

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



**Diverzita perlooček (Cladocera) v post – těžebních oblastech**

Diversity of cladocerans on post – mining areas

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Mgr. Filip Harabiš, Ph. D.

Bakalantka: Adéla Kulichová

**2015**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adéla Kulichová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Diverzita perlooček (Cladocera) v post-těžebních oblastech

Název anglicky

Diversity of cladocerans on post-mining areas

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je shromáždit podklady o ekologii cílové skupiny, zejména ve vztahu k charakteristickým podmínkám post-industriálních stanovišť.

### Metodika

Hlavním úkolem je: 1) Seznámit se s determinací cílové skupiny na již sebraném vzorku, 2) na základě literární rešerše shrnout ekologické nároky jednotlivých taxonů a 3) na základě syntézy vlastních poznatků navrhnout metodiku pro budoucí diplomovou práci na toto téma.

## Doporučený rozsah práce

30 stran + přílohy

## Klíčová slova

ekologie obnovy, spontánní sukcese, rekultivace, výsypky, Cladocera

---

## Doporučené zdroje Informací

Harabiš F., Tichánek F. & Tropek R. (2013) Dragonflies of freshwater pools in lignite spoil heaps:

Restoration management, habitat structure and conservation value. *Ecological Engineering* 55, 51-61

Lampert W. & Sommer U. (2007) *Limnoecology The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press, Oxford, 336 p.

Prach, K. & Pyšek, P. (2001) Using spontaneous succession for restoration of human disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological engineering* 17, 55-62

Tropek R., Kadlec T., Karešová P., Spitzer L., Kočárek P., Malenovský I., Baňaf P., Tuf I. H., Hejda M. & Konvička M. (2010) Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology* 47, 139-147.

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 18. 9. 2014

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 6. 11. 2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2015

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Filipa Harabiše, Ph. D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 15. 4. 2015

.....

## **Poděkování**

Největší poděkování patří mému vedoucímu Mgr. Filipovi Harabišovi Ph.D., především za jeho velkou ochotu, trpělivost a za to, že si na mě udělal vždy čas a s čímkoli mi pomohl. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Kateřině Římalové za její pomoc s určováním perlooček. Za ověření správnosti určení druhů děkuji RNDr. Ivo Přikrylovi.

V Praze dne 15. 4. 2015

.....

## Abstrakt

Perloočky jsou drobní korýši, kteří hrají hlavní roli v přenosu a koloběhu živin ve vodním ekosystému, a velmi dobře indikují jeho změny. Post-těžební oblasti se vyznačují vysokou diverzitou vodních bezobratlých. I přesto, že jsou pro tyto ekosystémy tak důležité, máme o jejich způsobu života a výskytu málo informací. Jejich přítomnost je ovlivňována mnohými faktory, které jsou předmětem mé práce, protože mají vliv na jejich diverzitu. Výzkum byl proveden na Hornojiřetínské výsypce a mými zkoumanými faktory byly: plocha, hloubka, zastoupení vegetace, sklon, oslunění, typ rekultivace, pH a vzdálenost tůňek od okraje výsypky. Sběr proběhl v květnu, červnu a září na 20 jezírkách o podobné velikosti pomocí vertikálních živochytných pastí. Celkem jsem zaznamenala jen 10 druhů, což mohlo být způsobeno prostorovou izolací jednotlivých tůní nebo nevhodnou odchyťovou metodikou. Zjistila jsem, že většina jezírek si je podobná v druhovém zastoupení i početností jedinců. Jen některá jezírka se lišila pouze díky zvýšenému zastoupení především rodu *Chydorus* a *Simocephalus*. Hlavním zjištěním bylo, že na druhovou diverzitu má vliv pouze vegetace. Výsledky této pilotní studie jsou důležité jako podklad pro navazující diplomovou práci.

Klíčová slova: ekologie obnovy, zooplankton, diverzita bezobratlých, severočeská hnědouhelná pánev, spontánní sukcese, rekultivace

## **Abstract**

Cladocerans are small crustaceans that play a major role in circulation of nutrient in an aquatic ecosystem and indicate changes in freshwater habitats. Post-mining sites are characterized with a high diversity of aquatic invertebrates. But there is a limited number of studies concerning with freshwater invertebrates in these areas. The main of my thesis was to analyze the effect of individual environmental variables on the diversity of cladocerans. This research was done on Hornojiřetínská spoil heap. Individual were collected by vertical traps in 20 pools of similar size. I analyze the effect of water area, depth, vegetation cover, bank slope, insolation, the reclamation method, pH and distance from the edge of spoil heap. In total I recorded only 10 species which could be caused by spatial isolation of individual pools or by inefficient sampling method. I found that the majority of pools are similar in species composition. Only several pools differed in abundance of genus *Chydorus* and *Simocephalus*. The only significant factor was vegetation cover. This factor is mainly important because provide shelter for cladocerans against fish.

Key words: restoration ecology, zooplankton, diversity of invertebrates, North Bohemia brown coal basin, spontaneous succession, reclamation

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce .....	9
3. Literární rešerše .....	9
3.1 Charakteristika perlooček .....	9
3.1.1 Zařazení perlooček do systému.....	10
3.1.2 Stavba těla perlooček .....	10
3.2 Ekologie perlooček a limitující faktory výskytu .....	12
3.3 Technická rekultivace a spontánní sukcese.....	16
4. Metodika .....	19
4.1 Charakteristika výsypek.....	19
4.1.2 Popis a lokalizace zkoumané oblasti.....	19
4.1.3 Historie.....	20
4.1.4 Geologie.....	21
4.1.5 Klimatické poměry.....	22
4.2 Sběr dat .....	23
4.3 Zpracování vzorků .....	24
4.4 Analýza dat .....	25
5. Výsledky .....	26
6. Diskuze .....	29
8. Seznam použité literatury .....	33
9. Seznam příloh .....	39
10. Přílohy.....	39



## 1. Úvod

V této bakalářské práci se zaměřuji na třídu *Cladocera* a jejich diverzitu. Perloočky jsou drobní vodní korýši, kteří jsou součástí zooplanktonu všech vod světa (Forró et al., 2008). Většinou mají oválný tvar a jsou stlačené z boku (Smirnov, 2014). Perloočky a všichni vodní bezobratlí hrají hlavní roli v přenosu a koloběhu živin ve vodním ekosystému. Slouží jako významný zdroj potravy pro ryby, obojživelníky a ptáky (Amoros, 1984; Murkin et Wrubleski 1988, Bouffard et Hanson 1997; Euliss et al. 1999; Forró et al., 2008).

Výzkum probíhal v Severočeské hnědouhelné pánvi v květnu, červnu a září, kde jsou dnes rozsáhlé výsypky po těžbě. Tato oblast se nachází mezi Ústím nad Labem a Kadaní o rozloze 2500km<sup>2</sup> (Vráblíková et al., 2008). Zaměřím se pouze na jednu ze 17 zdejších výsypek, a to na Hornojířetínskou. Tato výsypka je z poloviny rekultivovaná a z poloviny ponechaná samovolné sukcesi (Doležalová et al. 2012b). Její rozloha je 703,99 hektarů, z toho je 49,77 hektarů jezírek (Doležalová et al. 2012b).

Na tyto drobné korýše působí mnoho okolních vlivů, které ovlivňují jejich velikost, početnost, ale především druhové zastoupení, které nás bude zajímat. Nejdůležitějšími faktory ovlivňujícími jejich život jsou vztahy mezi rybami, zooplanktonem a makrofyty, jak uvedl Perrow et al (1997, 1999). Budu zjišťovat, zda nějaký námi naměřený faktor má vliv na jejich diverzitu. Zkoumanými faktory budou: plocha, hloubka, zastoupení vegetace, sklon, oslunění, typ rekultivace, pH, draslík a vzdálenost tůňek od okraje výsypky. Důležitým faktorem pro jejich výskyt je roční období (Perrow et al., 2007), proto jsme vzorky sbírali ve třech termínech, abychom zaznamenali co nejvyšší diverzitu. Perloočky samy mají také vliv na okolí, hlavně na kvalitu vody. Podle přítomnosti určitého druhu je možné určit, zda se v jezírku vyskytují ryby nebo ne (Perrow et al., 1999).

## 2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je určit druhovou diverzitu a zjistit vliv různých faktorů jezírek a okolí na diverzitu perlooček – *Cladocera*. Zjistit, zda se s nějakým faktorem zvyšuje diverzita, či naopak snižuje. Dalším cílem je z druhového složení perlooček odvodit faktory Kvalita vody a Výskyt ryb. Posledním a nezbytným cílem a podkladem pro moji práci je shromáždění všech dostupných informací o perloočkách a jejich ovlivňujících faktorech.

H0: Diverzita perlooček je náhodná a žádný výše uvedený faktor ji neovlivňuje.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Charakteristika perlooček

Perloočky jsou malí vodní korýši, jejichž rozměry jsou od 0,2 do 6 mm. Výjimku tvoří druh *Leptodora kindtii*, která může dorůst až 18 mm. Tvoří monofyletickou skupinu ve třídě lupenonožců, která se vyvinula již v prvohorách (Forró et al., 2008). Doposud je známo více než 700 druhů, ale předpokládáme, že jich je 2krát až 4krát více (Smirnov, 2014). Nejméně je prozkoumaná Afrika a jižní Asie (Forró et al., 2008).

Tito drobní korýši jsou nedílnou součástí zooplanktonu, nejvíce se vyskytují v litorálu sladkovodních vod. Žijí však také hojně ve vodách slaných. Některé druhy se vyskytují i v brakických vodách, a některé dokonce i ve vodách podzemních (Forró et al., 2008). Jsou známy i druhy, které dokážou existovat v rašelinných kyselých jezírkách. Nemusí se však vyskytovat jen v litorálu. Hodně druhů žije také v otevřené vodě nebo na dnách jezer. Jsou známy i druhy vyskytující se v epyfityckých rostlinách (Smirnov 1988) nebo mezi vlhkými zrny písku v úzkých kapilárních prostorech (Dumont, 1987, 1995; Sabeter, 1987). Několik druhů dokonce opustilo vodu a žije ve vlhkém mechu na kmenech stromů v tropických lesích (Frey, 1980). Zeměpisnou rozlohou jsou rozšířeny od tropů až po Arktidu, v malých i velkých vodních plochách (Smirnov, 2014).

Perloočky spolu s klanonožci, vířníky a dalšími skupinami bezobratlých tvoří zooplankton. Vodní bezobratlí hrají hlavní roli v přenosu a koloběhu živin ve vodním ekosystému. Slouží jako významný zdroj potravy pro ryby, obojživelníky a ptáky (Amoros, 1984; Murkin et Wrubleski 1988, Bouffard et Hanson 1997; Euliss et al. 1999). Perloočky jsou tedy důležitou součástí potravního řetězce všech vod, ale i celkového ekosystému (Forró et al., 2008). Jsou konzumenty prvního řádu a živí se filtrováním vody, tedy fytoplanktonem. Mají také hospodářský význam. Používají se v akvakulturách a také jako krmení pro určité druhy ryb. Mimo jiné mají i výzkumnou funkci. Často se stávají objektem ekologických a evolučních studií, protože se dobře kultivují a mají krátký životní cyklus (Forró et al., 2008).

### 3.1.1 Zařazení perlooček do systému

ŘÍŠE	PODŘÍŠE	ODDĚLENÍ	PODODDĚLENÍ
Animalia	Eumetazoa	Bilateria	Prostomia
Živičichové		Dvoustranně souměrní	Prvoústí

KMEN	PODKMEN	TŘÍDA	PODTRÍDA
Arthropoda	Crustacea	Branchiopoda	Phyllopoda
Členovci	Korýši	Lupenonožci	

ŘÁD	PODŘÁD	INFRAŘÁD	
Diplostraca	Cladocera	Anomopoda	- různonožci
	Perloočky	Ctenopoda	- stejnonožci
		Halopoda	
		Onychopoda	

(Biological Library, 2015)

### 3.1.2 Stavba těla perlooček

Perloočky jsou většinou oválného tvaru a stlačené z boku, mohou být i kulaté, například třída Glaptoleberis (Smirnov, 2014). Mají slabě oddělené tělo a hlavu (Forró et al., 2008). Jsou kryty slabou chitinovou vrstvou, krunýřem. Ten je většinou dvouchlopňový. Povrch krunýře může být hladký, mřížkovaný nebo pokrytý řasinkami (Smirnov, 2014). Mořské druhy mají skořápku tlustší, až 12 mikrometrů, díky minerálům v moři (Fryer, 1968). Dále mají perloočky 2 páry tykadel umístěných na hlavě, antenuly a antény. Antenuly jsou jednoramenné a antény

dvouramenné, se 2 – 4 segmenty na rameno (Forró et al., 2008). Výjimku tvoří samičky rodu *Holopedia*, které nemají přívěsky rozeklané (Smirnov, 2014). Na hlavě mají také složené oko a malé očko (ocellus). Kusadla bývají většinou úplně redukována. Na těle je umístěno 4 – 6 párů končetin. Mohou být přeměněny k jídlu, získávání potravy nebo k pohybu. U dravých zástupců rodu *Omnopoda* a *Halopoda*, které jsou dravé, jsou končetiny přizpůsobené k lovu (Forró et al., 2008). Zadní část těla, postabdomen, může být protažena nebo zahnutá, nebo dokonce i obrácena. Tyto výčnělky procházejí morfologickým vývojem, mohou vymizet, nebo se specializovat na určitou funkci (Smirnov, 2014). Stejně tak je to i s protažením hlavy, která se u některých rodů mění i v rámci jednoho druhu, příkladem je rod *Daphnia*, u kterého se protažení i celkový tvar mění v závislosti na prostředí, ve kterém žijí a v jakém jsou životním stádiu (tzv. cyklomorfóza). Protažení hlavy u nich také ovlivňuje ryby, pokud se v jezírku vyskytují. Zde to pak funguje i jako jakýsi obranný mechanismus proti predaci (Amoros, 1983).

Vnitřní orgány perlooček se naházejí spíše volně uspořádány v dutině břišní. Jejich svaly tvoří kompaktní hmotu, nemusí být spojeny. Skupiny svalů jsou umístěny u končetin a antén kvůli pohybu. Další malé svaly umožňují otáčení oka. Největší svaly nalezneme podélně okolo střeva. Střevo může být přímé nebo různě spleťité (Jaeger, 1935). Z vylučovacího systému mají 2 žlázy, antenální a čelistní. Čelistní žláza slouží jako vylučovací orgán, na konci vyústuje v kanálek. Antenální žláza jej nemá. Na hlavě většiny druhů jsou póry, které nejspíše slouží k výměně iontů s okolím. Nervovým systémem je dvojitý řetězec ganglií a primitivní mozek. Smyslové orgány zahrnují nepárové oko a malé očko, smyslové papily na antenulách, někdy i na končetinách, a mnoho míst reagujících na dotek. Oko a očko může u některých druhů zcela chybět. Pod schránkou je plodová komora, kde jsou vajíčka, která se zde vyvíjejí (Smirnov, 2014).

Rozmnožují se cyklickou rodozměnou, střídá se generace rozmnožující se partenogeneticky a gametogeneticky (pohlavně). Převažuje však partenogenetické rozmnožování, při kterém dochází k tomu, že populace je složena výhradně ze samic. Toto se děje v létě. Na podzim se z neoplozených vajíček vylíhnou i samečkové a dochází k pohlavnímu rozmnožování. Vajíčka z pohlavního rozmnožování přečkávají zimu, nebo i delší období v ochranném obalu (efipium) proti vyschnutí a přežijí dokonce i průchod trávicím traktem ptáků. (Forró et al., 2008; Amoros, 1984).

### 3.2 Ekologie perlooček a limitující faktory výskytu

Ve dvacátém století začaly vodní biotopy ztrácet svou ekologickou hodnotu (Louette et al., 2009). Člověkem vyvolané negativně působící faktory, jako jsou eutrofizace a nevhodné (nadměrné) rybí osádky v některých jezírkách, jsou hlavní příčinou těchto velkých ztrát (Louette et al., 2009). Biotopy, jako mokřady a drobné tůňky v nivách řek dnes zcela zanikají, neboť člověk tato stanoviště nepotřebuje. Tyto vodní biotopy jsou degradovány hlavně kvůli vypouštění odpadních vod, skládkám a velkým chovům dobytka, to na bohatost zooplanktonu nepřispívá. Poté tato stanoviště zarůstají a vysychají. Dalším způsobem ničení těchto biotopů je, že je člověk vysušuje a vytváří na nich zemědělské plochy. Některé druhy tak postupně mizí a je těžké je vrátit zpět. Jsou ohroženy extinkcí.

Jako indikátor tohoto antropogenního stresoru mohou být vajíčka zooplanktonu v odolných obalech, která přečkávají tato nepříznivá období v substrátu vyschlých nebo zcela zaniklých tůňek. Díky těmto nalezeným schránkám můžeme zjistit, kde byly přirozené mokřady, než je člověk zničil. A díky tomu je na těchto místech můžeme obnovit (Fernandez et al., 2009). Jako efipia mohou perloočky přežít desítky let až tisíciletí. Podle schránek pak můžeme studovat historii a vývoj rodů a druhů (Petrusek et Černý, 2012).

Perloočky mají vysokou schopnost kolonizace nově vytvořených jezírek (Louette et De Meester, 2005). Podle této studie Louette et De Meestra (2005) 40 % perlooček z celkové druhové bohatosti osídlilo do 15 měsíců všech 25 nových tůňek. Ty byly v okolí do 3 kilometrů. Rozšiřují se v podobě vajíček v již zmíněných efipiích. Buď za pomoci větru, nebo po proudu vody (Michels et al., 2001). Roznášet je mohou také ptáci – klidová stádia trávicím traktem a v podobě trusu se roznesou nebo jim ulpí na křídlech (Figuerola et Green 2002). Kolonizace na velké vzdálenosti může být spojena s člověkem, neboť se prokázalo, že se zooplankton zachytává na rybářské sítě a tak může být odvážen spolu s rybami (Louette et Meester, 2005).

Mezi hlavní biotické faktory ovlivňující výskyt perlooček jsou nejčastěji uváděny vztahy mezi rybami a zooplanktonem, a také celkový charakter makrofytní vegetace. S těmito faktory souvisí i další vlastnosti vodního prostředí jako je čistota a průhlednost vody (Perrow et al. 1997, 1999). Zooplankton je důležitý tím, že se živí

fytoplanktonem a pomáhá tak snižovat riziko eutrofizace jezírek (Perrow et al., 1999). Když jsou jezírka hodně eutrofizovaná, vyskytuje se zde poměrně málo druhů, hlavně druhy menší (Louette et al., 2009). Jsou to například někteří zástupci rodů *Bosmina* a *Ceriodaphnia* a menší zástupci rodu *Daphnia* (např. *Daphnia ambigua* a *Daphnia galeata*). O těchto druzích je známo, že obývají eutrofní vody a dovedou koexistovat s rybami (Louette et al., 2009). V čistých vodách začínají dominovat druhy s velkým tělem, jako je *Diaphanosoma*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex* a *Simocephalus vetulus* (Louette et al., 2009). Při obnovení původního stavu jezírka, např. po rekultivačním zásahu, tedy po té, co se obnoví původní rovnováha živin a jezírko je znovu čisté, jej velké druhy osídlí v relativně krátkém období a dochází k velkému nárůstu diverzity (Louette et al., 2009). Další studie potvrzuje, že diverzitu zooplanktonu také zvyšuje obsah dusíku, který je limitujícím faktorem fytoplanktonu (Jeppesen et al., 2007).

Další faktory ovlivňující diverzitu perlooček souvisí s jejich vazbou na makrofytní vegetaci a přítomnost ryb. Makrofytní vegetací zde myslíme převážně rákos a jiné druhy rostlin, které tvoří pobřežní vegetaci, ale mezi makrofyta patří i rostliny na volné hladině a ve vodním sloupci. Makrofytní vegetace je v mělkých jezírkách opravdu důležitá neboť poskytuje úkryt pro zooplankton (Perrow et al., 1999). Bohatou makrofytní vegetací hodně vyžaduje například rod *Daphnia* - hrotnatka. Limitujícím faktorem pro výskyt hrotnatek je také velká hustota rybiho plůdku a ryb mladších než je jeden rok (Perrow et al., 1999). Mladé rybky jsou daleko aktivnější než dospělci, a tak snadněji chytají kořist. Tyto velké druhy perlooček pak mohou být výrazně eliminovány, nemusí však vymizet úplně. Velký vliv hraje struktura společenstva organismů v jezírkách, hlavně ryb (Perrow et al., 1999). Největší populační hustoty dosahuje většina hrotnatek, ale i jiných perlooček na začátku léta a v červenci, poté jejich populace rychle klesá (Perrow et al., 1997). Pokryvnost makrofytní vegetace okolo 30–40% představuje pro mnoho druhů limitní hranici mezi vyhovujícím a nevyhovujícím prostředím. Uplatňuje se zde strategie trade off mezi rychlým získáváním potravy a schopností ukrýt se před predátory (Perrow et al., 1997, 1999). Když zastoupení makrofyt výrazně klesne, objevují se zde jiné druhy, které jsou schopny přežít i v otevřené vodě. Jsou to hlavně perloočky rodu *Ceriodaphnia* a *Simocephalus*, které jsou schopny udržet vodu v dostatečné míře čistou i s omezeným zastoupením rostlin (Perrow et al., 1999).

Druhové složení rybích společenstev může mít tak významnou roli na diverzitu zooplanktonu.

Ne všechny ryby představují pro perloočky predátory. Například pokud ve vodním biotopu dominují herbivorní ryby, jako například plotice, predanční tlak na zooplankton bude výrazně menší než u společenstev, kde převažují karnivorní druhy ryb. Herbivorní druhy ryb však mohou výrazně zrychlovat výměnu druhů zooplanktonu, neboť požírají makrofytní vegetaci (Perrow et al., 1999). Studie, která se zabývala hlavně rodem *Daphnia*, potvrdila, že úbytek hrotnatek je zpomalen tam, kde jsou rozsáhlé porosty makrofyt na začátku léta, i přes velkou hustotu mladých rybek (Perrow et al., 1997). Dále byly velké populace perlooček schopny přežít i přes poměrně velkou hustotu ryb, míra využití (významu) makrofyt je spojena s predančním tlakem ryb, tedy hojnost perlooček je pozitivně spojena s nárůstem makrofyt.

Avšak studium vztahů mezi rybami a zooplanktonem je velmi obtížný úkol. Je velice těžké odhadnout denzitu ryb, většinou se jen domníváme, že na permanentních vodních biotopech jsou přítomny. Odhad zastoupení jednotlivých druhů ryb ve společenstvu je velmi obtížný a časově náročný úkol. Vyžadovalo by to samostatný výzkum, například za použití agregátu. My jsme však mohli použít jen semikvantitativní škálu, která je nepřesná, proto jsme ji raději nezahrnuli vůbec. Na základě sledování populací perlooček však můžeme nepřímo kvantifikovat přítomnost a hustotu rybích populací.

Fyziologické procesy perlooček na výsypkách ovlivňují také abiotické faktory, jako jsou teplota vody, množství obsaženého kyslíku ve vodě, pH a osvětlení, popřípadě kontaminanty (Smirnov, 2014). Většina druhů perlooček má raději dobře prohříváné vody od 11 do 35 °C. 35 °C je však již limitní teplota, při které jedinci umírají. (Sarviro, 1985; Lagerspetz, 2000). Jejich normální životní aktivita je však jen do 23 °C (Verbitsky a Verbitskaya 2002). V nižších teplotách se udrží naživu například rod *Daphnia*. U rodu *Chydorus* je horní hranice výskytu stejná, také okolo 35 °C (Mortimer, 1936; Bogatova, 1962). Byly také nalezeny perloočky v horkých pramenech Indie, které žijí v teplotách 34 – 36 °C (Padhye a Kotov, 2010). Perloočky jsou schopny přežít náhlé změny teplot v rozsahu 5 – 35 °C (Goss a Bunting, 1976). Podle studie Smirnova (1971) *Chydorus sphaericus* přežil i

v teplotě 0 °C, kdy ještě netál ani sníh. Změny v délce dne nebo teploty určují nástup nebo ukončení reprodukce (Smirnov, 2014). Dalším důležitým faktorem pro přežití perlooček je obsah kyslíku ve vodě. Deficit kyslíku způsobují dekompoziční procesy zaplavené vegetace nebo spadaneho listí (Smirnov, 1966). Tyto procesy mohou nastat také s vysycháním tůňek a vyšším nárůstem vegetace v nižší hladině vody. Při nízkém obsahu kyslíku dokážou žít perloočky rodu *Ceriodaphnia* (Smirnov, 2014). Na mosteckých výsypkách můžeme vidět hodně mělkých a vysychajících tůňek s nízkým obsahem kyslíku. Většina perlooček preferuje neutrální pH. Nejvíce zásadité prostředí snese rod *Chydorus*, který dokáže přežít pH vody kolem hodnoty 10,6. (Bogatova, 1962) Dolní limit, při kterém už perloočkám hrozí smrt je pH 3,7 (Kitaev, 2007). Dalším abiotickým faktorem ovlivňujícím perloočky je osvětlení. Populační dynamiku perlooček ovlivňuje jak denní fotoperioda, tak sezónní změny světla nebo místo, na kterém se nacházejí, zda je zastíněné nebo osvětlené. Poměr dne a noci ovlivňuje jejich začátek reprodukce. Některé výjimky však mohou žít i zcela ve tmě. Světlo ovlivňuje nejen jejich populační dynamiku, ale i denní pohyby (Smirnov, 2014). Ráno migruje zooplankton blíž ke dnu a večer se vrací zpět ke hladině. Čas migrací je přímo závislý na průhledosti vody v jezírku a jde tedy o fotoperiodický jev (Lelák et Kubíček, 1991). Posledním abiotickým faktorem ovlivňujícím život perlooček jsou cizorodé látky nebo-li xenobiotika. Tyto látky jejich život ovlivňují pouze negativně, narušují jejich normální chování. Ovlivňují hlavně jejich migraci, směry plavání a rychlost útěku (Smirnov, 2014). Na těchto výsypkách můžeme bohužel předpokládat výskyt tohoto negativního faktoru v podobě imisí, které mohou xenobiotika obsahovat. Na Mostecku je velké množství elektráren, tepláren a chemických závodů. K nejvýznamnějším patří Chemopetrol. Velký imisní spad z těchto průmyslových zařízení celkově znečišťuje zdejší prostředí. Do ovzduší se tak dostává síra a její oxidy, oxidy uhlíku a dusíku, ale také olovo i rtuť (Štýs et Helešicová, 1992). Jedna z těchto elektráren se nachází přímo a okraji naší zkoumané výsypky.

. Reakce různých druhů perlooček na různé faktory prostředí jsou velmi variabilní. Perloočky jsou na tyto faktory také velmi citlivé a každý druh na ně reaguje jinak. Tyto odpovědi závisí na věku a pohlaví jedince, na předchozí adaptaci, na interakcích s ostatními faktory a na toleranci k životnímu prostředí (Smirnov, 2014). Pro výskyt jednotlivých druhů budou důležité také další fyzikální parametry



tůněk, jako jsou sklon, hloubka, vzdálenost od okraje výsypky a rozloha jezírek. Zda mají vliv tyto biotické a abiotické faktory na perloočky je tématem této bakalářské práce. Se všemi těmito faktory souvisí vývoj tůněk a jejich okolí. Mohlo to být buď technickou rekultivací, nebo spontánní sukcesí. To jak vznikly, ovlivňuje všechny jejich proporce. Tento faktor je tedy také velmi důležité zahrnout do výzkumu a zjistit, jestli ovlivňuje jejich diverzitu.

### **3.3 Technická rekultivace a spontánní sukcese**

V České republice převažují rekultivované post-těžební oblasti, navzdory tomu, že tyto postupy často vedou k homogenizaci krajiny. (Doležalová et al., 2012b). Technickou rekultivací rozumíme navrácení poškozené krajiny do původního stavu. Často to souvisí s navezením zeminy na místa po těžbě a vymodelováním terénu, tak aby se co nejdříve místo vzpamatovalo z těžby a mohlo fungovat jako soběstačný ekosystém (Konvička et Tropek, 2011). Spontánní sukcese je samovolný vývoj prostředí po těžbě, což vede ke krajinně různorodé (Doležalová et al., 2012a). Technickou rekultivací využíváme také proto, že je hospodářsky výhodnější a má vyšší produktivitu. Je však drahá. Když výsypky přenecháme samovolnému vývoji, nebude nás to stát téměř nic, avšak tyto oblasti nebudou hospodářsky výnosné (Prach et al., 2008). Často se u nás vyskytuje mozaikovitá obnova post - těžebních oblastí, což znamená kombinaci obou těchto typů vývoje (Harabiš et al., 2012).

Na rekultivovaných místech často vznikají mezotrofní louky, pole a lesní monokultury. Tyto louky a pastviny jsou v Evropě nesrovnatelně častější než raně sukcesní stadia, které můžeme nalézt pouze na místech se samovolným vývojem (Konvička et Tropek, 2011). Druhová diverzita na těchto rekultivovaných místech není příliš velká. Naproti tomu místa, kde probíhá spontánní sukcese, jsou osídlovány postupně a krajina je rozmanitá (Doležalová et al., 2012a). Krajina vzniklá spontánní sukcesí je otevřená, s křovinami a mnohými depresiemi s vodou. Nazýváme jí lesostep nebo step (Doležalová et al., 2012; Harabiš et al., 2012). Lesostepi a hlavně stepi jsou u nás považovány za ohrožená a chráněná stanoviště

(Prach et al., 2008). Také mokřadni stanoviště jsou u nás vzácná a dnes se vyskytují už jen ve vyšších polohách (Doležalová et al., 2012; Harabiš et al., 2012).

Také celkový charakter tůňek se může výrazně lišit v závislosti na způsobu rekultivace. A různorodost živočichů závislých na vodním prostředí závisí právě na charakteru tůňek (Harabiš et al 2013). Technicky rekultivovaná jezírka mají větší rozlohu, jsou hlubší a mají strmější svahy. Spontánní sukcesí vznikají roztroušená, malá a mělká jezírka se svahy s nízkým sklonem. Je zde více litorálu, který je klíčový k rozmnožování zvláště obojživelníků, ale může sloužit jako úkryt pro mnoho bezobratlých (Harabiš et al 2013). Tyto tůňky jsou obvykle mnohem více prosvětleny, protože zde nebyla provedena umělá výsadba dřevin (Doležalová et al., 2012b). Na druhé straně v rekultivovaných výsypkách jsou vybudovány odvodňovací kanály, což zvyšuje druhovou diverzitu například vážek (Tichánek et Tropek 2013).

Na biotopech formovaných spontánní sukcesí se tedy vyskytují společenstva rostlin a živočichů mnohem různorodější. (Doležalová a kol., 2012a). Nacházejí zde útočiště i druhy ohrožené a chráněné (Doležalová et al., 2012b; Harabiš et al., 2012). Na půdě rekultivované se vyskytují druhy běžné i v okolní krajině. Vznikají zde monokulturní lesy a pole (Prach et al., 2008).

Jak se již ukázalo v mnoha studiích, nejlepší je výsypky ponechat samovolnému vývoji, pouze s menšími technickými zásahy, které jsou někdy nezbytné (v rámci tzv. řízené sukcese) (Harabiš et al., 2013). Zásahy do krajiny po těžbě jsou většinou nejvíce potřeba v raném stádiu sukcese. V místech, kde by mohly hrozit sesuvy půdy. Důležitá jsou například i opatření proti případné kontaminaci vody a půdy, na místech, kde by k tomu případně mohlo dojít (Prach a kol., 2008). Také bychom měli do budoucna počítat s odpovídajícím managementem, aby vzácné biotopy příliš nezarůstaly a bylo zde dostatek světla. Někdy je potřeba jezírka, jak přírodně vzniklá, tak umělá odbahňovat nebo redukovat rákosiny (Doležalová et al., 2012a). Tato místa totiž vyžadují periodické disturbance, jako jsou zde při přirozené sukcesí (Konvička et Tropek, 2011).

Podle tohoto srovnání spontánního a rekultivovaného vývoje by perloočkám měly vyhovovat spíše výsypky se spontánní sukcesí. Více druhů by mělo osídlovat

tůňky, kde je více světla a méně ryb. Kde bude více světla, bude i více makrofyt, neboť světlo podporuje růst rostlin. Na tůňkách se spontánní sukcesí se vyskytuje vždy více litorální vegetace než na rekultivovaných. S více rostlinami toto stanoviště bude moci poskytnout úkryty před predátory pro více druhů perlooček. Pokud v jezírku ryby nebudou vůbec, nemusí zde být tolik makrofyt a diverzita bude stále vysoká. Tím, že jsou rekultivovaná jezírka často mnohem větší, mají rybí osádku, a tím se snižuje diverzita celého ekosystému. Na rekultivovaných jezírkách může být hodně zooplanktonu, ne však taková rozmanitost druhů. Jak jsem již napsala, většina druhů vyhledává spíše úkryt ve vegetaci než otevřenou hladinu. S vegetací souvisí také hloubka tůňek. Větší podíl vegetace mají určitě mělká jezírka, neboť litorální vegetace může zarůst někdy celé jezírko. U rekultivovaných velkých jezer roste litorální vegetace jen u břehů, samozřejmě je nějaká i ve vodním sloupci, ale to už je malé procento. Z toho tedy vyplývá, že vyšší diverzita perlooček by měla být v mělkých jezírkách s vyšším zastoupením vegetace a bez ryb. V mé práci zjistím, jestli tomu tak opravdu je.

Globální biodiverzita rychle klesá, biotopy poškozené člověkem, které dostaly šanci samovolného vývoje, tak mají čím dál větší význam (Konvička et Tropek, 2011). Krajinu bychom měli vytvářet nejen s ohledem na člověka, ale i na ostatní organismy (Doležalová et al., 2012a).

## **4. Metodika**

### **4.1 Charakteristika výsypek**

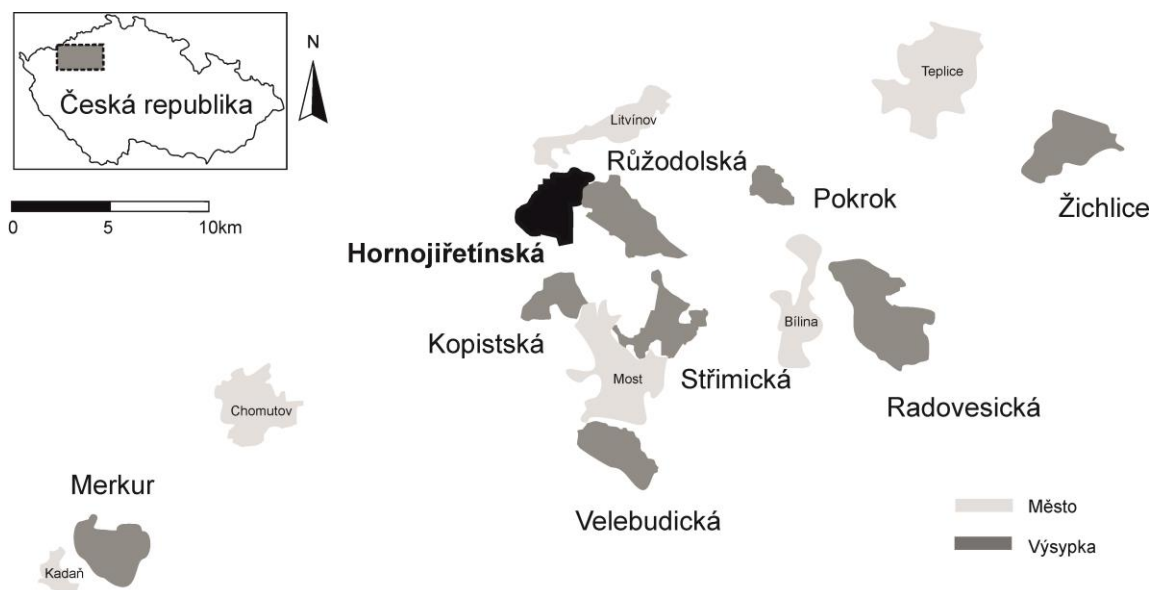
Výsypky jsou jedním z druhů postindustriálních stanovišť spolu s lomy a deponiemi popílku. Tato druhotná stanoviště jsou velmi důležitá, neboť nahrazují původní biotopy vzácných a ohrožených druhů živočichů a rostlin. Výsypky nahrazují biotop otevřené krajiny stepních luk s rozličnými tůnkami. Tento původní biotop u nás již téměř vymizel, stepní louky jsou tím nejohroženějším biotopem u nás (Konvička et Tropek 2011).

Nejvýznamnějšími těžebními oblastmi u nás jsou Podkrušnohorská pánev, Sokolovsko a Mostecko. Mostecká pánev je z nich největší a je naší největší zásobárnou hnědého uhlí (Doležalová et al, 2012a).

#### **4.1.2 Popis a lokalizace zkoumané oblasti**

Hnědouhelná Mostecká pánev se nachází v severních Čechách. Je umístěna mezi Ústím nad Labem a Kadaní s rozlohou 2500km<sup>2</sup> (Vráblíková et al., 2008). Ze severu tuto oblast ohraničují Krušné hory a z jihovýchodu České středohoří. Ze dvou stran ji obepíná řeka Labe a Doupovské vrchy (Štýs et Helešicová, 1992). Oblast se skládá ze 17 jednotlivých výsypek a je to největší posttěžební oblast v České republice (Obr. 1). Zároveň je jednou z největších v Evropě (Vráblíková et al., 2008). 14 z nich je technicky rekultivovaných a 6 je ponecháno samovolné sukcesi. Celková rozloha výsypek je 84,3 km<sup>2</sup>. Na těchto výsypkách se nachází 924 tůnek a jezírek, z toho 694 je ponecháno samovolně a 230 je rekultivováno (Doležalová et al. 2012b). Ve své bakalářské práci se budu dále zabývat jen Hornojřetínskou výsypkou.

Hornojřetínská výsypka má rozlohu 703,99 hektarů. Je přibližně z poloviny rekultivovaná - lesnický, technický a hydrologický, a to na ploše 351,28 hektarů. Z této rozlohy zaujímají 16,37 hektarů jezírka. Druhá polovina se vyvinula spontánní sukcesí, což je 352,71 hektarů. Z této rozlohy je jezírek 33,40 hektarů (Doležalová et al. 2012b).



Obr. 1) Mostecké výsypky.

#### 4.1.3 Historie

Lidé se na tomto území usadili již v neolitu (Štýs, 2004). Bylo zde hodně rozsáhlých řek a velká jezera (Vaněk 2007; Bažant 2010), jako například Komořanské, které bylo největší. Krajina zde byla spíše lesostepní povahy (Štýs, 2004).

Krajinný ráz podkrušnohorské oblasti Ústeckého kraje se však již dvě staletí významně mění. Tento kraj byl do poloviny 19. století úrodnou oblastí. Bylo zde příznivé klima, dostatek vody a úrodná půda. Převažovaly zde zemědělské oblasti, dále pak ovocné sady, vinice a chmelnice (Štýs, 2004).

15. a 16. století s sebou přineslo první objevy nerudných materiálů a kamenečných břidlic (Štýs et Helešicová, 1992). Těžba tedy pravděpodobně začala již v 15. století, ale nejvyšší rozmach těžby a průmyslu nastal v druhé polovině 19. století, kdy se krajina začala výrazně měnit. Na konci tohoto století působilo v Mostecké pánvi 500 parních strojů na těžbu hnědého uhlí. Vznikaly zde propadliny po těžbě, což stále více ubíralo zemědělskou půdu. U každé šachty vznikaly haldy mouru, který často vzplanul, neboť se zde vyskytovaly negativně působící přízemní emise (Štýs, 2004).

Období po 2. světové válce, to znamená v první polovině 20. století, bylo spojeno s rozvojem energeticky náročného těžkého průmyslu. Výroba elektřiny byla v té době odkázána výhradně na uhlí. Těžba se proto rychle zvyšovala. Začalo se také stavět mnoho vodních děl a průmyslových objektů. Tento rychlý vývoj měl za následek rychlé ubývání zemědělské půdy, což přerostlo ve společenský problém (Štýs, 2004). V poválečné době bylo kvůli těžbě zrušeno 130 průmyslových objektů a 80 obcí (Štýs et Helešicová, 1992). Od dob po 2. Světové válce byla nařízena rekultivace. Nejdříve byla řešena individuálně, hlavně jako odškodnění vlastníkům půdy na úrovni pozemků, obnovou polí či lesů. Strategie rekultivace poté přerostla do krajinné dimenze s koncepcí územně technického rozvoje sídel. V roce 1957 byl vydán horní zákon, který jednoznačně nařizoval rekultivaci všem zestátněným těžebním podnikům všech po těžbě narušených pozemků (Štýs, 2004).

Dnes je převážná většina této oblasti rekultivovaná. Vznikly zde nové lesy, jezera a také lesoparky. Hydrologické rekultivace začaly v roce 2008. Na Velebudické výsypce vznikl dokonce hippodrom, sloužící jako okruh pro dostihy koňů.

Hornojihetínská výsypka byla zasypána v letech 1954–1965. Bylo zde uloženo celkem 64 milionů kubíků třetihorních jíílů. Tato výsypka byla považována za dočasnou, měla být znovu odtěžena. Tomu byla uzpůsobena i její rekultivace, byly zde provedeny pouze dílčí terénní úpravy. Částečně byla také zalesněna. Rekultivační procesy probíhaly v letech 1969 – 1983. Další volné plochy se ponechaly spontánní sukcesi, protože by bylo zbytečné do nich investovat, když se počítalo s opětovným odtěžením. Dodnes k tomu však nedošlo (Štýs, 2004).

#### **4.1.4 Geologie**

Mostecká pánev je třetihorní tektonická sníženina. Hnědé uhlí začalo v severočeské pánvi vznikat před desítkami miliónů let (Štýs et Helešicová, 1992), usazování zhruba před 25 miliony let (Vaněk 2007). Kdysi na tomto území byla mírně zvlněná krajina. Poté došlo k pohybu evropské a africké desky, k takzvanému Saxonskému vrásnění. To mělo za následek vulkanickou činnost, a v důsledku toho začaly vznikat Krušné hory, České středohoří a Doupovské hory (Štýs et Helešicová, 1992). Mezi těmito horami se vytvořila propadlina a poté rozsáhlé jezero, kde se

usazovaly jíly s vulkanogenním a dalším materiálem (Štýs et Helešicová, 1992; Vaněk 2007; Bažant 2010). Kolem tehdejších řek vznikaly močály v podobě slatin s bohatou florou, poté se zde začala kupit rašelina, která dosáhla mocnosti až 200 metrů. Tyto procesy se staly základem pro vznik černého uhlí (Vaněk 2007; Bažant 2010). Následovala další fáze vzniku uhlí díky klimatickým změnám, horninotvorným procesům a větším poklesem Mostecké pánve. Řeky tvořily delty a rozlévaly se do velkých jezer (Vaněk 2007; Bažant 2010). Deltové a jezerní sedimenty začaly stlačovat rašelinu pod sebe, tak začalo vznikat hnědé uhlí za pomoci přiměřeného tlaku, teploty a času (Štýs et Helešicová, 1992; Vaněk 2007; Bažant 2010).

#### **4.1.5 Klimatické poměry**

Pro klimatické poměry jsou charakteristické nízké průměrné roční srážky, asi 500 milimetrů a poměrně vysoké průměrné roční teploty ovzduší, od 8,4 do 8,8 °C (Štýs et Helešicová, 1992). Podle ČHMÚ se roční průměrná teplota pohybuje kolem 7 °C a roční srážky jsou mezi 500 – 700 mm. Toto klima lze označit za suché a teplé. A právě toto klima je příčinou těchto otevřených lesostepí, jak jsme již zmínili v kapitole Charakteristika výsypek, neboť téměř nikdy nevede k uzavřenému lesu (Prach et al. 2010). Vzhledem ke členitosti terénu se zde často vyskytují mlhy. K největším vodním tokům pánve patří řeky Bílina a Ohře (Štýs et Helešicová, 1992).

## 4.2 Sběr dat

Vzorky jsme sbírali ve třech termínech v průběhu května, června a září roku 2013. Vybrali jsme 20 jezírek podle způsobu rekultivace a podobné velikosti. Do každého jezírka jsme mezi litorální vegetací umístili 4 živochytné pasti o objemu 1 l. Vybrali jsme typ horizontální, protože do něj se zachytí více perlooček než do vertikálního typu, jak uvádí například Muscha et al (2001). Místo pro tuto živochytnou past jsme vybírali podle několika kritérií. Rozmíst'ovali jsme je tak, aby byly rovnoměrně, přibližně stejně daleko od sebe a aby byli v bezprostřední blízkosti litorální vegetace (obr. 2). Takto umístěné pasti jsme zde nechali exponovat 48 hodin. Poté jsme vodu z pastí nechali odstát, aby se plankton koncentroval na dno. Koncentrovaný plankton jsme dali do zkumavek, zafixovali lihem a označili.

U každého jezírka jsme měřili tyto fyzikální vlastnosti: plocha (m<sup>2</sup>), maximální hloubka v metrech, převládající hloubka v metrech, sklon (mírný, ostrý a střední), zastoupení vegetace (%), oslunění (plné, částečné, žádné), typ rekultivace (žádná, lesnická, technická, kombinace obou) a pH a konduktivitu pomocí pH metru Hanna HI 98129. Vodní plocha byla spočítána v programu ArcGIS. V tomto programu jsme také naměřili vzdálenosti jezírek od okraje výsypky.



Obr. 2) Ilustrační schéma rozmístění živochytných pastí na jezírku číslo 83.



### 4.3 Zpracování vzorků

Vzorky jsme mikroskopovala. Z každé zkumavky jsem postupně odebrala pipetou 3 ml usazenin ze dna, pokud možno hodně koncentrovaných. Každý mililitr jsem nejprve přelila do Petriho misky, kde jsem pod binokulárem oddělila ze vzorku fytoplankton a ostatní zooplankton, tak aby zůstala jen třída Cladocera. Větší perloočky jako například *Simocephalus* a některé druhy z rodu *Daphnia* byly dobře vidět už zde na Petriho misce. Viditelné perloočky i ostatní zbytek vody obsahující menší druhy jsem postupně dávala na sklíčko pod mikroskop, kde jsem určovala správný rod a druh. Určovala jsme podle francouzského klíče (Amoros, 1984) a českého klíče (Košinek, 2005). Do tabulky v programu EXCEL jsem zaznamenávala ke každé tůňce rod a druh perloočky, velikost těla a jejich počet. Tabulku jsem pak dál upravila a spojila s tabulkou o fyzikálních parametrech.

## 4.4 Analýza dat

Rozdíly v počtech druhů na jednotlivých lokalitách jsem testovala za pomoci GLM modelu s Poissonovým rozdělením, kde vysvětlovaná proměnná byla počet druhů a vysvětlující proměnné byly rozloha, hloubka, vegetace, sklon, oslunění, rekultivace, pH a konduktivita. Správnost modelu byla ověřena za pomoci standartních diagnostických grafů (Crawley, 2007).

Analýza hlavních komponent (PCA) byla použita pro srovnání podobnosti druhového složení společenstev perlooček na jednotlivých lokalitách. Pro testování vlivu jednotlivých environmentálních proměnných na druhové složení byla použita kanonická korespondenční analýza (CCA) – funkce envfit balíčku vegan (Oksanen et al., 2013). Hodnoty signifikance byly získány na základě permutačního testu s 999 opakováními. Všechny ordinační analýzy byly provedeny v programu R, package vegan ver. 2.0-10 (Oksanen et al., 2013).

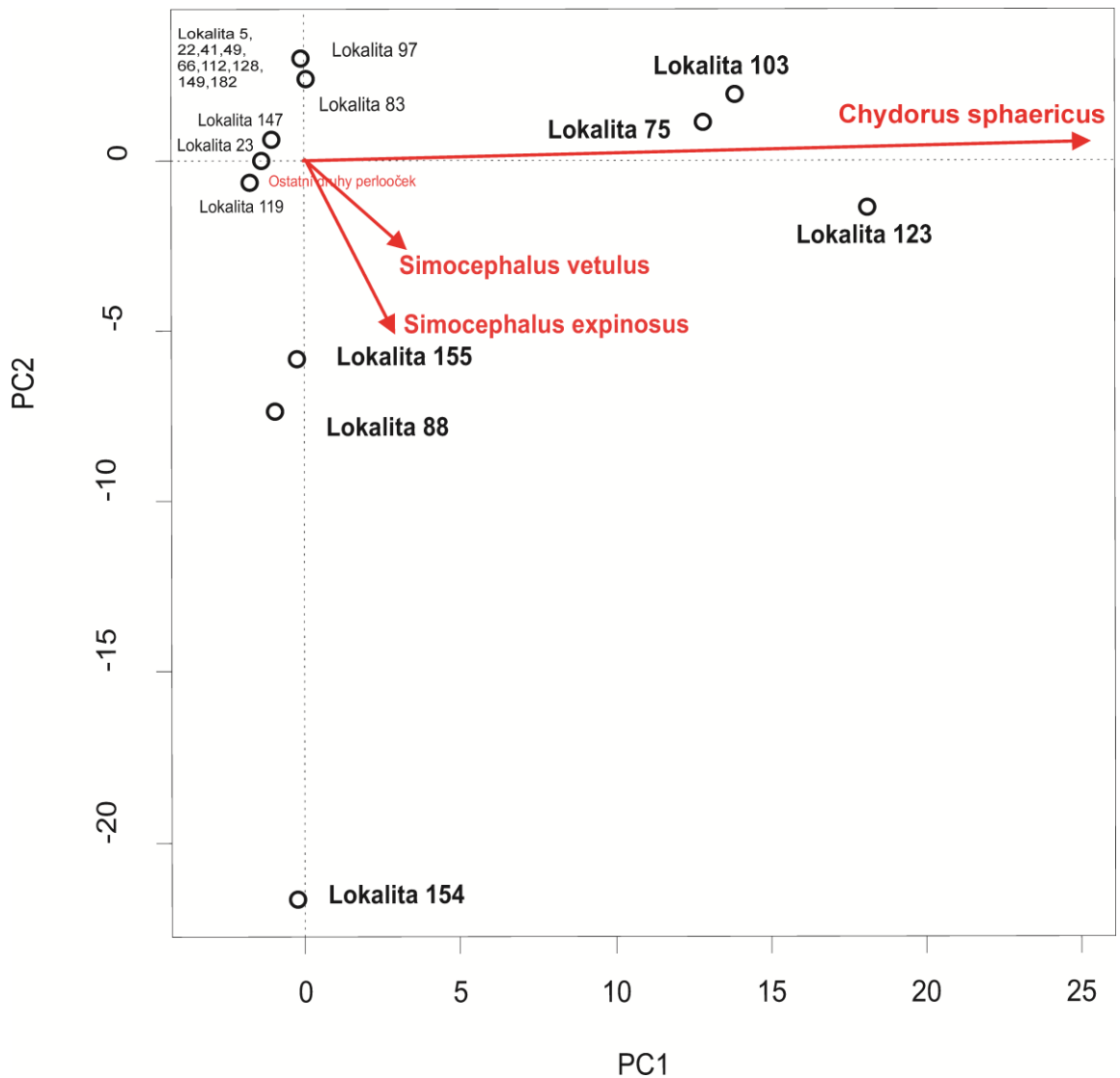
Všechny analýzy byly provedeny v programu R 3.0.1 (R Development Core, 2011). Hodnotu signifikance jsem zvolila na hladině 0,05. Dále jsem využila program EXCEL pro další doplňující grafy.

## 5. Výsledky

Na jezírkách bylo zaznamenáno celkem 10 druhů perlooček, což není příliš mnoho. Nejdominantnějším druhem byl *Chydorus sphaericus*, který byl nalezen na 18 jezírkách. Nejpočetnější byl tento druh na lokalitě 123 se zastoupením 492 jedinců. Dalšími hojně zastoupenými druhy byly *Simocephalus expinosus* a *Simocephalus vetulus*, které byly zhruba na polovině jezírek. Druhu *Simocephalus expinosus* bylo nejvíce na lokalitě 154 se 121 jedinci a druhu *Simocephalus vetulus* na lokalitě 155 s 51 jedinci. Ostatní druhy nebyly ve vzorcích nijak výrazně početné. Zastoupení jednotlivých druhů s jejich početností na všech lokalitách můžeme vidět v příloze 2.

Pravděpodobně vzhledem k nízkému počtu zjištěných druhů a velké podobnosti společenstev jednotlivých tůňek, se nám nepodařilo prokázat signifikantní vliv ani jedné z měřených proměnných na diverzitu perlooček.

Z pohledu druhového složení perlooček se odlišovaly pouze 3 lokality s výraznou dominancí druhů *Chydorus sphaericus* a také 3 lokality s početným zastoupením druhů *Simocephalus expinosus* a *Simocephalus vetulus* (Obr. 3). Vysoká početnost těchto druhů pravděpodobně souvisela s pokryvností vodní vegetace a velmi omezenou rybí obsádkou na dané lokalitě (Obr. 4; Tab. 1). Velikost rybí obsádky se nám bohužel nepodařilo přesně kvantifikovat, a proto tento faktor nebylo možné zahrnout do analýzy.



Obr. 3) Principal component analysis - podobnost lokalit z pohledu druhového složení perlooček (Vysvětlená variabilita na prvních dvou osách - 99%); Černá kolečka znázorňují lokality a červené šipky druhy perlooček.

Tab. 1) - Vliv testovaných proměnných na druhové složení společenstev perlooček jednotlivých tůní (permutační test s 999 opakováními).

	CA1	CA2	$r^2$	Pr (>r)
vegetace	0.999880	0.015657	0.6070	0.024 *
		-		
plocha	0.964610	0.263674	0.3500	0.186
		-		
vzdálenost od okraje	0.991910	0.126941	0.2434	0.322
rekultivace			0.1438	0.571
oslunění			0.0754	0.674



## 6. Diskuze

I přes to, že jsme vzorky sbírali kontinuálně ve třech obdobích (měsících) abychom mohli zanedbat vliv počasí, zaznamenali jsme nízký počet druhů. Ale i s nízkou diverzitou můžeme ze studie vyvodit některé důležité závěry. Většina lokalit si je podobných jak v diverzitě, tak i v početnosti jednotlivých druhů. Z faktorů, které by mohly ovlivnit tuto druhovou skladbu, byl signifikantní jen faktor Procentuální zastoupení vegetace.

Diverzita perlooček by se měla zvyšovat s nárůstem makrofytní vegetace (Perrow et al., 1997, 1999). Diverzita na Hornojihřetínské výsypce však ve vztahu k vegetaci nijak nekoreluje. Význam makrofytní vegetace souvisí s tím, že poskytuje úkryt pro zooplankton před predátory (Perrow et al., 1999). Vegetační kryt 30 – 40% by měl být podle Perrowa et al (1997, 1999) hranicí mezi vyhovujícím a nevyhovujícím prostředím, v naší studii se toto však nepotvrzuje. Například na lokalitě, kde jsme našli třetí nejvyšší zastoupení nejpočetnějšího druhu *Chydorus sphaericus* byl vegetační kryt jen 15%. Naopak na lokalitách, kde bylo procentuální zastoupení vegetace vysoké (nad 50%) byla početnost těchto druhů velmi nízká. Tento druh má širokou škálu distribuce (Basińska et al., 2014), našla jsem ho téměř na všech jezírkách. Jeho početnost, ale také i velikost jeho těla slouží jako bioindikátor podmínek životního prostředí. Také je indikátorem eutrofizace jezírek (Basińska et al., 2014). V této studii Basiňské et al. (2014) bylo prokázáno, že početnost i velikost tohoto druhu byla ovlivněna hlavně vegetací a výskytem ryb. Z toho vyplývá, že *Chydorus sphaericus* indikuje zarybnění. To, že některé druhy vegetace neovlivňuje, může být dáno také výskytem ryb, respektive jejich predací.

Denzitu ryb jsem však nemohla do mé analýzy zahrnout, protože během terénních prací nebyla objektivně hodnocena. Díky druhové diverzitě, ale mohu odvodit, ve kterých jezírkách nyní ryby jsou ve větších hustotách. S nárůstem rybí osádky by měla klesat diverzita perlooček (Perrow et al., 1997). To má pak také za následek vyšší eutrofizaci (Perrow et al., 1999). Ryby více žerou větší zooplankton a zanechávají v jezírku ten menší. Pokud v jezírku výrazně dominují jen větší perloočky, je to tím, že jsou dravé a predují menší druhy (Herwig et Schindler, 1996; Lemma et al., 2001). Nebo to může být dáno tím, že se v jezírku vyskytuje hodně dravých larev koreter a buchaneč, které vyžírají malý zooplankton (Lelák et Kubiček, 2001). Ryby budou tedy s největší pravděpodobností na jezírkách, kde jsem

objevila malé perloočky z rodů *Bosmina* a *Ceriodaphnia*. Tyto druhy totiž dokáží koexistovat s rybami a žít v eutrofizovaných vodách (Louette et al., 2009; Smirnov, 2014). Také je potvrzeno, že jejich biomasa se zvyšuje s poklesem koncentrace chorofyly (Basińska et al., 2014). Naopak tam, kde se vyskytovaly velké druhy, jako například *Simocephalus vetulus* a *Simocephalus expinosus* ryby neočekáváme a měla by zde být čistá voda (Louette et al., 2009).

Dalším důležitým faktorem je faktor Typ rekultivace, který se neprokázal i přesto, že úzce souvisí s faktorem Procentuální zastoupení vegetace. Volně ponechaná jezírka by měla mít více vegetace než rekultivovaná. Nerekultivovaná jezírka jsou zarostlá heterogenní vegetací, která poskytuje vhodný úkryt bezobratlým (Harabiš et al. 2013). Z toho vyplývá, že na rekultivovaných tůňkách by mělo být méně druhů, než na místech se spontánní sukcesí (Doležalová et al., 2012a). Jestliže je tůňka rekultivovaná nebo ponechaná samovolné sukcesí nemá však na perloočky zásadní vliv. Předpoklad, že je na spontánních místech více druhů bude tedy pravděpodobně platit jen pro větší živočichy, jako jsou vážky nebo obojživelníci, kterým vyhovuje kromě bohatého litorálu ještě nízký sklon, a malá hloubka těchto nerekultivovaných jezírek (Doležalová et al. 2012; Harabiš et al., 2013).

Perloočky neovlivňují ani další abiotické faktory jako rozloha, vzdálenost od okraje výsypky, oslunění, pH a konduktivita. Rozloha je nebude pravděpodobně ovlivňovat, protože jsme cíleně vybírali tůně s relativně podobnou velikostí. Tyto tůňky měly podobné pH (kolem 8) a konduktivitou (kolem 2), tento faktor je tedy také kvůli této podobnosti neovlivnil. Vzdálenost od okraje výsypky na ně nepůsobí, jelikož jsem nenašla žádné druhy, které by se vyskytovaly jen na okrajích, nebo jen více ve středu výsypky. Všechny zde nalezené perloočky jsou schopny se dobře rozšiřovat prostředím. To, že perloočky dobře kolonizují jezírka, potvrdil Louette et De Meester (2005). Vzhledem k tomu, že na výsypce nejsou jezírka daleko od sebe, podporuje to jejich rychlejší šíření. Jejich efipia se šíří pomocí větru, vody (Michels et al., 2001) a ptáků (Figuerola et Green, 2002). Větrek se na této výsypce určitě šířit mohou, ale vodou ve většině případů ne, protože jen málo jezírek je spolu propojených. Zde by se však mohly ve větší míře rozšiřovat ptáky, jelikož je na mosteckých výsypkách vysoké zastoupení vodního ptactva. Faktor oslunění na perloočky také neměl vliv, což mohlo být způsobeno špatně zvolenou stupnicí popisu. Při výzkumu jsme rozdělili tento faktor jen do tří kategorií (plné oslunění,

částečné oslunění a bez oslunění), použili jsme tedy ordinální stupnici. Myslím si, že v tomto případě by bylo lepší použít poměrovou stupnici, nebo vyjádřit oslunění v procentech.

Nízká diverzita může souviset s nevhodně zvolenou metodikou. I když je vertikální typ pasti lepší než horizontální pro získávání jedinců z třídy Cladocera (Muscha et al., 2001), existuje mnoho dalších typů pastí na sběr zooplanktonu, které by mohli být lepší. Vzhledem k tomu, že námi použitá past je pasivní, zachytává více aktivní zooplankton. Mezi více aktivní zooplankton patří většinou větší druhy, zde by to mohl být rod *Simocephalus*. I tyto druhy však mohou z této pasti vyplavat, pokud se past nevybere včas (Sutherland W. J., 2006). Nejznámějším aktivním typem pro lov zooplanktonu je planktonní síť, její hlavní výhodou je skutečnost, že zachytává i pasivní zooplankton. Navrhl ji Tranter v roce 1968 (Harris R. et al., 2000). Aktivní lov je však časově náročnější. Okrajově by malá druhová diverzita mohla souviset také se znečištěním Mostecka.



## 7. Závěr

Závěrem lze tedy shrnout, že jezírka jsou ve druhovém složení velmi podobná a jejich diverzitu ovlivňuje pouze vegetace. A přesto, že jsem zaznamenala málo druhů, mohla jsem ze zastoupení jednotlivých druhů odvodit faktory Výskyt ryb a Kvalita vody. Jelikož jdou těžko odvozovat na místě, bylo jejich určení tak důležité. Tyto výsledky mohou dále sloužit jako podklad dalším výzkumům na této lokalitě. Cíle mé bakalářské práce jsem tedy splnila. Práce je přínosná hlavně proto, že je to první práce o perloočkách na této lokalitě.

V literární rešerši jsem se zaměřila obecně na perloočky a jejich limitující faktory výskytu, které jsou velmi důležité pro pochopení jejich výskytu a početnosti. V metodice jsem se seznámila s oblastí Mostecka, dále jsem byla seznámena s metodami odchyty a sama si je vyzkoušela. Metoda živochytných pastí vertikálního typu zde není podle mě úplně dostatečná, bylo by dobré posílit sběr aktivním lovem - planktonkou.

V diplomové práci bych chtěla porovnat více mosteckých výsypek mezi sebou podle druhového složení perlooček nebo celkově zooplanktonu. Zooplankton bychom obdobně sbírali pomocí živochytných pastí, doplněné o aktivní sběr planktonkou. Tyto dva typy bych následně mohla srovnat mezi sebou v druhové diverzitě. Také bych navrhla určit nachytný zooplankton, co nejdříve, bezprostředně po fixaci v lihu aby byl v co nejlepším stavu a dobře se určoval.

## 8. Seznam použité literatury

Amoros C., 1984: Crustacés cladocères. Université Claude – Bernadr, Lyon 1, France.

Basińska A. M., Antczak M., Świdnicki K., Jassey V. E. J. et Kuczyńska-Kippen N., 2014: Habitat type as strongest predictor of the body size distribution of *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) in small water bodies. *Hydrobiology* 99: 382 - 392.

Bažant J., 2010: Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Severočeské hnědouhelné pánve). Dizertační práce. Deponováno: Česká zemědělská univerzita.

Biological Library, online: <http://www.biolib.cz/>, cit. 5. 2. 2015.

Bogatova I. B., 1962: Lethal ranges of oxygen content, temperature and pH for some representatives of the family Chydoridae. *Zoologicheskii Zhurnal* 41 (1): 58 - 62.

Bouffard S. H. et Hanson M. A, 1997: Fish in waterfowl marshes: waterfowl managers' perspective. *Wildlife Society Bulletin* 25: 146 - 157.

Crawley M. J., 2007: *The R Book*. Wiley-Blackwell, Chichester, United Kingdom.

Doležalová J., Solský M. et Vojar J., 2012a: Hnědouhelné výsypky – nová příležitost (nejen) pro obojživelníky. *Časopis Ochrana přírody* 3: 8 -11.

Doležalová J., Vojar J., Smolová D., Solský M. et Kopecký O., 2012b: Technical reclamation and spontaneous succession produce different water habitats: A case study from Czech post-mining sites. *Ecological Engineering* 43: 5 - 12.

Dumont H. J., 1987: Groundwater Cladocera: a synopsis. *Hydrobiologia* 145: 169 - 173.

Dumont H. J., 1995: The evolution of groundwater Cladocera. *Hydrobiologia* 307: 69 - 74.

Euliss N. H., Wrubleski D. A. et Mushet D. M.: 1999: Wetlands of the prairie pothole region: invertebrate species composition, ecology, and management. In Batzer D. P., R. P. Rader et Wissinger S. A. (Eds.): *Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management*. John Wiley, New York, United States of America.

Fernández A. I., Viedma O., Sánchez-Carrillo S., Alvarez-Cobelas M. et Angeler D. G., 2009: Local and landscape effects on temporary pond zooplankton egg banks: conservation implications. *Biodiversity Conservation* 18: 2373 - 2386.

Figuerola, J. et Green A. J., 2002: Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology* 47: 483 - 494.

Forró L., Korovchinsky N. M., Kotov A. A. et Petrusek A., 2008: Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 177 - 184.

Frey D. G., 1980: The non-swimming chydoridae cladocera of wet forests, with descriptions of a new genus and two new species. *Hydrobiologia* 65: 613 - 641.

Fryer, G., 1968: Evolution and adaptive radiation in the Chydoridae (Crustacea: Cladocera): a study in comparative functional morphology and ecology. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 254: 221 - 385.

Goss L. B. et Bunting, D. L., 1976: Thermal tolerance of zooplankton. *Water Research* 10 (5): 361 - 365.

Harabiš F., Tichanek F. et Tropek R., 2012: Underground mining can contribute to freshwater biodiversity conservation: Allogenic succession forms suitable habitats for dragonflies. *Biological conservation* 145: 109 - 117.

Harabiš F., Tichanek F. et Tropek R., 2013: Dragonflies of freshwater pools in lignite spoil heaps: Restoration management, habitat structure and conservation value. *Ekological Engineering* 55: 51 - 61.

Harris R. P., Wiebe P. H., Lenz J., Sklojdal H. R. et Huntley M., 2000: *Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press, London.

- Hassall C., Hollinshead, J., Hull, A., 2011: Environmental correlates of plant and invertebrate species richness in ponds. *Biodiversity Conservation* 20: 3189 - 3222.
- Herwig B. R. et Schindler D. E., 1996: Effects of aquatic insect predators on zooplankton in fishless ponds. *Hydrobiologia* 324: 141 - 147.
- Jaeger G., 1935. Über den Fettkörper von *Daphnia magna*. *Zeitschrift für Zellforschung und Mikroskopische Anatomie*. 22 (2): 98 - 181.
- Jeppesen E., Søndergaard M., Meerhoff M., Lauridsen T. L. et Jensen J. P., 2007: Shallow lake restoration by nutrient loading reduction - some recent findings and challenges ahead. *Hydrobiologia* 584: 239 - 252.
- Kitaev S. P., 2007: Basic General Limnology for Hydrobiologists and Ichthyologists. Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia.
- Konvička M. et Tropek R., 2011: Should restoration damage rare biotopes? ( Letter to the Editor). *Biological Conservation* 144: 1299.
- Kořínek V., 2005: Dichotomický klíč perlooček (Cladocera) České republiky.
- Lagerspetz K. Y. H., 2000: Thermal avoidance and preference in *Daphnia magna*. *Journal of Thermal Biology*. 25: 405 - 410.
- Lelák J. et Kubíček F., 1991: *Hydrobiologie*. Karolinum, Praha.
- Lemma B., Bendorf, J. et Koschel R., 2001: Fish predation pressure on and interactions between Cladocerans: observations using enclosures in three temperate lakes (Germany) and one tropical lake (Ethiopia). *Limnologica* 31: 209 - 220.
- Louette G. et De Meester L., 2005: High dispersal capacity of cladoceran zooplankton in newly founded communities. *Ecology* 86(2): 353 - 359.
- Louette G., Declerck S., Vandekerkhove J. et De Meester L., 2009: Evaluation of Restoration Measures in a Shallow Lake through a Comparison of Present Day Zooplankton Communities with Historical Samples. *Restoration Ecology* 17: 629 - 640.

Michels E., Cottenie K., Neys L. et De Meester L., 2001: Zooplankton on the move: first results on the quantification of dispersal of zooplankton in a set of interconnected ponds. *Hydrobiologia* 442: 117 – 126.

Murkin H. R. et Wrubleski D. A., 1988: Aquatic invertebrates of freshwater wetlands: function and ecology. In Hook D. D., Mckee W. H., Smith H. Gregory K. J., Burrell V. G., Devoe M. R., Sojka R. E., Gilbert S., Banks R., Stolzy L. H., Brooks C., Matthews T. D. et Shear T. H. (Eds.): *The Ecology and Management of Wetlands. Volume 1: Ecology of Wetlands*. Croom Helm, London, England.

Muscha M. J., Zimmer K. D., Butler M. G. Et Hanson M. A., 2001: A comparison of horizontally and vertically deployed aquatic invertebrate activity traps. *Wetlands* 21(2):301 - 307.

Oksanen J., Blanchet F. G., Kindt R., Legendre P., O'Hara R. B., Simpson G. L., Solymos P., Henry M. Stevens H. et Wagner H., 2013: Package 'vegan' documentation – community ecology package. <<http://vegan.r-forge.rproject.org>> 15th March 2013.

Padhye S. et Kotov, A. A., 2010: Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from Indian hot water springs. *Invertebrate Zool* 7 (2): 155 - 158.

Perrow M. R., Jowitt A. J. D., Stansfield J. H. et Phillips G. L., 1999: The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration. *Hydrobiologia* 395/396: 199 - 210.

Perrow M. R., Jowitt A. J. D., Stansfield J. H., Taylor A. A. L., Tench L. D., 1997: Submerged macrophytes as refuges for grazing Cladocera against fish predation: observations on seasonal changes in relation to macrophyte cover and predation pressure. *Hydrobiologia* 342/343: 229 - 240.

Petrusek A. et Černý M., 2012: Co vyprávějí tatranské dafnie. *Limnologické noviny* 2: 1- 4.

Prach et al., 2010: Výsypky. In: Řehounek J., Řehouňková K. et Prach K.: *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice, Česká republika.

Prach K., Richard J. et Hobbs., 2008: Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology* 16: 363 - 366.

R Development Core Team, 2011: R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

Raebel E. M., Merckx T., Feber R.E., Riordan P., Macdonald, D.W. et Thompson, D.J., 2012: Identifying high-quality pond habitats for Odonata in lowland England: implications for agri-environment schemes. *Insect Conservation Diversity* 5: 422 - 432.

Sabeter F., 1987: On the interstitial Cladocera in the River Ter (Catalonia, NE Spain), with a description of the male of *Alona phreatica*. *Hydrobiologia* 144: 51 - 62.

Sarviro V. S., 1985: Dependence on temperature of development duration and of specific growth rate of immature females of *Daphnia longispina* O.F. Müller (Crustacea, Cladocera) in cage experiments. *Gidrobiologicheskii Zhurnal* 3: 28 - 33.

Smirnov, N. N., 1966: Littoral Cladocera of the Cherepovets Reservoir. In: *Plankton i bentos vnutrennibikh vodoemov*. Nauka, Leningrad, Russia.

Smirnov N. N., 1988: Cladocera (Crustacea) from Nicaragua. *Hydrobiologia* 160: 63 - 77.

Smirnov N. N., 2014: *Physiology of cladocera*. Institute of Ecology, Moscow, Russia.

Sutherland W. J., 2006: *Ecological Census Techniques a handbook*, Second edition. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Štýs S. et Helešicová L., 1992: *Proměny měsíční krajiny*. BÍLÝ SLON, Praha 4. Česká republika.

Štýs S., 2012: *Proměny Mostecka*. Statutární město Most, Česká republika.

Tichánek F. et Tropek R., 2013: Společenstva vážek odvodňovacích kanálů Radovesické výsypky - Sborník příspěvků konference „jezera a mokřady v důlních jamách po těžbě uhlí“ v Mostě, ENKI, o.p.s., Třeboň, Česká republika.

Vaněk S., 2007: Dary z třetihor. Zkamenělí poslové hnědouhelných močálů. Vesmír 86/6.

Verbitsky V. B. et Verbitskaya, T. I., 2002: The upper thermal tolerances of the *Bosmina longirostris* (O.F. Müller) (Crustacea: Cladocera) and its dependence on environmental temperatures. *Biologiya vnutrennikh vod* 2: 55 - 59.

Vráblíková J., Blažková M., Farský M., Jeřábek M., Seják J., Šoch M., Dejmal I., Jirásek P., Neruda M. et Zahálka J., 2008: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří, I. část, Přírodní a sociálně ekonomické charakteristiky disparit průmyslové krajiny v Podkrušnohoří. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, Česká republika.

## 9. Seznam příloh

- 1.) Popis nejdůležitějších druhů na Hornojřetínské výsypce
- 2.) Zastoupení a počet druhů na lokalitách
- 3.) Mapa lokalit
- 4.) Fotografie jednotlivých jezírek
- 5.) Fotografie perlooček

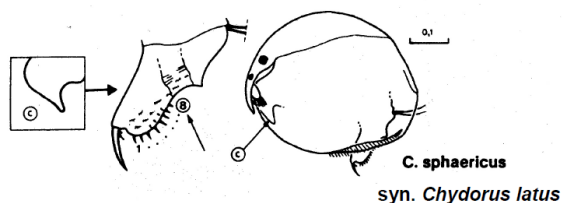
## 10. Přílohy

### Příloha 1: Popis nejdůležitějších druhů na Hornojřetínské výsypce

V této příloze popíšu nejdůležitější druhy v rámci našeho výzkumu. Nebudu se tedy soustředit na obecně významné řády, ale na řády a druhy vyskytující se přímo na Hornojřetínské výsypce.

Čeled': Chydoridae

Čeled' Chydoridae se na mosteckých výsypkách vyskytuje nejčastěji. Zároveň také zastupuje nejmenší jedince. Jejich délka je obvykle od 0,1 do 0,35 mm. Mají nejkulatější tělo ze všech perlooček, z kterého vyčnívají jen končetiny a nosec s ústním ústrojím. Jediný druh, který jsem zde z tohoto řádu našla je *Chydorus sphaericus* (obr.1). Tento druh se vyznačuje osmi ostny na dorzálním okraji postabdobenu, tedy na končetině těsně pod furkálním drápkem a záhybem pod noscem (Amoros, 1984).



Obr. 1) *Chydorus sphaericus* a jeho hlavní poznávací znak - trny na postabdromenu (Amoros, 1984).

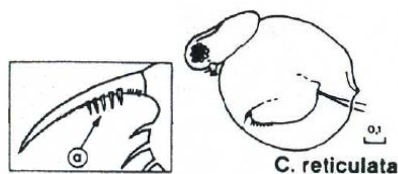


## Čeď: Daphniidae

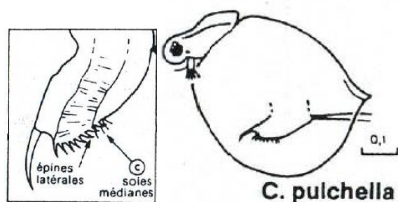
Tato čeď byla v početnosti druhým nejvyšším. Skládá se ze čtyř významných rodů, na mosteckých výsypkách se však vyskytovaly jen tři rody: *Ceriodaphnia*, *Simocephalus* a *Daphnia*. Mají tělo už více členěné na hlavu a trup než čeď Chydoridae (Amoros, 1984; Kořínek, 2005).

### Rod: *Ceriodaphnia*

Nalezly jsme 2 druhy rodu *Ceriodaphnia*. Jsou to *Ceriodaphnia reticulata* a *Ceriodaphnia pulchella*. Obě mají průměrnou velikost 0,1 mm. Jejich hlava je výrazně zploštělá. Nejvýznamnějším poznávacím znakem u *Ceriodaphnia reticulata* je 6 výrazných trnů na furkálním drápku které vyčnívají směrem ven (Obr. 2). *Ceriodaphnia pulchella* má naopak trny na furkálním drápku směrem nahoru takže nevyčnívají ven, jsou jemné a má jich více. Jejím hlavním znakem jsou zkřížené zadní trny na postabdomenu, je to takzvaná preanální skupina jehlicovitých trnů (Obr. 3) (Amoros, 1984; Kořínek, 2005).



Obr. 2) *Ceriodaphnia reticulata* a její hlavní určovací znak – trny na furkálním drápku (Amoros, 1984).

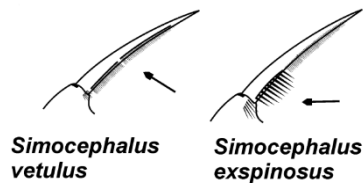


Obr. 3) *Ceriodaphnia pulchella* a její hlavní určovací znak – uspořádání trnů na postabdomenu (Amoros, 1984).

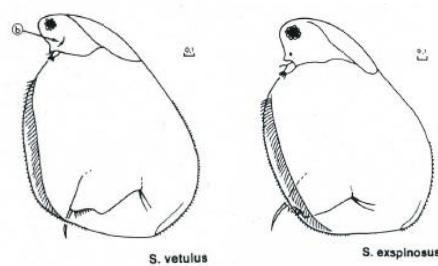
### Rod: *Simocephalus*

Největšími zástupci na této lokalitě jsou 2 druhy z rodu *Simocephalus*. Jsou to *Simocephalus vetulus* a *Simocephalus expinosus* (Obr. 5). *Simocephalus vetulus* měřil v průměru kolem dvou mm a *Simocephalus expinosus* až 3 mm. Jejich určovacími znaky jsou: záhyb za okem, tvar hlavy a trny na furkálním drápku.

*Simocephalus vetulus* má záhyb za okem, *Simocephalus expinosus* žádný nemá (Amoros, 1984). *Simocephalus vetulus* má furkální drápky jemně obrvené, na rozdíl od *Simocephalus expinosus*, ten má furkální drápky se třemi hřebínky brv a jehlicovité brvy prostředního hřebínku jsou zřetelně delší než brvy proximálního a distálního hřebínku (Obr. 4) (Kořínek, 2005).



Obr. 4) Postavení brv na furkálním dráčku u *Simocephalus vetulus* a *Simocephalus expinosus* (Kořínek, 2005).

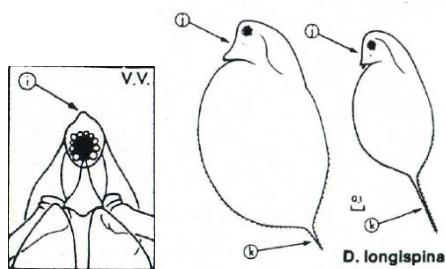


Obr. 5) Nákres *Simocephalus vetulus* a *Simocephalus expinosus* (Amoros, 1984).

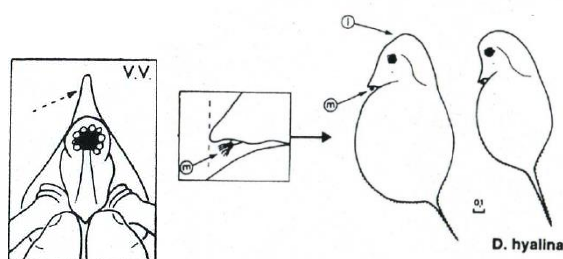
#### Rod: *Daphnia*

V tomto rodu se na našich zkoumaných výsypkách vyskytují 3 druhy: *Daphnia longispina*, *Daphnia hyalina* a *Daphnia pulex*. Tyto perloočky mají z přední části hlavy dobře viditelné rostrum a vzadu hlava přechází plynule v tělo. Hlavní znak rodu *Daphnia* je hrot na spodní straně těla. *Daphnia longispina* nemá v průřezu tak výrazně přesahující vrchol hlavy. Je tam vidět jen jakási oblínka. U této perloočky je důležitým poznávacím znakem přední tvar hlavy a forma těla. Buď má přední tvar hlavy plynule vlnkovitě prohnutý, nafouklé břicho a krátký hrot nebo přímo rovně zkosenou hlavu, užší břicho a dlouhý hrot. Tato perloočka může měřit až 1mm (Obr.6) (Amoros, 1984). Při určování *Daphnia longispina* bychom také měli věnovat pozornost nízkému antenulárnímu hrbolku na spodině hlavy, často je také přítomen pigmentový proužek na plovacích brvách antén (Kořínek, 2005). *Daphnia hyalina* je z těchto tří průměrně nejmenší. Měří 0,1 – 0,2 mm. Jejím typickým znakem jsou vousky v rostru, které z profilu nedosahují okraje rostra. V průřezu ze spodu vrchol hlavy výrazně přesahuje přes oko (Obr. 7) (Amoros, 1984). Tato perloočka se považuje za hybridní genotyp perloočky *Daphnia longispina* (Kořínek,

2005). Poslední je *Daphnia pulex*, která se vyznačuje rostrem s podélnou blankou za vouskami. Hrot má krátký a bříska nafouklé (Obr. 8) (Amoros, 1984).



Obr. 6) Příčný řez hlavou perloočky *Daphnia longispina* – vidíme složené oko a vrchol hlavy (vlevo); vpravo vidíme jedince ve dvou morfách (Amoros, 1984).



Obr. 7) Příčný řez hlavou perloočky *Daphnia hyalina* – vidíme složené oko a protažený vrchol hlavy (vlevo); uprostřed je hlavní poznávací znak rostrum s vousky; vpravo vidíme jedince tohoto druhu ve dvou morfách (Amoros, 1984).



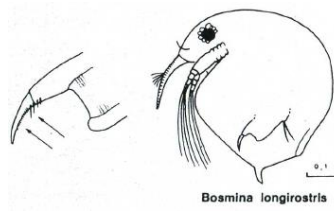
Obr. 8) *Daphnia pulex* a její hlavní poznávací znak – podélná blanka za vouskami v rostru (Amoros, 1984) .

### Čeľad': *Bosminidae*

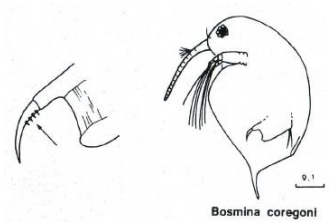
Posledním nalezenou čeledí je čeled' *Bosminidae*. Tyto perloočky mají protažený noseček do chobotu. Tělo mají zakulacené s hrotem na konci. Existují 2 druhy, které jsem oba zaznamenala. Jsou to *Bosmina coregoni* a *Bosmina longirostris* (Obr. 9 a 10). Jejich hlavním poznávacím znakem jsou trny na furkálním drápku (Amoros, 1984).

*Bosmina longirostris* má na furkálním frápku dvě skupiny trnů. Tyto jehlicovité trny proximální skupiny se zvětšují distálně. Distální skupinu tvoří malé

robustní zoubky (Kořínek, 2005). *Bosmina coregoni* má na furkálním drápku pouze jednu skupinu trnů, které jsou robustnější a postavené kolmo (Amoros, 1984).



Obr. 9) *Bosmina longirostris* a její určovací znak – trny na furkálním drápku (Amoros, 1984).



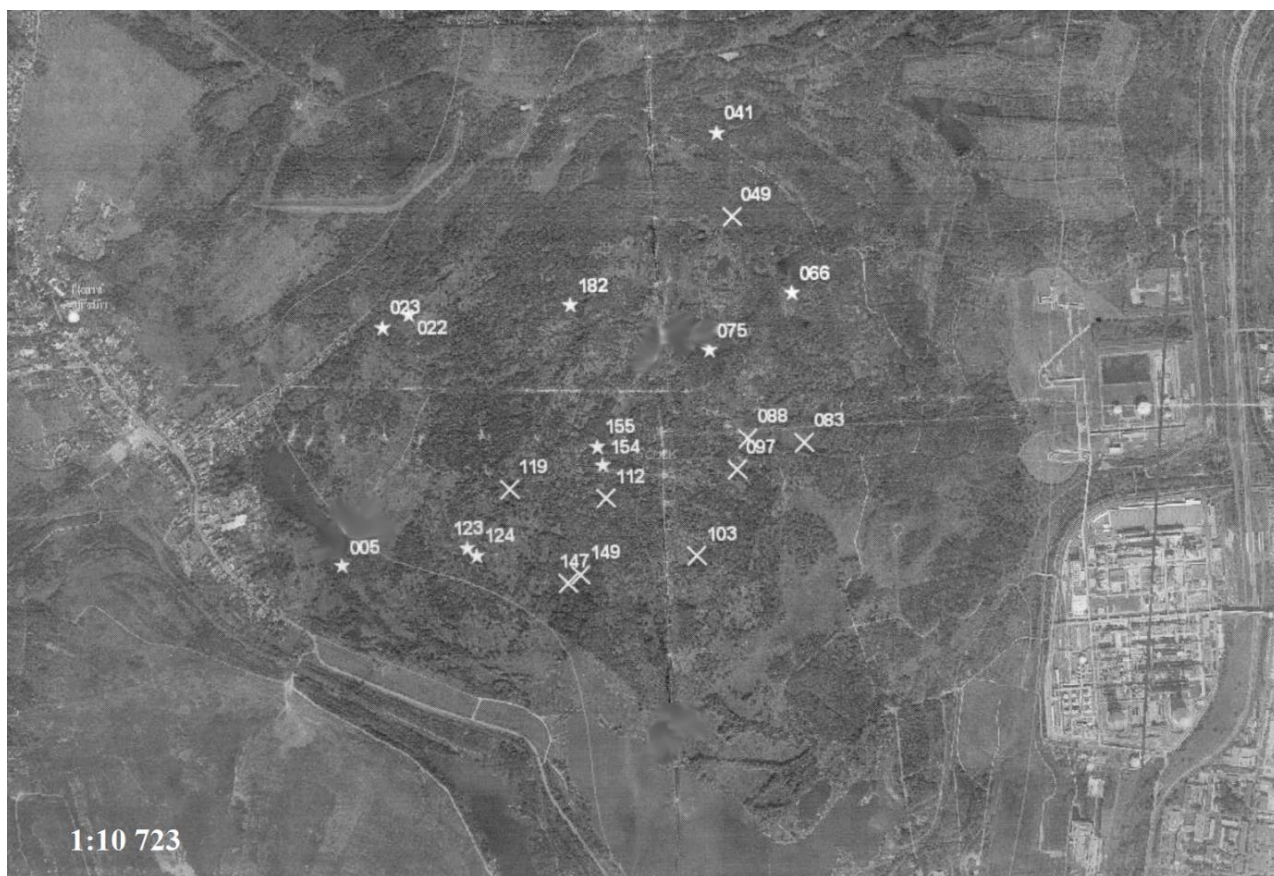
Obr. 10) *Bosmina coregoni* a její určovací znak – trny na furkálním drápku (Amoros, 1984).

## Příloha 2: Zastoupení a počet druhů na lokalitách

Druh	Lokalita																			
	5	22	23	41	49	66	75	83	88	97	103	112	119	123	128	147	149	154	155	182
<i>Chydorus sphaericus</i>	27	2	30	3	9	4	364	57	17	56	385	0	22	492	1	33	10	36	34	0
<i>Simocephalus expinosus</i>	0	0	13	0	3	0	0	0	38	0	0	2	16	0	0	9	1	121	22	1
<i>Simocephalus vetulus</i>	0	6	8	0	0	0	0	6	43	0	0	4	11	28	0	10	9	40	51	0
<i>Daphnia longispina</i>	0	0	0	0	2	0	0	3	3	0	0	10	0	0	0	0	0	3	39	1
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	21	2	3	11	0	0	0	0	1	2
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	3	0	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	16	3
<i>Daphnia pulex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bosmina coregoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daphnia hyalina</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bosmina longispina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Seřazeno od nejpočetnějších po nejméně početné.

## Příloha 3: Mapa lokalit



Hvězdičky značí nerektifikované lokality, křížky značí rektifikované lokality.



## Příloha 4: Fotografie jednotlivých jezírek

Lokality jsem vyfotila minulý rok na začátku dubna.



Lokalita číslo 5.



Lokalita číslo 22.



Lokalita číslo 23.



Lokalita číslo 41.



Lokalita číslo 66.



Lokalita číslo 75.





Lokalita číslo 83.



Lokalita číslo 88.



Lokalita číslo 97.



Lokalita číslo 103.



Lokalita číslo 112.



Lokalita číslo 119.





Lokalita číslo 123.



Lokalita číslo 147.



Lokalita číslo 149.



Lokalita číslo 154.



Lokalita číslo 155.



Lokalita číslo 182.

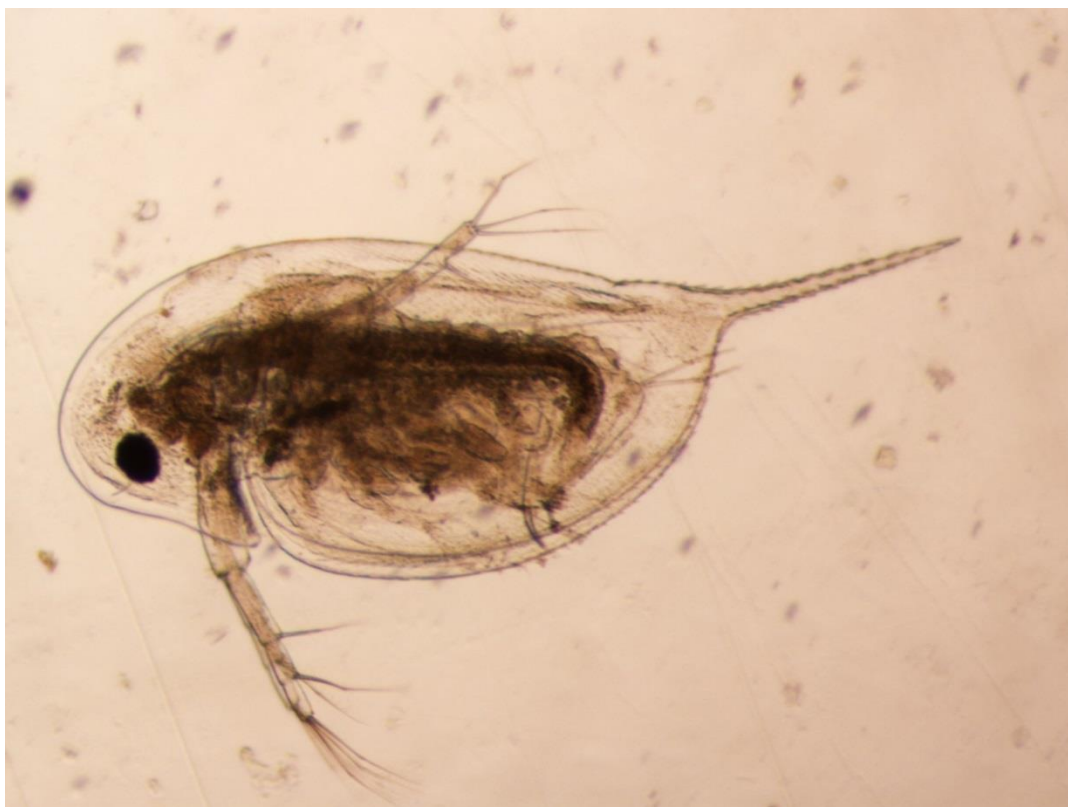


## Příloha 5: Fotografie perlooček

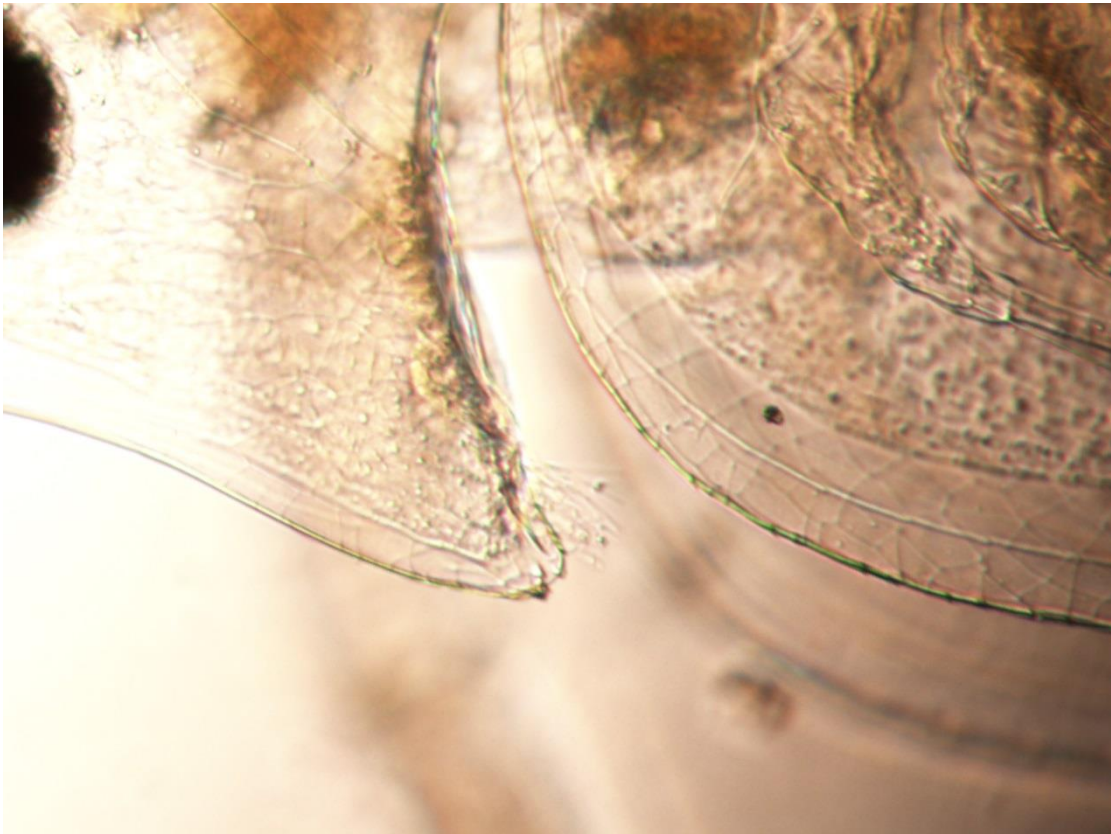
K vyfocení perlooček jsem použila mikroskop s fotoaparátem Olympus BX 53.



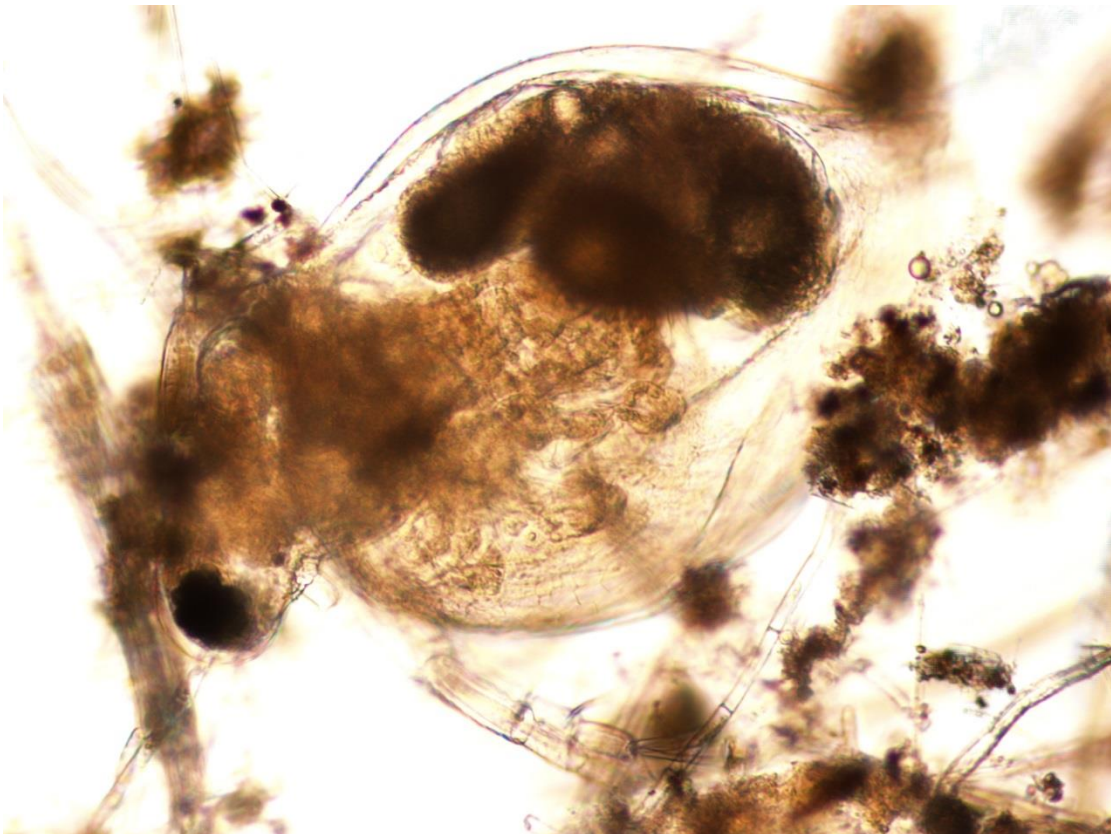
*Chydorus sphaericus*; zvětšeno 100x.



*Daphnia longispina*; zvětšeno 40x.

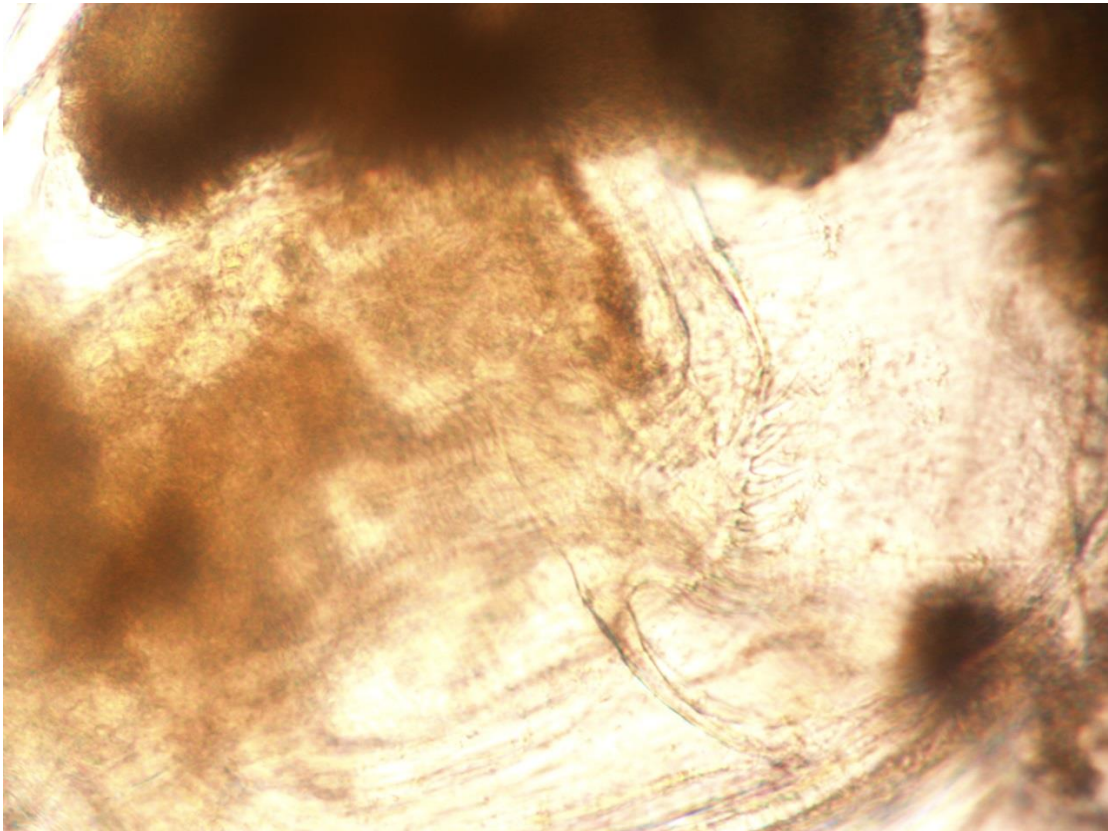


*Daphnia longispina* - příústní končetiny; zvětšeno 200x.

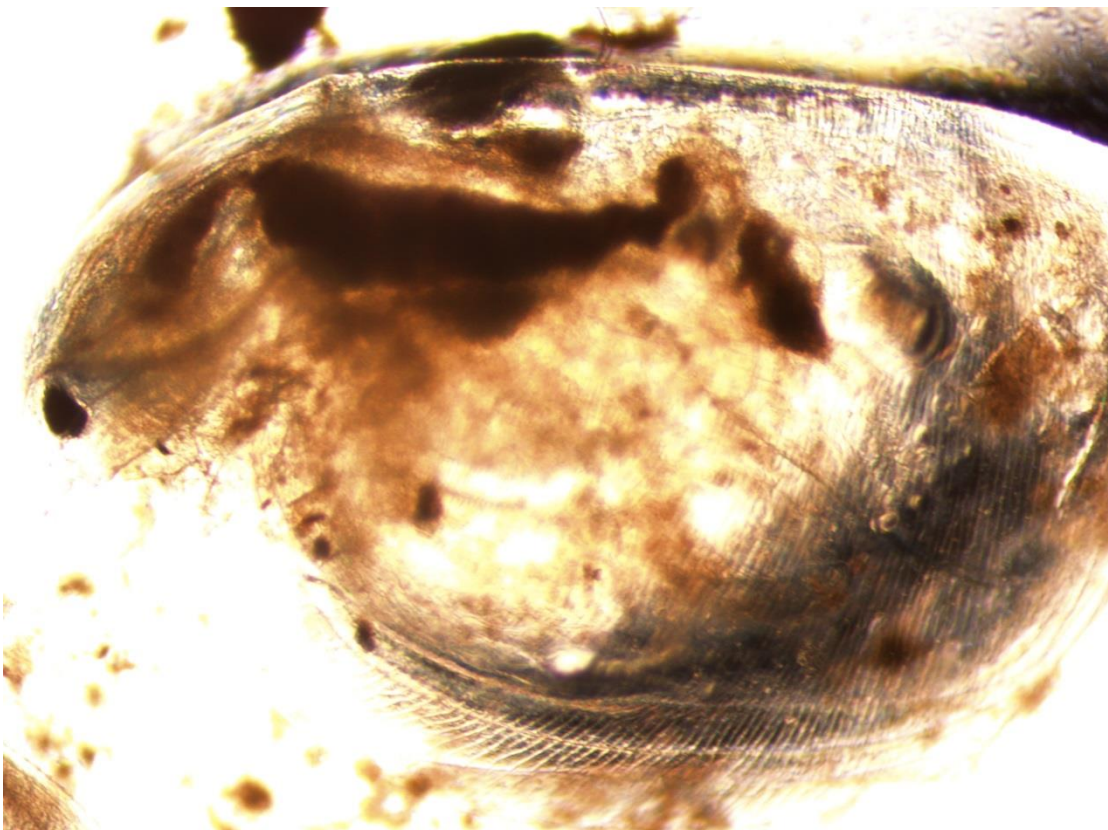


*Ceriodaphnia pulchella*; zvětšeno 100x.

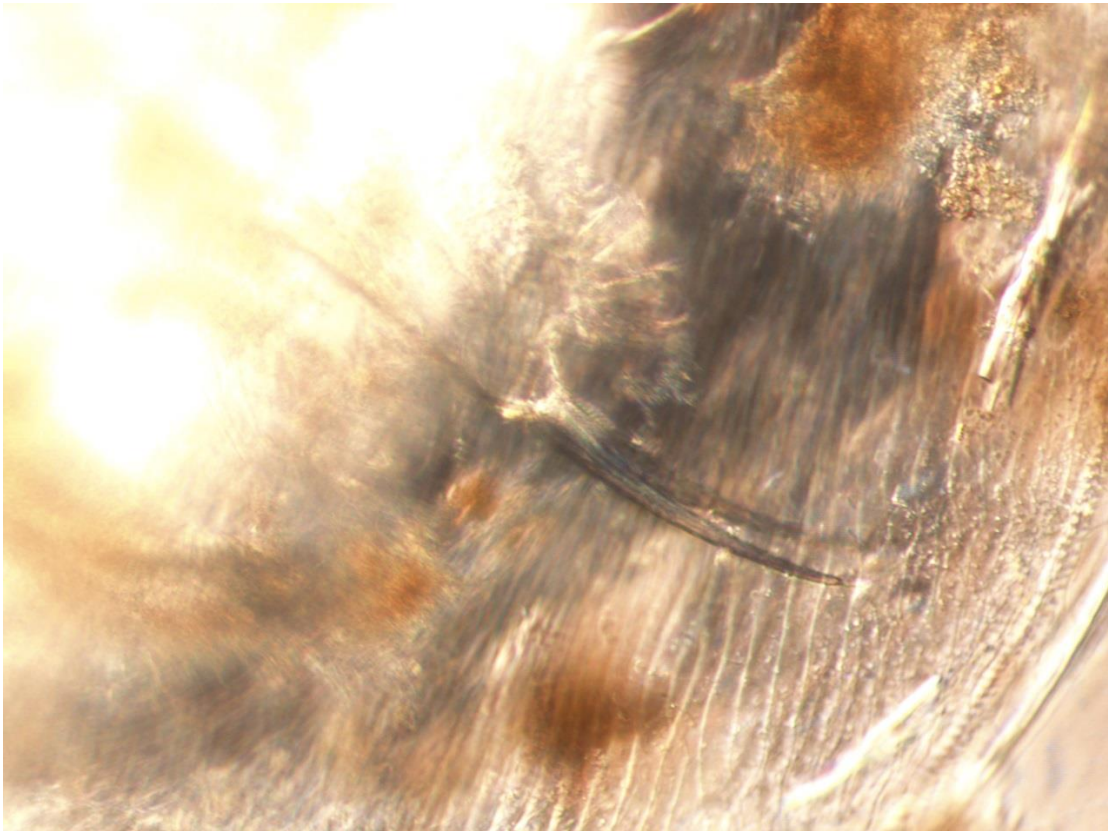




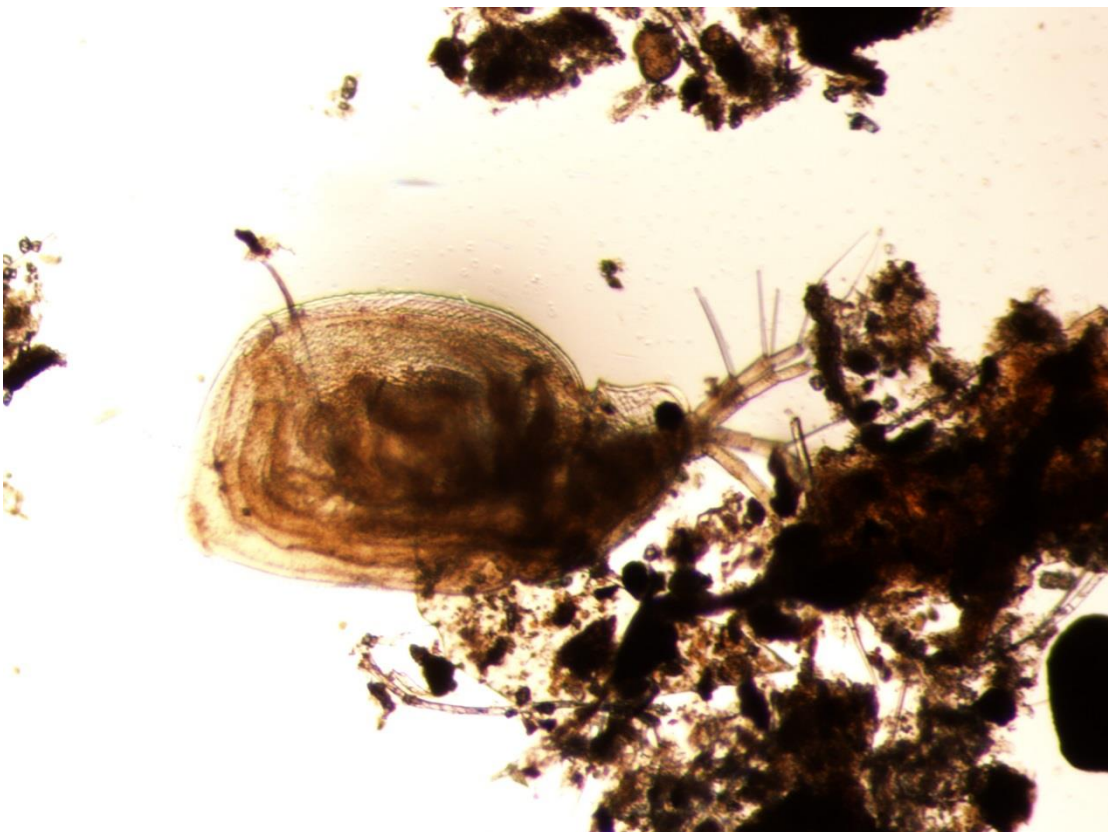
*Ceriodaphnia pulchella* – postabdomen; zvětšeno 200x.



*Simocephalus expinosus*; zvětšeno 40x.

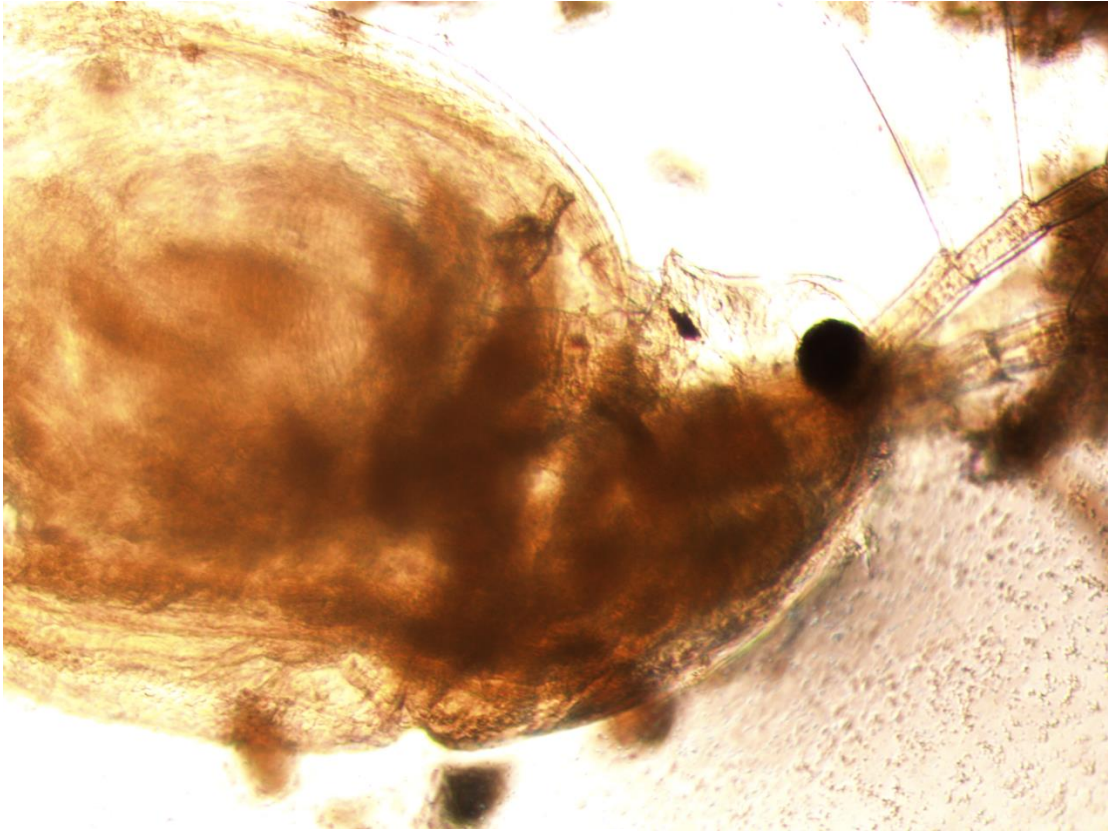


*Simocephalus expinosus* –furkální drápek; zvětšeno 100x.



*Simocephalus vetulus*; zvětšeno 40x.





*Simocephalus vetulus*- naupliové oko; zvětšeno 100x.