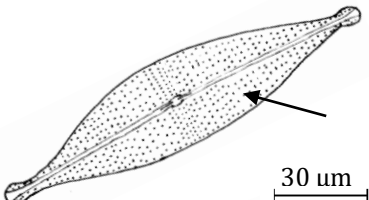
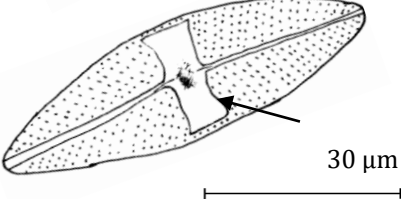
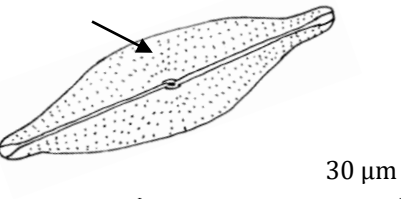
Fytobentos – bioindikátor mesoeutrofie	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
	<i>Surirella brebisonii</i> FME28	8-70 µm
		vejčitá forma
		nepravidelné strie
	<i>Surirella minuta</i> FME29	9-47 µm lineární až epiliptické
		klínovitý užší konec
		jemné strie uprostřed přerušené
SIGMODIÁLNÍ SOUMĚRNOST (ROTAČNÍ)		
	<i>Gyrosigma attenuatum</i> FME30	150-210 µm
		prohnutý tvar
		zaoblené póly buněk
	<i>Gyrosigma nodiferum</i> FME31	60-140 µm šikmé středové pole
		konce rafe tvaru kosočtverce
		slaběji prohnutá, málo zúžená k pólům
CENTRICKÉ		
	<i>Cyclotella meneghiniana</i> FME32	5-43 µm
		střed misky bez struktur
		velmi silné strie od krajů ke středu

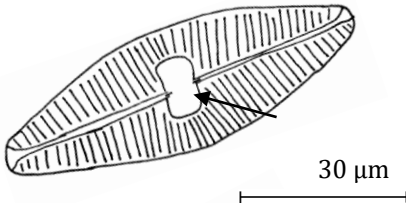
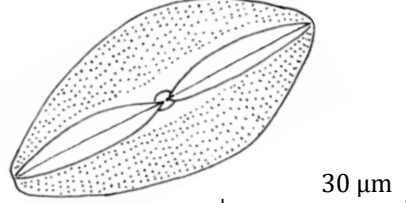
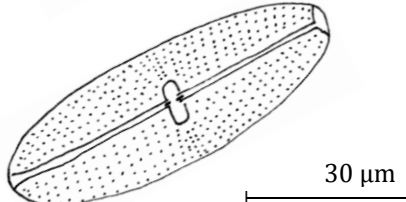
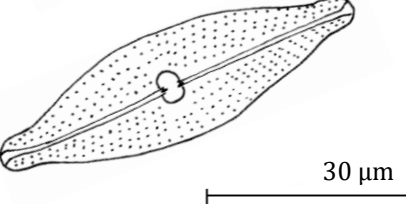
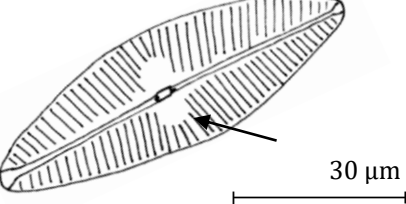

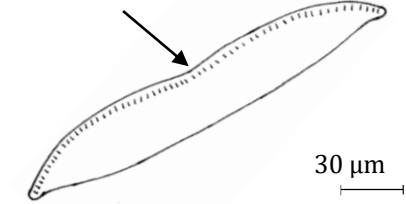
## Alfamesosaprobni taxony

Zoobentos – bioindikátor alfamesosaprobity	rod čís. kód tab. rozbory	determinační znaky
<b>kmen:</b> Annelida – kroužkovci <b>třída:</b> Oligochaeta – máloštětinatci, <b>řád:</b> Tubificida, <b>čeleď:</b> Naididae – naidkovití		
	<i>Limnodrilus</i> (nitěnka) ZAM1	nad 25 mm
		v zadní části těla žluté proužky
	<i>Tubifex</i> (nitěnka) ZAM2	tmavě červená barva
		nad 20 mm
hnědočervená, červená, růžová barva		
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci <b>podkmen:</b> Crustacea – korýši, <b>třída:</b> Malacostraca – rakovci		
	<i>Asellus aquaticus</i> (beruška vodní) ZAM3	8-12 mm
		článkované tělo, 6 párů končetin
		šedavé zbarvení
<b>kmen:</b> Annelida – kroužkovci, <b>třída:</b> Hirudinea – pijavice		
	<i>Erpobdella</i> (hltanovka) ZAM4	40-60 mm
		v ústní přísavce nemá zoubky
		hnědavá barva s drobnými skvrnkami
	<i>Haemopsis sanguisuga</i> (pijavka koňská) ZAM5	do 150 mm
		v ústní přísavce jsou zoubky
		hnědý jednobarevný hřbet se žlutým okrajem

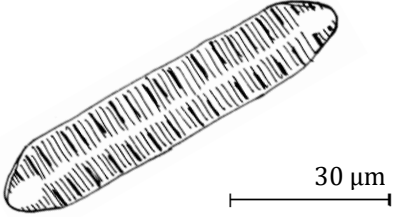
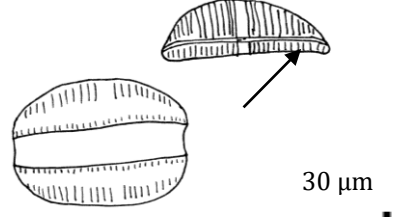
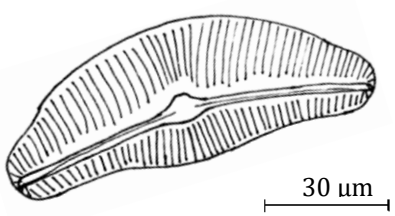
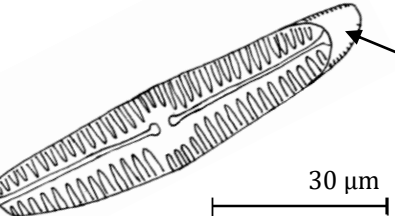
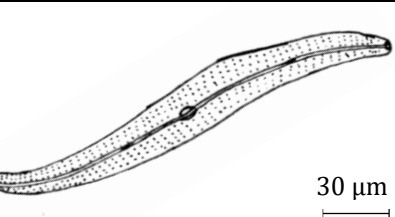
Zoobentos – bioindikátor alfamesosaprobity	rod čís. kód tab. rozbory	determinační znaky
<b>kmen:</b> Arthropoda – členovci, <b>třída:</b> Insecta – hmyz, <b>řád:</b> Diptera – dvoukřídlí		
červovité tělo bez nohou, přívěsky na hlavě či zadečku		
	<i>Chironomus</i> (pacomár) ZAM6	25-30 mm za hlavou pár panožek, na zadečku přívěsky červená, zelená či zelenohnědá barva
	<i>Eristalis</i> (pestřenka) ZAM7	20-30 mm tlustá, nezřetelně článkovaná larva na konci zadečku dlouhá dýchací trubička

## Eutrofní taxony

Fytobentos – bioindikátor eutrofní	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
říše: SAR, oddělení: Chromophyta – hnědé řasy, třída: Bacillariophyceae – rozsivky		
BILATERÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODÉL DVOU OS)		
	<i>Caloneis amphisbaena</i> FE1	36-80 µm rovné rafe lineární misky s hlavičkovitými zúženými konci široce kopinaté středové pole
	<i>Cymatopleura solea</i> FE2	30-300 µm zvlněná miska klínovité konce
	<i>Fragilaria pulchella</i> FE3	33-150 µm ztlustlé středové pole k okraji schránky lineární schránka s hlavičkovitými konci
	<i>Navicula cuspidata</i> FE4	30-120 µm na koncích vytažené a hlavičkovitým zakončením paralelní tečkované strie
	<i>Navicula goeppertiana</i> FE5	10-65 µm kopinaté zaoblené schránky tečkovité strie středový uzel
	<i>Navicula gregaria</i> FE6	13-44 µm zobanité konce jemné strie kolem středového pole lehce radiální

Fytobentos – bioindikátor eutrofie	rod čís. kód tab. rozborů	determinační znaky
	<i>Navicula lanceolata</i> FE7	28-70 µm okrouhlé až čtvercové středové pole kopinaté se zakulacenými konci
	<i>Navicula pygmaea</i> FE8	10-62 µm široké epiliptické misky malé středové pole hladké pole ve tvaru osmičky
	<i>Navicula reinhardtii</i> FE9	35-70 µm radiální strie u středu oválné schránky s tupě zakončenými konci tečkované střídající se delší a kratší strie
	<i>Navicula slesvicensis</i> FE10	25-60 µm lineárně kopinaté misky zkrácené strie uprostřed radiální a čárkované strie
	<i>Navicula tripunctata</i> FE11	30-70 µm rovné okraje misek paralelní strie, středové pole obdélníkové kratší prostřední strie
	<i>Nitzschia acicularis</i> FE12	35-150 µm dlouze vytažené konce nerozlišitelné strie drobné fibuly
	<i>Nitzschia dubia</i> FE13	80-160 µm asymetrické konce zaškrčený okraj uprostřed



Fytobentos – bioindikátor eutrofie	rod čís. kód tab. rozbory	determinační znaky
	<i>Surirella angusta</i> FE14	18-70 µm tupé konce
		lineární schránky s kopinatými konci
		nepravidelné strie
DORZIVENTRÁLNÍ SOUMĚRNOST (PODĚL KRATŠÍ OSY)		
	<i>Amphora pediculus agg.</i> FE15	5-18 µm
		rovné raře se zakřivuje se zakřivením buňky
	<i>Cymbella prostrata</i> FE16	38-92 µm úzké osově pole
		lehce vyboulený střed schránky
		tečkované strie
HETEROPOLÁRNÍ SOUMĚRNOST (PODĚL DELŠÍ OSY)		
	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> FE17	10-75 µm
		heteropolární buňky
SIGMODIÁLNÍ SOUMĚRNOST (ROTAČNÍ)		
	<i>Gyrosigma acuminatum</i> FE18	60-180 µm prohnutý tvar
		čtvercová políčka mezi striemi
		strie sledují průběh raře