



Srovnání druhového složení a sezónní dynamiky společenstva zooplanktonu v nádrži Harcov a v Kunratickém rybníku.

Bakalářská práce

Studijní program:

Studijní obory:

Autor práce:

Vedoucí práce:

B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Zeměpis se zaměřením na vzdělávání

Věra Neradová

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.

Katedra chemie





Zadání bakalářské práce

Srovnání druhového složení a sezónní dynamiky společenstva zooplanktonu v nádrži Harcov a v Kunratickém rybníku.

Jméno a příjmení: **Věra Neradová**
Osobní číslo: P19000713
Studijní program: B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Specializace: Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Zeměpis se zaměřením na vzdělávání
Zadávací katedra: Katedra chemie
Akademický rok: **2020/2021**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámit se s hydrobiologickou tematikou. Zvláště se zaměřit na principy sezónní periodicity planktonu.
2. Naučit se metodiku odběru hydrobiologických vzorků. Osvojit si determinaci zooplanktonu pomocí práce s klíčem a jeho kvantifikaci pomocí počítačích komůrek.
3. Na základě získaných dat ověřit správnost teorie tzv. PEG modelu. Porovnat druhové složení a sezónní dynamiku zooplanktonu ze dvou odběrových lokalit a pokusit se vysvětlit rozdíly.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

dle potřeby dokumentace
40-60 stran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

1. ADÁMEK, Zdeněk a kolektiv. Aplikovaná hydrobiologie. 1. vyd. Vodňany: VÚRH JU Vodňany, 2008. 256 s. Učebnice. ISBN 978-80-85887-79-2.
2. BIELANSKA-GRAJN, Irena et al. *Rotifers (Rotifera) – Freshwater Fauna of Poland*. Jagiellonian University Press, 2016. ISBN 8323340862.
3. BLEDZKI, Leszek A. and RZBAK, Jan Igor. *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe Cladocera and Copepoda (Calanoida, Cyclopoida): Key to species identification*. Springer Verlag, 2016. ISBN 9783319298702.
4. DODDS, Walter and WHILES, Matt. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology (Aquatic Ecology) 3rd Edition*, Academic Press, 2019. 998 p. ISBN 978-0128132555.
5. HUDEC, Igor. *Fauna Slovenska III. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda)*. Bratislava: Veda, 2010, 496 s. EAN 9788022411417.
6. LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK. Hydrobiologie. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1992. 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
7. Sommer, Ulrich et al. 1986. PEG-model of Seasonal Succession of Planktonic Events in Fresh Waters. *Archives of Hydrobiology*. 106(4): 433-47

Vedoucí práce:

RNDr. Martina Štrojsová, Ph.D.
Katedra chemie

Datum zadání práce:

9. října 2020

Předpokládaný termín odevzdání:

17. května 2021

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan

L.S.

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

Prohlášení

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

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

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

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

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

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

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

13. července 2022

Věra Neradová

Srovnání druhového složení a sezónní dynamiky společenstva zooplanktonu v nádrži Harcov a v Kunratickém rybníku.

Abstrakt

Druhové složení a sezónní dynamika zooplanktonu v limnetických zónách liberecké přehradní nádrže Harcov a ve třetím z Kunratických rybníků ve Vratislavicích nad Nisou byly studovány v období od dubna do října roku 2021. Odebrané vzorky byly zkoumány pod mikroskopem, kde byly určovány jednotlivé taxony zachyceného zooplanktonu a jejich počty. Při každém odběru byla prováděna analýza chemicko-fyzikálních vlastností vody. Tři ze vzorků z obou monitorovaných lokalit byly podrobeny chemické analýze v laboratoři. V Harcovské přehradě bylo celkem nalezeno třináct taxonů perlooček, jeden taxon klanonožců a šestnáct taxonů vírníků. V Kunratických rybnících bylo nalezeno celkem pět druhů perlooček, neurčitelná vývojová stádia klanonožců a sedmnáct druhů vírníků. Množství taxonů perlooček bylo vyšší v přehradě, v ostatních taxonech se zkoumané lokality nelišily. Celkově byla větší početnost taxonů zooplanktonu v přehradě (23 druhů) než v rybnících (18 taxonů). Nejčastěji se vyskytujícím taxonem v obou lokalitách byly perloočky *Ceriodaphnia quadrangula* (162 ind.l⁻¹ v Harcově a 1.025 ind.l⁻¹ v rybnících) a *Leptodora kindtii* (90 ind.l⁻¹ v Harcově a 40 ind.l⁻¹ v rybnících), vírníci *Keratella cochlearis* (1.551 ind.l⁻¹ v Harcově a 1.823 ind.l⁻¹ v rybnících), *Keratella quadrata* (328 ind.l⁻¹ v Harcově a 56 ind.l⁻¹ v rybnících), *Polyarthra dolichoptera* (1.080 ind.l⁻¹ v Harcově a 187 ind.l⁻¹ v rybnících) a *Asplanchna* sp. (133 ind.l⁻¹ v Harcově a 319 ind.l⁻¹ v rybnících). Celkový počet jedinců zooplanktonu byl v Harcovské přehradě a v Kunratických rybnících ve dnech 27. 4. 2021 936 ind.l⁻¹ Harcov/133 ind.l⁻¹ rybníky, 25. 5. 2021 675 ind.l⁻¹ Harcov/66 ind.l⁻¹ rybníky, 1. 6. 2021 1.013 ind.l⁻¹ Harcov/482 ind.l⁻¹ rybníky, 29. 6. 2021 1.127 ind.l⁻¹ Harcov/4.028 ind.l⁻¹ rybníky, 26. 7. 2021 384 ind.l⁻¹ Harcov/27 ind.l⁻¹ rybníky, 17. 8. 2021 1.517 ind.l⁻¹ Harcov/2.143 ind.l⁻¹ rybníky, 26. 10. 2021 1.380 ind.l⁻¹ Harcov, 1.965 ind.l⁻¹ rybníky. (Graf 1, Graf 6)

Získaná data byla porovnána s teorií PEG modelu.

Klíčová slova

Rotifera, Cladocera, Copepoda, pelagiál, zooplankton

Comparison of the species composition and seasonal dynamics of the zooplankton community in the Harcov reservoir and in the Kunratický pond.

Abstract

The species composition and seasonal dynamics of zooplankton in the limnetic zones of the Harcov reservoir in Liberec and in the third of the Kunratic ponds in Vratislavice nad Nisou were studied in the period from April to October 2021. The collected samples were examined under a microscope, where the numbers and individual taxa of the captured zooplankton were determined. An analysis of the chemical-physical properties of the water was carried out at each sampling. Three of the samples from each of the monitored sites were subjected to chemical analysis in the laboratory. In the Harcovská Reservoir, a total of thirteen taxa of *Cladoceras*, one taxon of *Copepodas* and sixteen taxa of *Rotiferas* were found. A total of five species of *Cladoceras*, indeterminate developmental stages of *Copepodas* and seventeen species of *Rotiferas* were found in the Kunratic ponds. The amount of *Cladocera* taxa was higher in the dam, in the other taxa the studied localities did not differ. The most frequently occurring taxon were *Cladoceras Ceriodaphnia quadrangula* (162 ind.l⁻¹ in Harcov and 1,025 ind.l⁻¹ in ponds) and *Leptodora kindtii* (90 ind.l⁻¹ in Harcov and 40 ind.l⁻¹ in ponds), *Rotiferas Keratella cochlearis* (1,551 ind.l⁻¹ in Harcov and 1,823 ind.l⁻¹ in ponds), *Keratella quadrata* (328 ind.l⁻¹ in Harcov and 56 ind.l⁻¹ in ponds), *Polyarthra dolichoptera* (1,080 ind.l⁻¹ in Harcov and 187 ind.l⁻¹ in ponds) and *Asplanchna sp.* (133 ind.l⁻¹ in Harcov and 319 ind.l⁻¹ in ponds). The total number of zooplankton individuals was in the Harcovská dam and in Kunraticky ponds on 27/04/2021 936 ind.l⁻¹ Harcov/133 ind.l⁻¹ ponds, 25/05/2021 675 ind.l⁻¹ Harcov/66 ind.l⁻¹ ponds, 01/06/2021 1,013 ind.l⁻¹ Harcov/482 ind.l⁻¹ ponds, 29/06. (Chart 1, Chart 6)

.The obtained data were compared with the theory of the PEG model

Keywords

Rotifera, Cladocera, Copepoda, pelagial, zooplankton

PODĚKOVÁNÍ

Je mi velkou ctí, že mohu srdečně poděkovat své vedoucí práce, RNDr. Martině Štrojsové, Ph.D., která mě trpělivě celou prací provázela, udělovala cenné připomínky a odborné rady. Velmi jí také děkuji za pomoc při odebírání, zpracovávání vzorků a určování taxonů zooplanktonu.

Mé poděkování též patří zaměstnancům laboratoře Oddělení environmentální chemie (Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace) za rozборы vzorků vody.

Obsah

Abstrakt	1
Klíčová slova	1
Abstract	2
Keywords	2
PODĚKOVÁNÍ	3
SEZNAM OBRÁZKŮ	5
SEZNAM TABULEK	6
SEZNAM GRAFŮ	6
CÍLE PRÁCE	7
ÚVOD	8
Zooplankton a fytoplankton	8
Rozlišení planktonu	8
Vířníci (Rotifera)	8
Perloočky (Cladocera)	11
Buchanky (Cyclopoida)	12
PEG model	12
Význam a funkce přehrad	12
Význam a funkce rybníků	13
Z historie rybníkářství	13
POPIS LOKALIT	14
Liberecká Harcovská přehrada	14
Kunratické rybníky	15
METODIKA ODBĚRŮ	17
MĚŘENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH PARAMETRŮ VODY	18
ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ	19
Chemická analýza v laboratoři	19
VÝSLEDKY	20
DRUHOVÉ SLOŽENÍ A SEZÓNÍ DYNAMIKA ZOOPLANKTONU	20
Přehrada Harcov, hráz	20
Kunratické rybníky, Vratislavice nad Nisou	26
FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI VODY	31
LABORATORNÍ ROZBOR VODY	33
.....	36
Výskyt početně dominantních taxonů zooplanktonu a jeho porovnání s teplotou vody	36

DISKUSE	39
ZÁVĚR	43
GALERIE FOTOGRAFIE ZE DNE 29. 6. 2021	44
ZDROJE.....	45
Zdroj fotografií.....	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Trichocerca similis - Pivovarské rybníky 26. 10. 2021 -.....	9
Obrázek 2 Filinia longiseta (nahore) a Keratela cochlearis (dole)– Kunratické rybníky 17. 8. 2021	10
Obrázek 3 Scapholeberis mucronata - Přehrada Harcov 26. 7. 2021.....	11
Obrázek 4 Přehrada Harcov - letecký snímek s vyznačeným místem odběru	14
Obrázek 5 Přehrada Harcov – mapa s vyznačeným místem odběru.....	14
Obrázek 6 místo odběru - Přehrada Harcov.....	15
Obrázek 7 Kunratické rybníky – letecký snímek s vyznačeným místem odběru.....	16
Obrázek 8 Kunratické rybníky – mapa s vyznačeným místem odběru.....	16
Obrázek 9 místo odběru - Kunratické rybníky 17. 5. 2021	17
Obrázek 10 Kunratické rybníky 26. 7. 2021 - sběr vzorků pomocí planktonní sítě.....	18
Obrázek 11 Přehrada Harcov 29. 6. 2021 - měření Secchiho deskou	18
Obrázek 12 Přehrada Harcov 26. 7. 2021 - měření hodnot multiparametrickým přístrojem	19
Obrázek 13 Keratella quadrata, Polyarthra dolichoptera - Přehrada Harcov 17. 8. 2021	21
Obrázek 14 Scapholeberis mucronata	22
Obrázek 15 Pleuroxus truncatus	22
Obrázek 16 Ceriodaphnia quadrangula.....	26
Obrázek 17 Brachionus calyciflorus - Kunratické rybníky	30
Obrázek 18 Polyarthra vulgaris - Kunratické rybníky 26. 10. 2021	31
Obrázek 19 Kunratické rybníky 17. 8. 2021.....	39
Obrázek 20 Výstraha ČHMÚ ze dne 17. 7. 2021	40
Obrázek 21 Přehrada Harcov 18. 7. 2021, zdroj fotografie: vlastní	41
Obrázek 23 foto z odběru 29. 6. 2021.....	44
Obrázek 22 foto z odběru 29. 6. 2021.....	44
Obrázek 25 foto z odběru 29. 6. 2021.....	44
Obrázek 24 foto z odběru 29. 6. 2021.....	44
Obrázek 26 foto z odběru 29. 6. 2021.....	44
Obrázek 27 foto z odběru 29. 6. 2021.....	44
Obrázek 28 foto z odběrů ze dne 29. 6. 2021	45
Obrázek 29 foto z odběrů ze dne 29. 6. 2021	45
Obrázek 30 foto z odběrů ze dne 29. 6. 2021	45
Obrázek 31 foto z odběrů ze dne 29. 6. 2021	45

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Zooplankton - přehrada Harcov.....	23
Tabulka 2 Zooplankton - Kunratické rybníky.....	27
Tabulka 3 Fyzikálně chemické vlastnosti vody naměřené v přehradě Harcov.....	32
Tabulka 4 Fyzikálně chemické vlastnosti vody naměřené v Kunratických rybnících.	32
Tabulka 5 Hodnoty vody v přehradě Harcov a Kunratickém rybníku z chemické analýzy provedené v laboratoři.....	34
Tabulka 6 Dominantní výskyt zooplanktonu v porovnání s teplotou vody - přehrada Harcov.....	37
Tabulka 7 Dominantní výskyt zooplanktonu v porovnání s teplotou vody - Kunratické rybníky.....	37

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Celkový počet jedinců v ind.l ⁻¹ - přehrada Harcov.....	23
Graf 2 Celkový počet taxonů - přehrada Harcov.....	24
Graf 3 Cladocera ind.l ⁻¹ - přehrada Harcov.....	24
Graf 4 Copepoda ind.l ⁻¹ - přehrada Harcov.....	25
Graf 5 Rotifera ind.l ⁻¹ - přehrada Harcov.....	25
Graf 6 Kunratické rybníky - celkový počet jedinců v ind.l ⁻¹	27
Graf 7 Kunratické rybníky - celkový počet taxonů.....	28
Graf 8 Cladocera ind.l ⁻¹ - Kunratické rybníky.....	28
Graf 9 Copepoda ind.l ⁻¹ - Kunratické rybníky.....	29
Graf 10 Rotifera ind.l ⁻¹ - Kunratické rybníky.....	29
Graf 10 Hodnoty TOC, dusičnanů a celkového fosforu mg·l ⁻¹ v přehradě Harcov.....	34
Graf 11 Hodnoty chloridů, Mg, Ca a Na v mg·l ⁻¹ v přehradě Harcov.....	35
Graf 12 Hodnoty TOC, dusičnanů a celkového fosforu v mg·l ⁻¹ v Kunratických rybnících.....	35
Graf 13 Hodnoty chloridů, Mg, Ca a Na v mg·l ⁻¹ v Kunratických rybnících.....	36
Graf 15 teplota vody - přehrada Harcov.....	38
Graf 16 teplota vody - Kunratické rybníky.....	38

CÍLE PRÁCE

Výskyt zooplanktonu je významným indikačním parametrem pro posouzení životního prostředí. Informace o počtu druhů a početnosti jedinců umožňuje získat důležité informace vypovídající o stavu stojatých vod. Pro provedené analýzy jsou významné jak přítomnost, tak i nepřítomnost jednotlivých druhů, počet jedinců a zastoupení vývojových stádií. Rozmanitost zooplanktonu vypovídá nejen o fyzikálně chemických vlastnostech vody, rybí osádce, ale reaguje i na celkový stav okolního prostředí.

Cílem této práce bylo, pokud možno, co nejpřesněji zachytit druhové spektrum společenstva zooplanktonu vyskytující se u hráze liberecké přehrady Harcov, dále ve třetím rybníku ze soustavy Kunratických rybníků ve Vratislavicích nad Nisou a interpretovat důvody změn v jejich sezónním složení. Monitoring druhového složení a početnosti zooplanktonu byl proveden v období od dubna do konce října 2021

ÚVOD

Zooplankton a fytoplankton

Plankton tvoří drobné organismy, které jsou schopné se vznášet nebo plavat, ale nedokáží odolávat vodnímu proudu silnějším než $2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ (Hartman et al. 1998). Planktonní organismy jsou schopni se rychle rozmnožovat, v jejich složení se odráží trofie nádrže, stav rybí osádky i různé změny prostředí. Podle Schuberta a Lelláka (1973) je prostředí pelagiálu méně rozmanité, než prostředí litorálu, ve kterém je větší druhová diverzita planktonu.

Podle složení zooplanktonu můžeme odhadnout kvalitu vody. Přítomnost vírníků například značí velké množství kyslíku (Příkryl 1996, Hartman et al. 1998).

Rozlišení planktonu

Plankton se rozlišuje na fytoplankton, zooplankton, bakterioplankton a virioplankton.

Fytoplankton

Mezi fytoplanktonní organismy řadíme sinice (Cyanobacteria) a řasy (Algae), které mohou být jednobuněčné, ale mohou mít i buněk hodně. Fytoplankton je významnou složkou potravy pro herbivorní organismy, z tohoto důvodu je také limitujícím faktorem pro růst populací zooplanktonu (Zadinová 2013).

Zooplankton

Hlavní složku zooplanktonu tvoří mikroskopičtí živočichové. Vyskytují se v něm prvoci, různé larvy hmyzu, například koretovití, vírníci (Rotifera), korýši buchanky (Cyclopoida) a perloočky (Cladocera).

V této práci jsou zkoumáni právě vírníci, perloočky a buchanky.

Bakterioplankton

Tento typ planktonu je tvořen společenstvími bakterií. Má důležitou úlohu při rozkladu detritu a významnou roli v biogeochemických cyklech prvků, kterými jsou uhlík, dusík, kyslík a fosfor.

Virioplankton

Skrádá se především z bakteriofágových virů a některých eukaryotických řas. Jeho hlavní význam spočívá v remineralizaci živin v biogeochemických cyklech, je součástí trofického řetězce.

Vírníci (Rotifera)

Vírníci jsou převážně sladkovodní drobní živočichové, jejichž délka těla se zpravidla pohybuje mezi 0,1 až 0,5 mm (Obr. 1, Obr. 2). Svě jméno dostali podle věnce neustále vířících brv, které mají kolem úst (Bartoš 1959). Tento zatažitelný vířivý orgán přihání potravu k jejich ústům a zároveň umožňuje plavání. Pro vírníky je charakteristický stálý počet buněk, z tohoto důvodu nejsou schopni regenerace.

Tito živočichové mají schopnost anabiózy. V případě nedostatku vlhkosti si vytvoří pevnou schránku a omezí své životní funkce na minimum (Hanzák et al. 1973). Díky tomu mohou přečkat dlouhé období úplně bez vody.

Vířníci se rozmnožují vajíčky, která jsou většinou neoplozená, protože samečci se vyskytují jen v určitých časových obdobích a vůbec nepřijímají potravu (Hrabě et al. 1954), u některých druhů chybí úplně. Jsou mezi prvními zástupci zooplanktonu, kteří se na jaře ve vodách vyskytují. Jejich potravou jsou drobné řasy, prvoci, bakterie a částice detritu. Za příznivých podmínek jejich počty rychle narůstají. Vířníci jsou nároční na obsah kyslíku ve vodě, jejich přítomnost indikuje dobré kyslíkové poměry v rybníce (Hartman et al. 1998).



Obrázek 1 *Trichocerca similis* - Pivovarské rybníky 26. 10. 2021 -



Obrázek 2 *Filinia longiseta* (nahore) a *Keratella cochlearis* (dole) – Kunratické rybníky 17. 8. 2021

Perloočky (Cladocera)

Drobní korýši perloočky obývají převážně stojaté nebo mírně tekoucí vody (Obr. 3), jsou nejběžnější potravou rybí osádky. (Hartman a Regenda 2014). Velikost perlooček se různí podle druhu, ale zpravidla se pohybuje v rozmezí 0,25 – 10 mm. Dravé druhy jsou větší a herbivorní menší. Jejich tělo je uloženo ve dvouchlopňové skořápce, ta může být u dravých druhů redukována. Skořápka rozděluje její tělo na dva funkční prostory. Břišní prostor je filtrační, hřbetní zárodečný (Hrabě et al. 1954).

Na perloočkách je nejvýznamnější jejich velké složené oko, podle kterého dostaly jméno. Zpravidla mívají i vedlejší naupliové oko. První menší pár antén plní smyslovou funkci, k pohybu slouží druhý mohutný pár, který je opatřen štětinami, aby se jimi perloočka mohla lépe opřít o vodu (Hanzák et al. 1973). Jejich listové nožky jsou uzpůsobeny k filtraci potravy a k dýchání. Dravé taxony mají končetiny delší a slouží jim k lapání a přidržování kořisti. Konec těla je zpravidla opatřen dvěma silnými drápkami.

U perlooček je zřetelně vyvinuta pohlavní dvojtvarnost. Rozmnožují se však po většinu roku partenogeneticky a celý vývoj vajíček probíhá v plodovém prostoru samiček. Naupliové stadium perlooček chybí, z vajíčka se líhne mládě vzhledem podobné rodičům. K líhnutí samečků a pohlavnímu rozmnožování dochází za nepříznivých podmínek, zpravidla na podzim (Hrabě et al. 1954).

U některých druhů z rodů *Daphnia* nebo *Bosmina* může docházet k cyklomorfóze, ta se projevuje nápadnými změnami velikosti a tvaru těla během roku (Čejnová 2016). V letních měsících se jim přílbovitě zvýší hlava, zatímco v zimních měsících mají hlavu nízkou a kulatou. Vyskytující se sezónní polymorfismus je adaptací na změněné prostředí, spouštěcím faktorem může být teplota vody. Čejnová (2016) uvádí, že ryby uvolňují chemické látky kairomony, díky kterým perloočky dokáží zjistit jejich přítomnost. Na výskyt rybího predátora reagují změnou velikosti svých potomků, kteří se stávají menší a tím se stanou pro ryby téměř neviditelné. Obrannou taktikou některých perlooček zase je, že za světla, kdy jsou predátoři aktivní, sestupují na dno a v noci vyplouvají k hladině (Macháček a Sed'a 1998).



Obrázek 3 *Scapholeberis mucronata* - Přepraha Harcov 26. 7. 2021

Buchanky (Cyclopoida)

Buchanky jsou drobní korýši s článkovaným tělem, rozdělitelným na pět až šest článků hlavohrudních a čtyři až pět článků zadečkových (Hrabě et al. 1954). Velikost buchanek v ČR se pohybuje v rozmezí 1–2 mm. Potravu buchanek tvoří plankton malých velikostí.

Krunýř nemají vyvinut. Na hlavě mají jediné oko, složené ze tří původních (Hanzák et al. 1973) a nápadně velká tykadla. Tykadla samců, která slouží k přichycení samice při páření, mají jiný tvar než tykadla samic.

Čtyři páry veslovitých hrudních nožek slouží k pohybu. Pohyb buchanek je pozoruhodný. Při každém poskoku bijí hrudní nohy neobyčejnou rychlostí až šedesáti úderů ve vteřině vpřed i vzad, zatímco velká tykadla prvního páru, aby nepřekážela, jsou pasivně přiložena podél těla (Hanzák et al. 1973).

Buchanky jsou gonochoristé s pohlavním rozmnožováním. Samice nosí vajíčka po stranách zadečku v jednom nebo dvou zvláštních a nápadných vaječných váčcích, ze kterých se líhne larva. Larva ve svém vývoji prochází šesti naupliovými stádii a pěti až šesti kopepoditovými stádii, kdy jí postupně narůstají tělní články.

PEG model

Teorie PEG modelu se zabývá zákonitostmi sezónního vývoje planktonu ve sladkých vodách (Sommer et al. 1986 a 2012). Poukazuje na opakování se pravidelných cyklů, ve kterých se během roku mění složení i druhy fytoplanktonu a v souvislosti s ním zooplanktonu. Teorie fází vývoj do dvaceti čtyřech, na sebe navazujících kroků. Cyklus začíná koncem zimního období, zvětšuje se množství slunečního svitu, který startuje růst rychle narůstajícího fytoplanktonu. Úroda malých řas je požírána herbivorním zooplanktonem, který přečkal zimu v kopepoditových stádiích a s přibývajícím potravou se rychle množí, přidávají se další, pomaleji rostoucí, druhy zooplanktonu. V okamžiku, kdy se velké druhy zooplanktonu (převážně z rodu *Daphnia*) namnoží tak, že řasy nestačí dorůst, pokračují v růstu pouze nejedlé řasy, nastává fáze „clear water“.

Herbivorní plankton nemá co požírat, jeho stavy klesají, tomu napomáhá i predace ryb. Přežívají menší zástupci zooplanktonu. Nastává letní růstový nárůst řas, růst řas limituje vyčerpání živin, při nedostatku fosforu nahrazují zelené řasy rozsivky, nedostatek křemíku vede k nárůstu sinic, nedostatek dusíku vede ke zvýhodnění dusík fixujících sinic. Převažují malé druhy zooplanktonu, které fluktuují, jejich vývoj ovlivňuje teplota. Množí se fytoplankton adaptovaný na míchání vody ve vodním sloupci, také je zvýhodněn růst rozsivek, provází je nárůst malých jedlých řas, s tím souvisí podzimní maximum zooplanktonu, u kterého přibývají i větší druhy. S podzimními měsíci klesá množství slunečního záření, teplota vody se snižuje, tím klesá růstová rychlost fytoplanktonu. Snížená teplota a malé množství potravy způsobí pokles zooplanktonu, některé jeho druhy vytváří klidová stadia. Nastává zimní období a cyklus se bude opakovat.

Význam a funkce přehrad

Jedná se o vodní nádrže vzniklé přehrazením vodního toku hrází. Jejich účelem je především ochrana před povodněmi, jako zdroj pitné vody a vyrovnávání průtoku řek. Další jejich funkcí je zadržování vody, slouží jako zdroj vody pro zásobení průmyslových odvětví. Některé z přehrad slouží jako vodní elektrárny, elektrickou energii vyrábějí ekologickým způsobem,

s minimálním dopadem na životní prostředí. V současnosti jsou přehradní nádrže hojně využívány k rekreaci, vodním sportům a rybolovu.

Význam a funkce rybníků

Jsou to uměle vybudované a vypustitelné vodní nádrže s malou hloubkou (dva až tři metry). Většina rybníků má přítok i odtok. Přirozeně zadržují vodu v krajině, v zamokřeném území stahují vodu do jednoho místa. Kromě ryb se na nich chová vodní drůbež, mají i krajinotvornou a rekreační funkci.

Neopomenutelný význam mají též jako prostor pro hnízdění vodního ptactva, slouží ptákům i jako zastávka při jejich migraci. Okolí rybníků tvoří zázemí pro mnoho chráněných druhů živočichů. V České republice je minimální výskyt jezer přirozeně vzniklých, například karových, vytvořených pohyby ledovce nebo rašelinných, napájených spodní vodou. Rybníky v našich podmínkách jezera supluje, stávají se biotopy pro vodní organismy, které pocházejí z tůní a aluvií (Adámek et al., 2008).

Hlavním rozdílem mezi přehradní nádrží a rybníkem je způsob využití a doba zdržení vody. Rybník slouží především k chovu ryb a jeho další funkce jsou pouze okrajové (Pechar a Potužák 2006). Oproti přehradě je mělčí, s menší rozlohou. Přehrada slouží především jako ochranný prvek proti povodním, její účel je retenční, slouží jako zdroj pitné vody a pro výrobu elektrické energie. K rybářství se využívá jen rekreačně.

Z historie rybníkářství

V naší zemi má rybníkářství historickou tradici. První písemné záznamy o zakládání rybníků a jejich využívání pocházejí již z 11. a 12. století. Rybníky patřily do vlastnictví klášterů, choval se v nich hlavně kapr, který byl postním jídlem. Ve 13. století se rybníky stávají součástí feudálních panství. V tomto období, za doby Karla IV., dochází k významnému rozvoji rybníkářství. Ve století 15. patřilo mezi nejvýznamnější rybníkářské oblasti východočeské Polabí (Kalicovová 2015). Na začátku 16. století se přistupuje z důvodů třístupňové chovné metody ryb k budování celých rybníčních soustav.

V druhé polovině 16. století docházelo k opadnutí činnosti rybářů, vhodné terény již byly využívány a budování rybníků v méně vhodných lokalitách bylo ekonomicky nevýhodné. Ve výstavbě rybníků pokračovala jen některá panství. O největší rozvoj se postaral na panství jihočeských Rožmberků Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan, který rozšířil třeboňskou rybníční soustavu. (Procházková 2013)

Počátek 19. století byl ve znamení velkého rušení rybníků. Příčinou byl změna v systému hospodářství, které se orientovalo na rostlinnou výrobu. Byla vysušena více než polovina rybníků (Sládeček 1986). V tomto zbytku rybníkáři usilovali o zvýšení výnosů. Některé ze zrušených rybníků byly obnoveny.

V současnosti tvoří rybníky 16 vodohospodářských soustav, hlavně v povodí Lužnice a Nežárky.

POPIS LOKALIT

Liberecká Harcovská přehrada

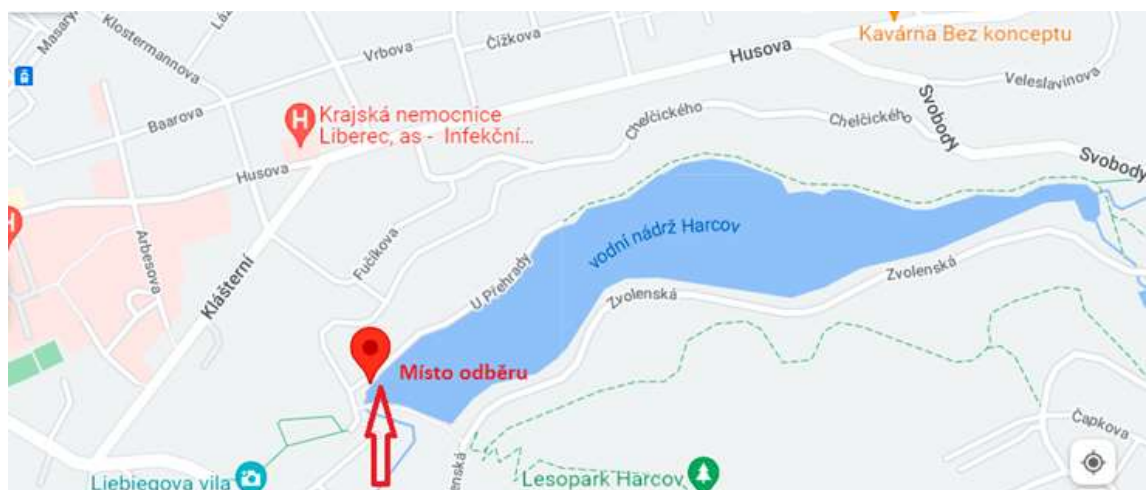
Přehrada se nachází téměř v centru Liberce (Obr. 4, 5 a 6). Vystavěna byla v roce 1904 za účelem ochrany před povodněmi a jako zásobárna vody pro průmyslovou činnost. Její hráz je vysoká 20,5 metrů i se základy, dlouhá je 157 metrů. Potřeba její výstavby byla důsledkem největší povodně, která město Liberec v roce 1897 postihla. Jméno má po potoce, který ji napájí a také po městské přilehlé čtvrti Starý Harcov. Pro sběr zooplanktonu bylo vybráno místo nedaleko hráze, u kovových schůdků vedoucích do vody (50°46'08.2"N; 15°04'11.9"E, Obr. 5 a 6).

Přehrada Harcov je nejstarší v České republice. S maximální hloubkou 13 m a plochou 11,8 hektarů dokáže zadržet až 630 000 m³ vody. V současnosti přehradu provozuje společnost

Povodí Labe, státní podnik. I vzhledem k tomu, že její okolí tvoří převážně zalesněné vrchy s pěšinami, je dnes využívána především pro rekreaci obyvatel Liberce.



Obrázek 4 Přehrada Harcov - letecký snímek s vyznačeným místem odběru



Obrázek 5 Přehrada Harcov – mapa s vyznačeným místem odběru



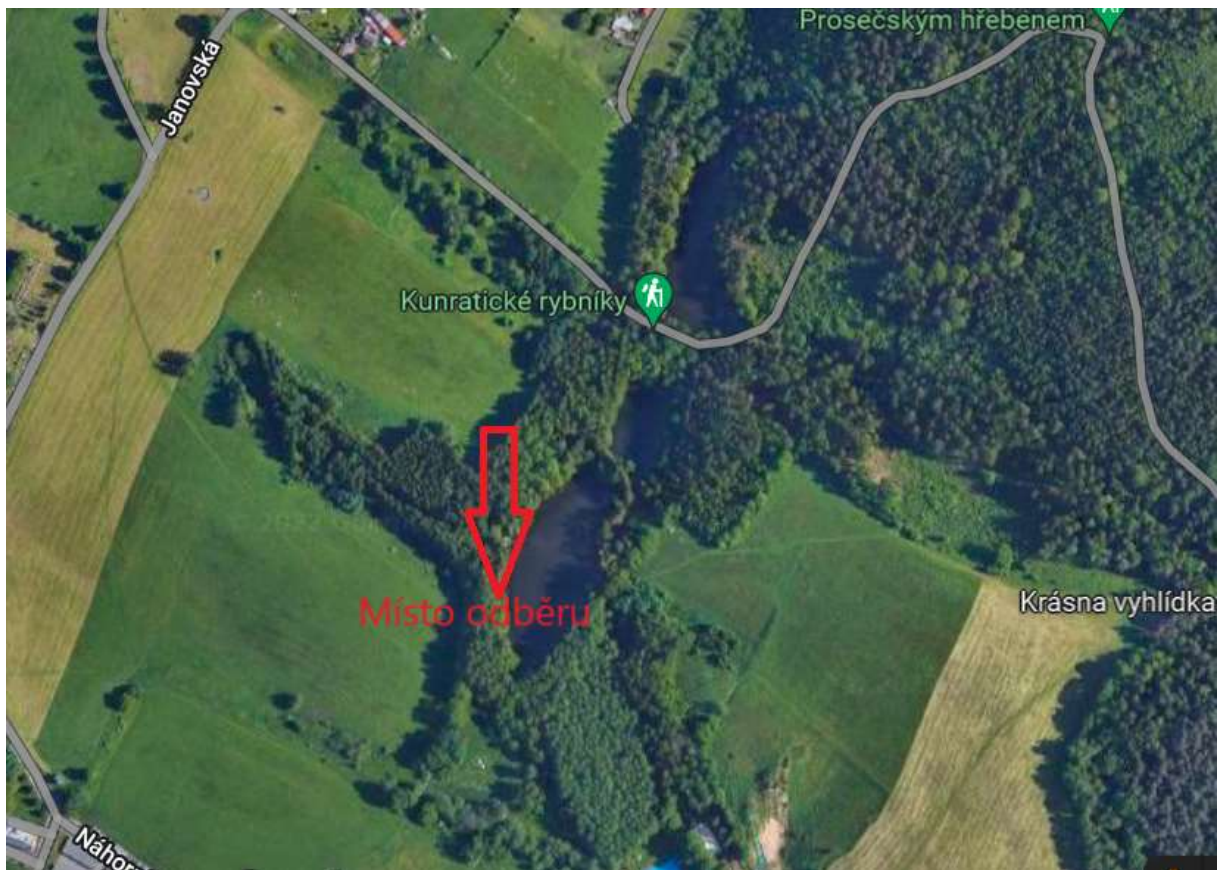
Obrázek 6 místo odběru - Přehrada Harcov

Kunratické rybníky

Kunratické rybníky tvoří soustava tří, po sobě následujících vodních ploch, nacházejících se v lesní části Vratislavic nad Nisou u Liberce, v údolí pod Prosečským hřebenem (Obr. 7 a 8). Pro výzkum výskytu zooplanktonu byl vybrán třetí, poslední z rybníků, ležící nejbliže ke koupališti Sluníčko (Obr. 9). Zde byly odběry prováděny v příbřežní partii na pravém boku rybníku (50°44'52.4"N 15°05'58.0"E, Obr. 7 a 8), z místa vyhledávaného rybáři.

Rybníky, umístěné na kraji lesa, jsou spolu s opodál položenými rybníky pivovarskými největším seskupením vodních ploch ve Vratislavicích nad Nisou. Napájeny jsou Vratislavickým a Kunratickým potokem. Byly zbudovány kolem roku 1874 pro potřeby vratislavického pivovaru. Voda z nich ale nebyla používána přímo pro vaření piva. Dodávaly vodu pro technologické procesy a v zimě z nich byl těžen led, který sloužil ke chlazení piva v pivovarských sklepích.

V současnosti rybníky náležejí do rybářského revíru Nisa Lužická II, jsou v soukromém vlastnictví. Díky krásnému lesnímu okolí jsou i častou zastávkou a místem odpočinku na místních turistických stezkách.



Obrázek 7 Kunratické rybníky – letecký snímek s vyznačeným místem odběru



Obrázek 8 Kunratické rybníky – mapa s vyznačeným místem odběru



Obrázek 9 místo odběru - Kunratické rybníky 17. 5. 2021

METODIKA ODBĚRŮ

V období od dubna do konce října 2021 bylo zrealizováno celkem sedm odběrů na každém z obou stanovišť, a to přibližně vždy po třech až čtyřech týdnech. První odběr byl zrealizován 27. 4. 2021, k poslednímu odběru došlo 26. 10. 2021. Odběry vzorků byly prováděny v odpoledních hodinách.

Nejprve byla na odběrovém místě sběračem (tzv. Andělovou tyčí) od hladiny do hloubky 49 cm (délka odběrového zařízení) nabráno do barelu 10 litrů vody z několika míst kolem odběrového místa, aby následně byla procezena přes planktonní síť o velikosti ok 20 μm . Při odběrech bylo dbáno na to, aby nedošlo k nabrání zvířeného sedimentu. Hloubka u břehu byla většinou jen o málo větší než délka sběrače.

Planktonní síť byla vybavena výpustným kohoutkem, kterým byl zachycený materiál převeden do umělohmotné vzorkovnice. Vzorky byly zafixovány formaldehydem na výslednou koncentraci přibližně 4 %. Síť byla důkladně očištěna opakovaným ponořením do vody a rychlým vytažením, při čemž byl ponechán výpustní kohout otevřený.

Další vzorek z místa byl získán jedním až dvěma vrhy planktonní sítě do vody do vzdálenosti přibližně pěti metrů od břehu (Obr. 10). Síť byla horizontálním směrem pomalu tažena po hladině zpět ke břehu. I tento vzorek síťového planktonu byl převeden do umělohmotné vzorkovnice a byl použit pro potřeby určování taxonů z živého vzorku. Vzorek byl fixován formaldehydem až po jeho mikroskopické analýze.

Každý ze vzorků byl označen popisem permanentním fixem přímo na vzorkovnici, které byly uzavřeny šroubovacím nepropustným víčkem a uloženy do přepravního boxu. V popisech byl uváděn den odběru, místo, velikost ok planktonní sítě, případně objem přefiltrované vody.



Obrázek 10 Kunratické rybníky 26. 7. 2021 - sběr vzorků pomocí planktonní sítě

MĚŘENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH PARAMETRŮ VOD

Při každém z odběrů byla změřena průhlednost vody kruhovou černobílou Secchiho deskou (Obr. 11). Zároveň byla za pomoci přenosného multiparametrického přístroje WTW Multi 3620 IDS (WTW, Německo; Obr. 12) ze smíšeného vzorku vzniklém odebráním vody pomocí Andělovy tyče naměřena hodnota pH, koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě, teplota a vodivost vody.



Obrázek 11 Přebrada Harcov 29. 6. 2021 - měření Secchiho deskou



Obrázek 12 Přepraha Harcov 26. 7. 2021 - měření hodnot multiparametrickým přístrojem

ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ

Živé vzorky byly zpracovány vždy hned po návratu z terénu. Kapka vody se vzorkem byla nabrána pipetkou a pod krycím sklem zkoumána pod mikroskopem (Optika B-383PL). Při zkoumání živého vzorku se upřednostňovalo určování druhů přítomného zooplanktonu, ne jeho počítání.

Pro determinaci a počítání zakonzervovaného zooplanktonu byl do počítací komůrky vytvořen podvzorek, jehož objem byl přizpůsoben počtu zooplanktonu. Objem tohoto podvzorku se pohyboval od 50 do 120 ml. K určení početnosti zooplanktonu bylo použito komůrky typu „Sedgwick-Rafter“ o objemu 1,5 ml. Komůrka byla svislými pruhy rozdělena na 15 dílů.

Do komůrky bylo potřebné množství aplikováno pipetou tak, aby byla pokryta celá její plocha bez bublinek. Každý vzorek byl počítán minimálně ve dvou komůrkách. V jednom vzorku bylo napočítáno vždy více než 300 jedinců. Spočítaný vzorek byl navrácen zpět do své vzorkovnice.

V průběhu mikroskopování byla stanovena četnost jednotlivých druhů perlooček, klanonožců a vířníků. Pro určení druhu buchanky byla použita dospělá samice. Klanonožci jsou ve svých vývojových stádiích špatně určitelní, z tohoto důvodu (nebyla-li přítomna dospělá samice) byli zaznamenáni jako nauplia a kopepoditi. U vybraných jedinců druhů byly pořízeny fotografie a u některých jedinců byla též změřena jejich velikost.

Pro určení zooplanktonních jedinců do taxonomických skupin a druhů byla použita následující determinační literatura: Błędzki and Rybak 2016, Bielanska–Grajn 2017, Hudec 2020.

Chemická analýza v laboratoři

Do dvou plastových vzorkovnic (objem 100 ml a 500 ml) se odebrala voda ze smíšeného vzorku a tyto vzorky byly použity k chemickému rozboru, který byl proveden celkem třikrát, z odběrů provedených ve dnech 25.05.2021, 26.07.2021 a 26.10.2021. Rozbor byl vypracován zaměstnanci laboratoře Oddělení environmentální chemie (Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace).

VÝSLEDKY DRUHOVÉ SLOŽENÍ A SEZÓNÍ DYNAMIKA ZOOPLANKTONU

Přehrada Harcov, hráz

V liberecké přehradě Harcov bylo za sledované období duben až říjen 2021 celkově nalezeno 30 taxonů zooplanktonu (Tab. 1). Z toho bylo 13 taxonů perlooček, 1 taxon klanonožců a 16 taxonů vírníků (Graf 2). Nejčastěji byly zachyceny taxony *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera* (Obr 13) a *Brachionus calyciflorus*. V největším počtu se vyskytovali v odběrech vírníci *Keratella cochlearis*, ve vzorcích bylo nalezeno celkem 1.551 ind.l⁻¹, následoval druh *Polyarthra dolichoptera* 1.080 ind.l⁻¹ (kterého bylo nejvíce ve vzorku z 27. 4. 2021, 684 ind.l⁻¹), třetím v pořadí byl nejčastěji nalezeným vírníkem *Keratella quadrata*, v počtu 328 ind.l⁻¹. Ve velkém množství se nárazově vyskytl ve vzorku z 26. 10. 2021 vírník *Ascomorpha ovalis*, v počtu 560 ind.l⁻¹ (Graf 5).

Z perlooček byly nejčastěji a s největší abundancí nalezeny *Ceriodaphnia quadrangula*, v celkovém počtu 162 ind.l⁻¹ (s největším výskytem v odběru ze dne 29. 6. 2021, kdy bylo napočítáno 96 ind.l⁻¹), druhým nejčastěji a nejpočetnějším zaznamenaným druhem byly perloočky *Leptodora kindtii*, v počtu 90 ind.l⁻¹. Ostatní druhy perlooček byly objeveny nárazově, není výjimkou zachycení pouze jednou za celé monitorované období. Jednorázově objevenými perloočkami byly: *Alona rectangula*, 27. 4. 2021 v počtu 6 ind.l⁻¹, *Alonella nana*, 29. 6. 2021, v počtu 21 ind.l⁻¹, *Bosmina longirostris*, 26. 7. 2021, v počtu 12 ind.l⁻¹, *Ceriodaphnia reticulata*, 29. 6. 2021, v počtu 53 ind.l⁻¹, *Diphasonoma brachyurum*, 26. 7. 2021, v počtu 66 ind.l⁻¹, *Chydorus latus*, 27. 4. 2021, v počtu 6 ind.l⁻¹, *Moina brachiata*, 26. 10. 2021, v počtu 30 ind.l⁻¹, *Pleuroxus truncatus* (Obr. 15), 17. 8. 2021, v počtu 12 ind.l⁻¹, *Polyphemus pediculus*, 26. 7. 2021, v počtu 60 ind.l⁻¹, *Scapholeberis mucronata*, (Obr. 14) 26. 7. 2021, v počtu 12 ind.l⁻¹, *Symocephalus vetulus*, 27. 4. 2021, v počtu 6 ind.l⁻¹ (Graf 3).

Jediným klanonožcem, kterého se podařilo určit, a to pouze podle jedné nalezené dospělé samice, byl *Acanthocyclops americanus*. Ostatní zástupci klanonožců byli zaznamenaní ve vývojovém stádiu *nauplius*, 912 ind.l⁻¹ a ve stádiu *kopepoditovém*, v počtu 1.391 ind.l⁻¹. Obě vývojová stadia byla zaznamenána ve všech odběrech (Graf 4).



Obrázek 13 *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera* - Přepraha Harcov 17. 8. 2021



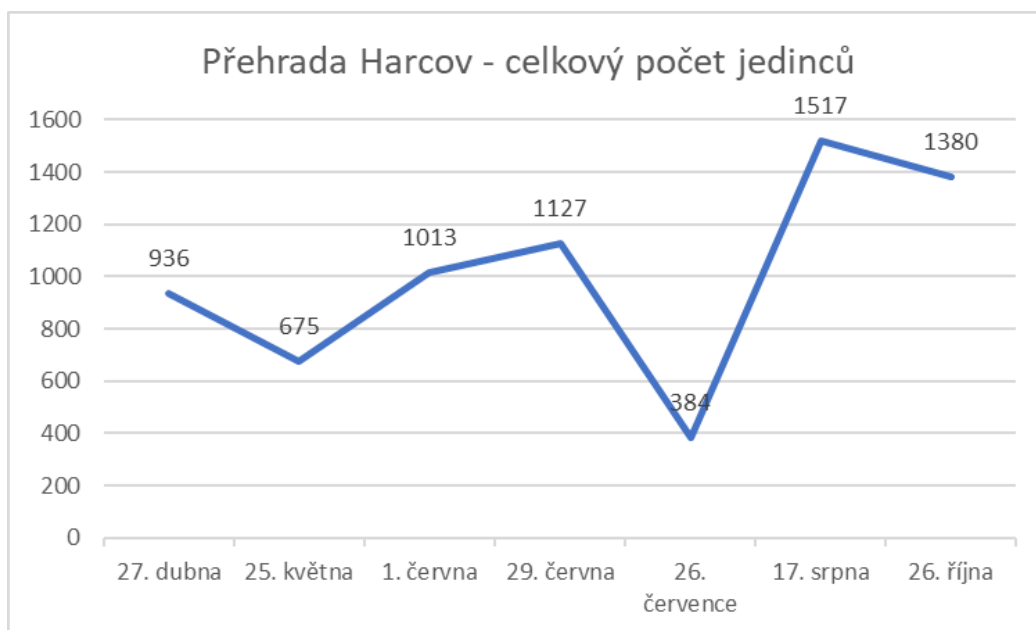
Obrázek 14 *Sapholeberis mucronata*



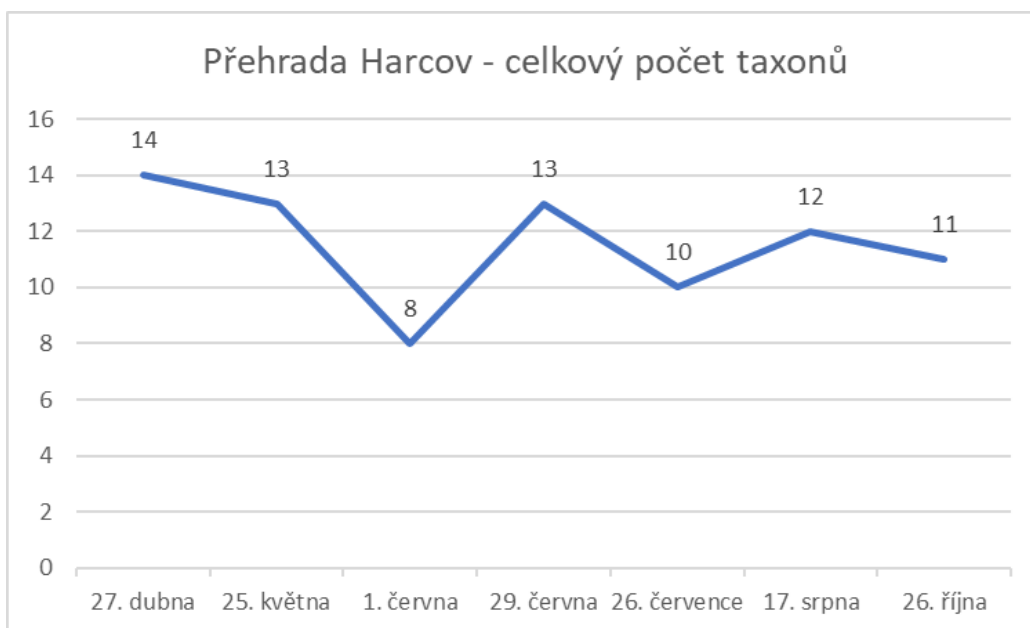
Obrázek 15 *Pleuroxus truncatus*

PELAGIÁL							
Přehrada Harcov, Liberec							
	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹
	27.04.2021	25.05.2021	01.06.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
Cladocera (perloočky)							
<i>Alona rectangula</i>	6	0	0	0	0	0	0
<i>Alonella nana</i>	0	0	0	21	0	0	0
<i>Bosmina longirostris</i>	0	0	0	0	12	0	0
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	0	0	0	96	6	30	30
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	0	0	0	53	0	0	0
<i>Diphasonomia brachyurum</i>	0	0	0	0	66	0	0
<i>Chydorus latus</i>	6	0	0	0	0	0	0
<i>Leptodora kindtii</i>	0	40	0	32	0	18	0
<i>Moina brachiata</i>	0	0	0	0	0	0	30
<i>Pleuroxus truncatus</i>	0	0	0	0	0	12	0
<i>Polyphemus pediculus</i>	0	0	0	0	60	0	0
<i>Scapholeberis mucronata</i>	0	0	0	0	12	0	0
<i>Symocephalus vetulus</i>	6	0	0	0	0	0	0
celkový počet jedinců	18	40	0	202	156	60	60
celkový počet taxonů	3	1	0	4	5	3	2
Copepoda (klanonožci)							
	27.04.2021	25.05.2021	01.06.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
nauplius	102	132	267	128	18	238	27
koepoditové stádium	84	18	53	176	36	544	480
<i>Acanthocyclops americanus</i>	0	0	0	0	0	12	0
celkový počet jedinců	186	150	320	304	54	794	507
celkový počet taxonů	2	2	2	2	2	3	2
Rotifera (vřnící)							
	27.04.2021	25.05.2021	01.06.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
<i>Asplanchna sp.</i>	6	22	69	12	12	12	0
<i>Ascomorpha ovalis</i>	0	4	0	0	0	0	560
<i>Brachionus angularis</i>	0	40	80	0	0	0	0
<i>Keratella cochlearis</i>	24	348	459	411	126	123	60
<i>Keratella quadrata</i>	18	55	37	75	0	123	20
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	684	16	48	123	36	0	173
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0	0	0	0	0	405	0
celkový počet jedinců Rotifera	732	485	693	621	174	663	813
celkový počet taxonů Rotifera	9	10	6	7	3	6	7
Celkový počet jedinců	936	675	1013	1127	384	1517	1380
Celkový počet taxonů	14	13	8	13	10	12	11

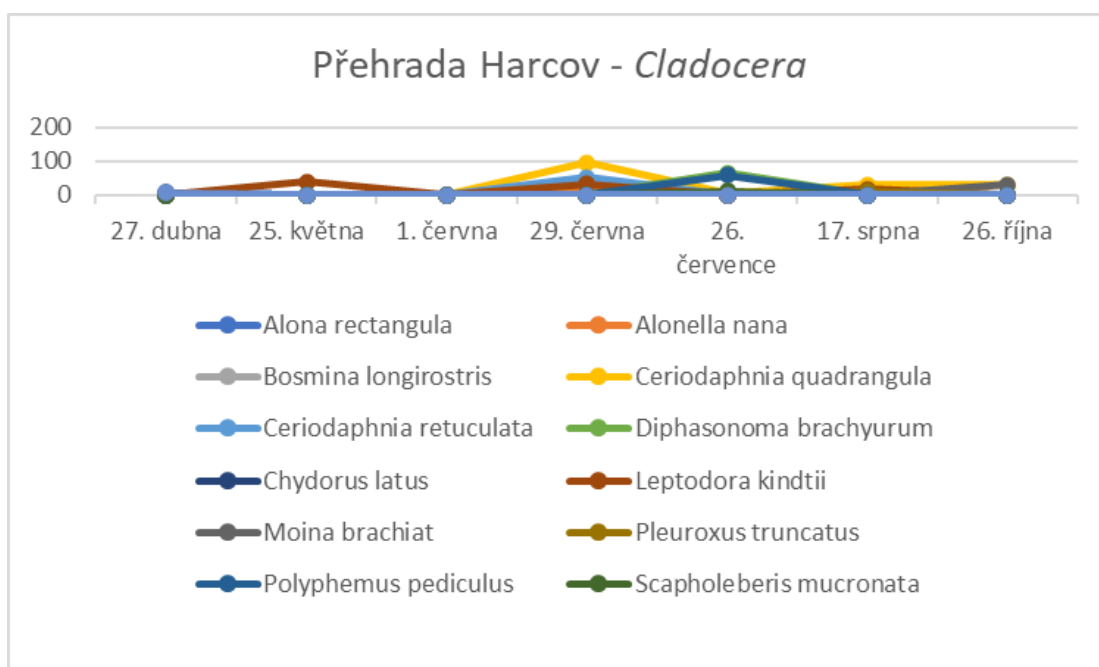
Tabulka 1 Zooplankton - přehrada Harcov



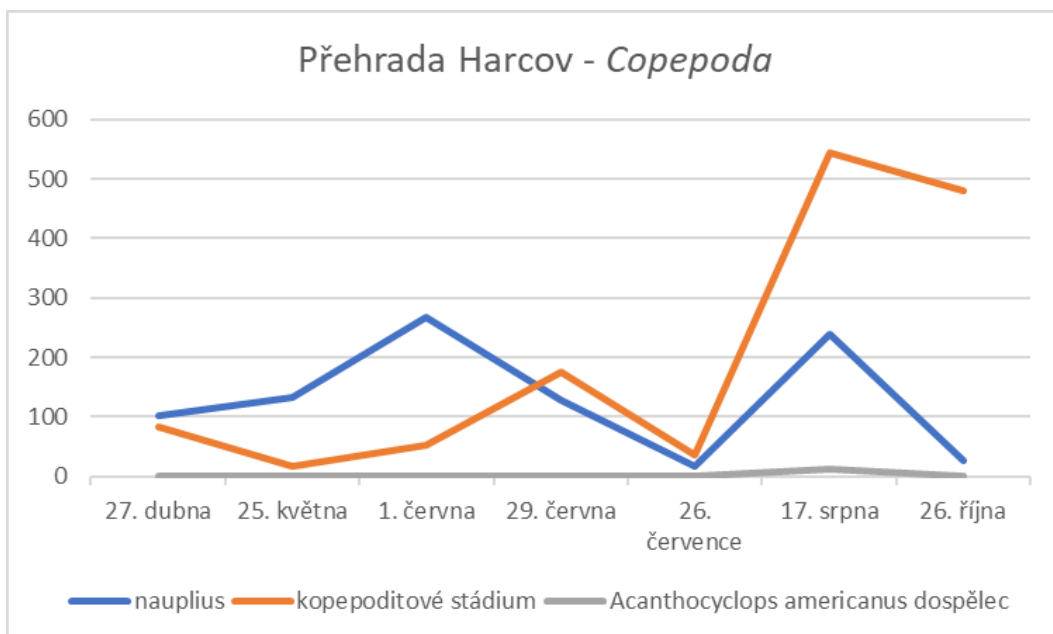
Graf 1 Celkový počet jedinců v ind.l⁻¹ - přehrada Harcov



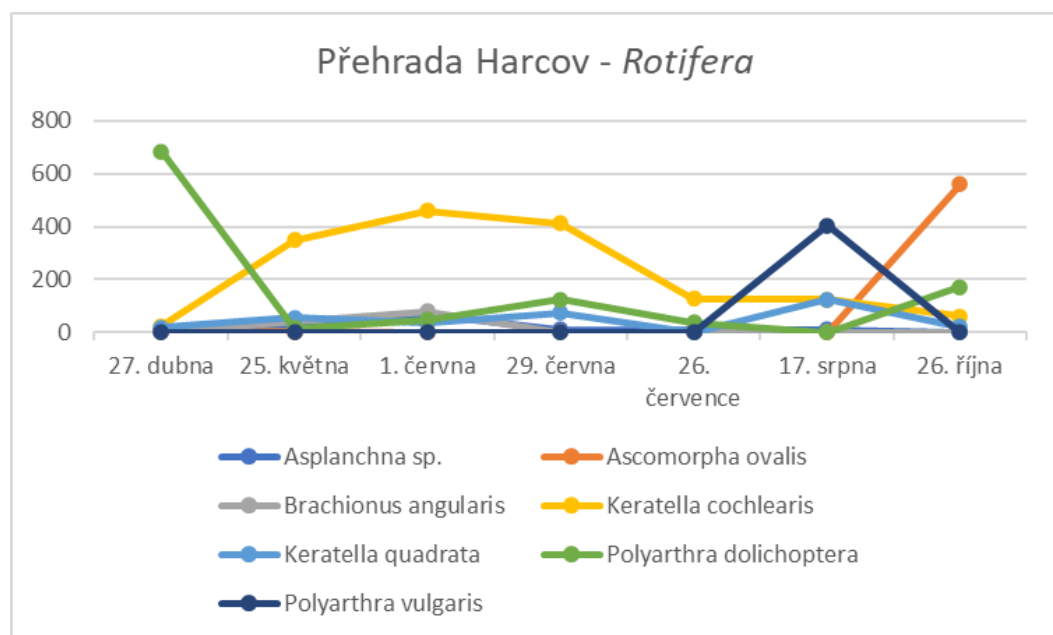
Graf 2 Celkový počet taxonů - přehrada Harcov



Graf 3 Cladocera ind.l⁻¹ - přehrada Harcov



Graf 4 Copepoda ind.l⁻¹ - přehrada Harcov



Graf 5 Rotifera ind.l⁻¹- přehrada Harcov

Kunratické rybníky, Vratislavice nad Nisou

V Kunratických rybnících bylo při odběrech za období duben až říjen 2021 určeno 23 taxonů zooplanktonu (Tab. 2). Jednalo se o 5 taxonů perlooček, vývojová stadia klanonožců a 17 taxonů vírníků (Graf 7). Na tomto stanovišti byly nejčastěji u vírníků zaznamenány taxony *Keratella cochlearis*, *Asplanchna* sp., *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata* a *Keratella quadrata*.

V největším počtu se v odběrech z této lokality vyskytovali vírníci *Keratella cochlearis*, ve vzorcích bylo nalezeno celkem 1.823 ind.l⁻¹, nárazově se ve velkém množství v jediném odběru ze dne 17. 8. 2021 vyskytl taxon *Polyarthra remata*, v počtu 820 ind.l⁻¹, *Polyarthra vulgaris* se vyskytlo velké množství ve vzorku z 26. 10. 2021, kde jich bylo napočítáno 770 ind.l⁻¹ z celkového množství 923 ind.l⁻¹. Mezi nejpočetnější vírníky dále patří *Asplanchna* sp. v počtu 319 ind.l⁻¹ (Graf 10).

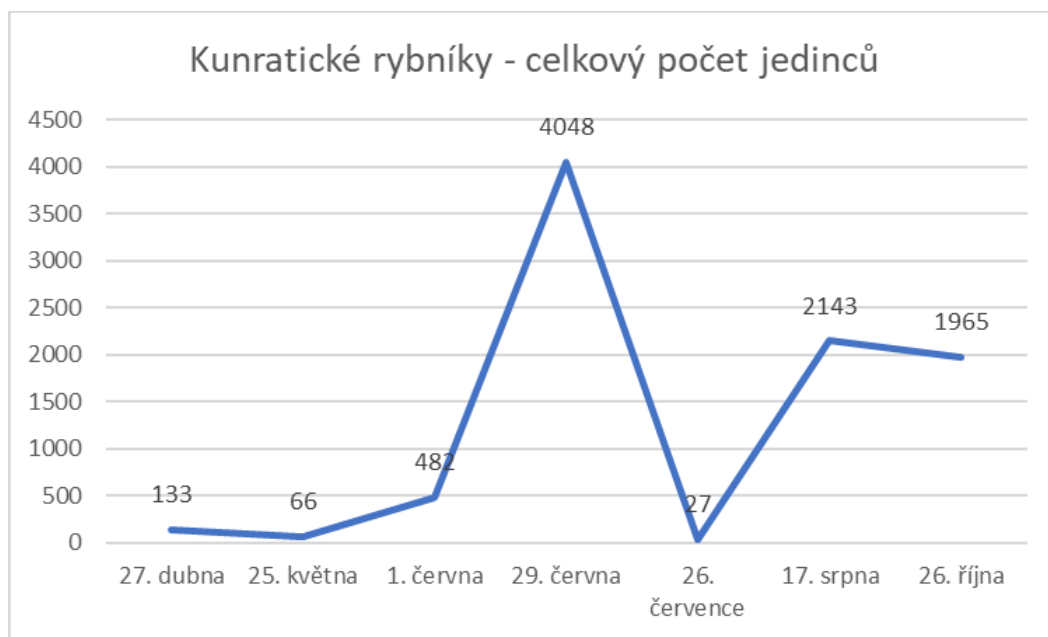
Nejčastější a zároveň nejpočetnější zástupci perlooček byli *Ceriodaphnia quadrangula* (Obr. 16), s počtem 1.025 ind.l⁻¹ spolu s *Bosmina coregoni*, jehož se vyskytlo nárazově velké množství ve vzorku ze dne 29. 6. 2021, kde bylo nalezeno 1.456 ind.l⁻¹ z celkového množství 1.471 ind.l⁻¹. Ostatní druhy perlooček se vyskytly nárazově, i jednou za celé monitorované období. Jednalo se o taxony *Scapholeberis mucronata* 27 ind.l⁻¹ v odběru ze dne 17. 8. 2021 a *Leptodora kindtii* 40 ind.l⁻¹ ve vzorku ze dne 29. 6. 2021 (Graf 8). Klanonožců byli zastoupení pouze ve vývojových stádiích *nauplius*, 439 ind.l⁻¹ a ve stádiu *kopepoditovém*, v počtu 228 ind.l⁻¹. Obě stadia se vyskytovala ve všech odběrech (Graf 9).



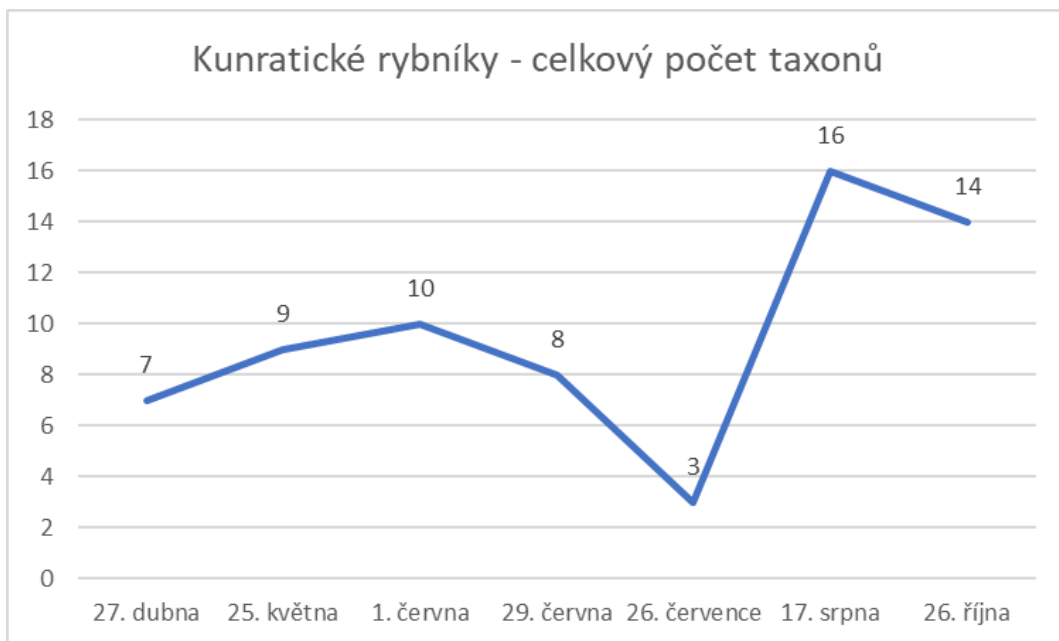
Obrázek 16 *Ceriodaphnia quadrangula*

PELAGIÁL							
Kunratické rybníky, Vratislavice nad Nisou							
	27.04.2021	25.05.2021	01.06.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹	ind.l ⁻¹
Cladocera (perloočky)							
	27.04.2021	25.05.2021	01.06.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
<i>Bosmina coregoni</i>	3	0	0	1456	0	7	5
<i>Bosmina longirostris</i>	0	0	0	792	0	60	0
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	0	0	0	792	13	113	107
<i>Leptodora kindtii</i>	0	0	0	40	0	0	0
<i>Scapholeberis mucronata</i>	0	0	0	0	0	27	0
celkový počet jedinců	3	0	0	3080	13	207	112
celkový počet taxonů	1	0	0	3	1	4	2
Copepoda (klanonožci)							
	27.04.2021	25.05.2021	01.06.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
nauplius	27	10	130	80	7	87	98
koepoditové stádium	7	3	8	80	7	53	70
celkový počet jedinců	34	13	138	160	14	140	168
celkový počet taxonů	2	2	2	2	2	2	2
Rotifera (vířníci)							
	27.04.2021	25.05.2021	01.06.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
<i>Asplanchna sp.</i>	43	3	28	32	0	120	93
<i>Brachionus angularis</i>	0	0	38	0	0	0	0
<i>Conochilus unicornis</i>	0	0	2	0	0	233	0
<i>Filinia longiseta</i>	0	0	0	0	0	87	14
<i>Keratella cochlearis</i>	30	27	198	768	0	123	677
<i>Keratella quadrata</i>	0	3	46	0	0	7	0
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	23	17	30	0	0	0	117
<i>Polyarthra remata</i>	0	0	0	0	0	820	0
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0	0	0	0	0	153	770
<i>Synchaeta pectinata.</i>	0	3	2	8	0	60	5
<i>Trichocerca similis</i>	0	0	0	0	0	193	9
celkový počet jedinců Rotifera	96	53	344	808	0	1796	1685
celkový počet taxonů Rotifera	4	7	8	3	0	10	10
Celkový počet jedinců	133	66	482	4048	27	2143	1965
Celkový počet taxonů	7	9	10	8	3	16	14

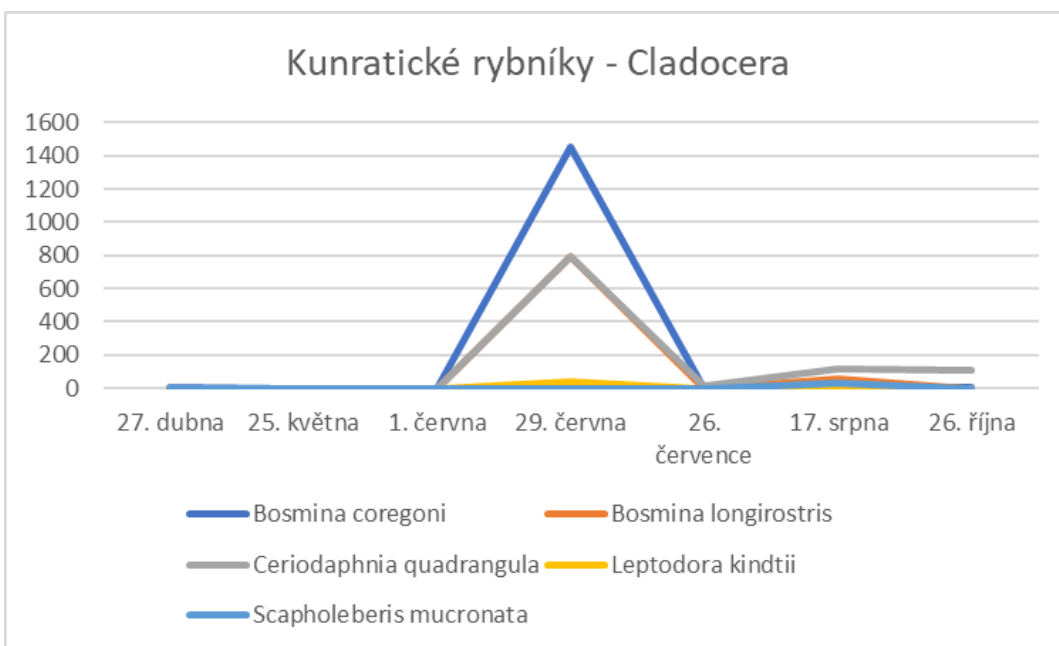
Tabulka 2 Zooplankton - Kunratické rybníky



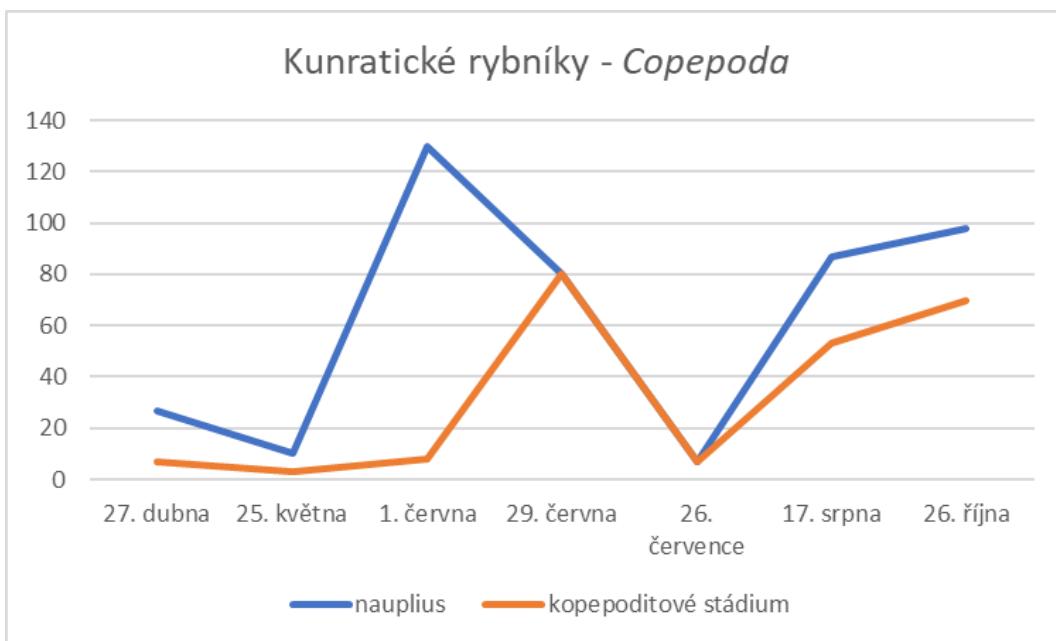
Graf 6 Kunratické rybníky - celkový počet jedinců v ind.l⁻¹



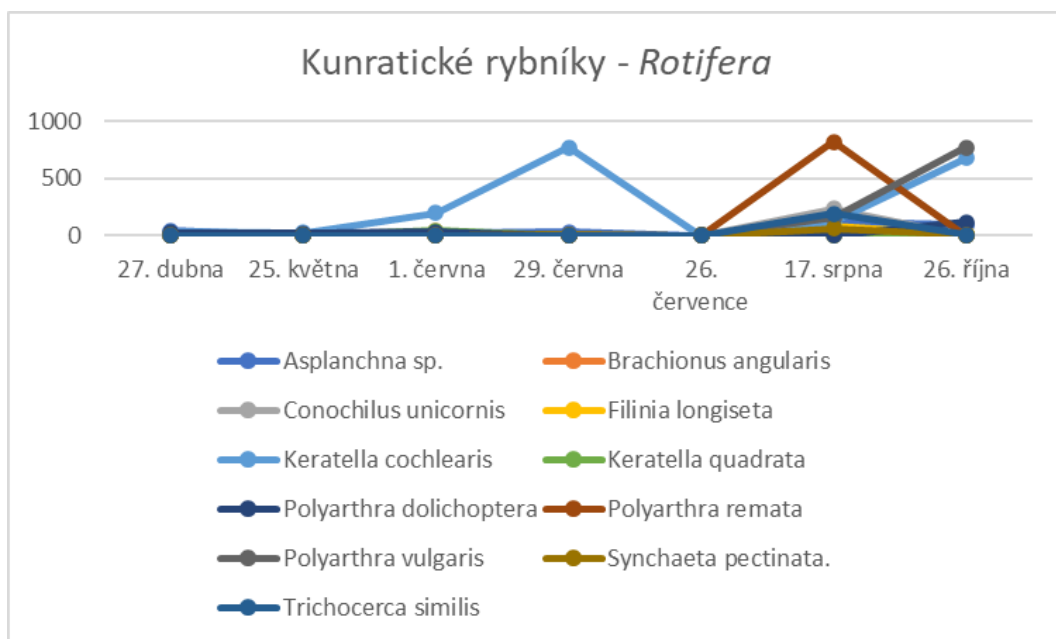
Graf 7 Kunratické rybníky - celkový počet taxonů



Graf 8 Cladocera ind.I-1- Kunratické rybníky



Graf 9 Copepoda ind.l⁻¹ - Kunratické rybníky



Graf 10 Rotifera ind.l⁻¹ - Kunratické rybníky



Obrázek 17 *Brachionus calyciflorus* - Kunratické rybníky



Obrázek 18 *Polyarthra vulgaris* - Kunratické rybníky 26. 10. 2021

FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI VODY

Obsah **rozpuštěného kyslíku** byl v průběhu měřeného období kolísavý (Tab. 4 a 5). Nejvyšší hodnota rozpuštěného kyslíku byla zjištěna u obou zkoumaných lokalit při prvním měření dne 27. 4. 2021. U přehrady Harcov byla naměřena hodnota $13,29 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, u Kunratických rybníků $12,57 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Hodnoty nejnižší byly opět naměřeny pro obě lokality ve shodný den odběru 29. 6. 2021, Harcov $9,82 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, Kunratické rybníky $6,9 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Hodnoty **vodivosti vody** vykazovaly u obou odběrných míst značnou sezónní proměnlivost (Tab. 4, Tab. 5). Nejvyšší vodivost byla u obou míst naměřena ve shodný den odběru, a to 26. 10. 2021. V Harcově hodnoty činily $498 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, u rybníků $544 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Nejnižší hodnoty byly změřeny také u obou odběrných míst ve stejný den, 27. 4. 2021, u přehrady Harcov $194,6 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, u Kunratických rybníků $273 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Sledované **hodnoty pH** se po celou dobu sledování držely v zásaditých hodnotách (Tab. 4 a 5). Nejvyšší hodnota pH 9,10 byla změřena u přehrady Harcov shodně ve dnech 29. 6. 2021 a 26. 7. 2021. U Kunratických rybníků byla nejvyšší hodnota pH dne 17. 8. 2021 v hodnotě 8,07 pH. Nejnižší hodnoty pH byly naměřeny u přehrady 25. 5. 2021 ve výši 7,37, u rybníků 26. 10. 2021 7,15.

FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI VODY						
Přehrada Harcov						
pozice na mapě: 50°46'08.2"N 15°04'11.9"E						
datum:	27.04.2021	25.05.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
čas:	15:00	14:00	14:15	14:30	14:20	14:44
Teplota [°C]	9,8	13,9	26,2	26,3	19,8	11,0
Obsah rozpuštěného kyslíku [Mg. ⁻¹]	13,29	10,28	9,82	12,6	10,69	9,87
pH	7,99	7,37	9,10	9,10	8,72	7,50
Vodivost $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	194,6	252	485	438	272	498
Hloubka [cm]	70	70	70	70	80	70
Průhlednost [cm]	70	70	70	70	80	70

Tabulka 3 Fyzikálně chemické vlastnosti vody naměřené v přehradě Harcov.

FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI VODY						
Kunratické rybníky						
pozice na mapě: 50°44'52.4"N 15°05'58.0"E						
datum:	27.04.2021	25.05.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
čas:	15:45	14:40	15:00	15:15	14:50	15:15
Teplota [°C]	10,3	13,2	24,4	22,4	19,2	8,8
Obsah rozpuštěného kyslíku [Mg. ⁻¹]	12,57	10,89	6,90	9,65	10,48	10,24
pH	7,62	7,72	7,63	7,26	8,07	7,15
Vodivost $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	273	281	425	249	319	544
Hloubka [cm]	50	50	50	60	60	50

Tabulka 4 Fyzikálně chemické vlastnosti vody naměřené v Kunratických rybnících.

LABORATORNÍ ROZBOR VODY

Souhrn hodnot všech parametrů stanovených při chemické analýze je uveden v tabulce číslo 6.

Chlorid výrazně stoupl dne 26. 10. 2021 v obou lokalitách, kdy ve vzorku z přehrady Harcov byla změřena hodnota chloridu $43,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Graf 11) a ve vzorku z Kunratických rybníků $56,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Graf 13). Tyto hodnoty jsou téměř dvojnásobné oproti prvnímu měření ze dne 25. 5. 2021, které byly v Harcově ve výši $23 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, v rybnících $32,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Dusičnany byly nejvyšší ve vzorcích, odebraných ve stejný den 26. 7. 2021. V přehradě $5,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Graf 10) a v rybníku $7,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Graf 12). K velkému výkyvu hodnoty směrem dolů došlo ve vzorku z Harcovské přehrady ze dne 26. 10. 2021, kde byla naměřena hodnota menší než $2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Hodnota **TOC** významně naskočila u vzorku odebraného z Liberecké přehrady dne 26. 7. 2021, v kterém byla změřena ve výši $20,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Graf 10). Hodnota předchozího odběru, který byl proveden 25. 5. 2021 byla $4,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Tab. 6)). Hodnota TOC z odběru 26. 10. 2021 nebyla změřena.

Síran nejvíce vystoupal na $22,1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ve vzorku ze dne 26. 7. 2021, odebraného z Kunratických rybníků (Tab. 6). Tím se lišil od naměřených hodnot z jiných odběrů, které se pohybovaly od $14,6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ do $17,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Nejvyšší hodnota **Mg**, $6,42 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, byla nalezena ve vzorku z přehrady odebraného dne 26. 10. 2021 (Graf 11), kdy byla téměř trojnásobná než u předcházejících měření.

Nejvyšší hodnoty **Ca** byly naměřeny ve vzorcích z obou odebíraných vodních ploch ze dne 26. 10. 2021. U přehrady byla načtena $32,01 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Graf 11), což znamená skoro třikrát více než u předchozích rozborů. U rybníku byla výše Ca $26, \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Graf 13).

Na bylo v nejvyšších hodnotách zaznamenáno rovněž ve vzorcích z obou lokalit ze dne 26. 10. 2021. U přehrady $30,81 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (ostatní odběry se pohybovaly v hodnotách od $12,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ do $14,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (Graf 11). U rybníku ve výši $24,94 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (v tomto místě byly předchozí hodnoty v rozmezí od $15,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ do $19,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (Graf 13).

Mn byl ve vzorku z přehrady Harcov určen v nejvyšší hodnotě $0,057 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ze dne 26. 10. 2021 (Tab. 6), ve vzorku z Kunratických rybníků to bylo $0,069 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ dne 26. 7. 2021 (Tab. 6).

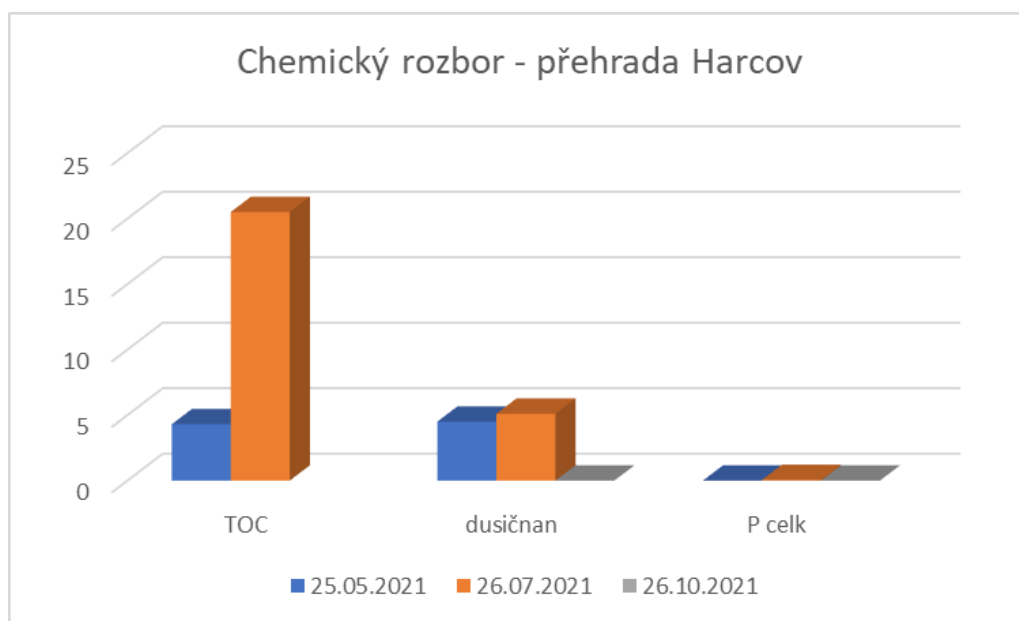
Hodnoty **K**, změřených ve vzorcích ze dne 26. 10. 2021, byly velice rozdílné v přehradě ve výši $2,53 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Tab. 6) v rybníku $26,97 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Tab. 6). V odběru 25. 5. 2021 a 26. 7. 2021 nebyla změřena. (Tab. 6)

Hodnota **fosforečnanů** byla 26. 10. 2021 v Harcově $0,21 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, v rybnících $0,27 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. V odběru 25. 5. 2021 a 26. 7. 2021 nebyla změřena. (Tab. 6)

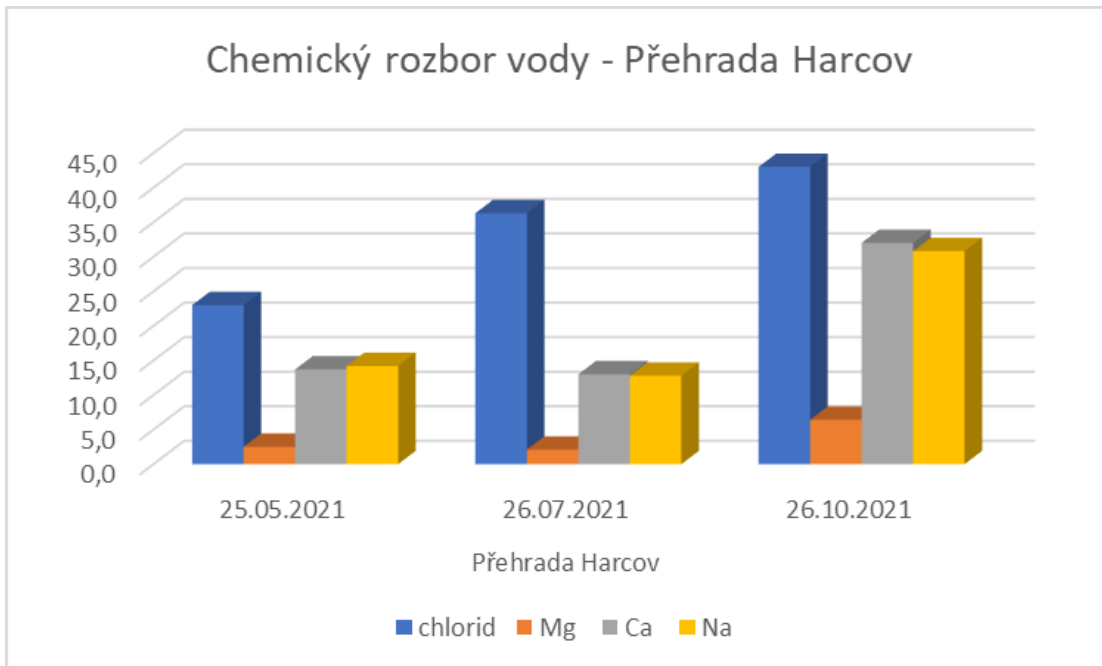
Hodnoty **P** byly po celou dobu monitoringu u obou odběrných míst zjištěny pod mezí stanovitelnosti. (Graf 10, Graf 12)

LABORATORNÍ ROZBOR VODY						
	Přehrada Harcov			Kunratické rybníky		
	25.05.2021	26.07.2021	26.10.2021	25.05.2021	26.07.2021	26.10.2021
[mg/l]						
chlorid	23,0	36,3	43,0	32,9	33,8	56,9
fluorid	0,20	0,24	< 0,5	0,15	0,23	< 0,5
dusičnan	4,5	5,1	< 2	3,3	7,1	5,4
dusitan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
síran	14,6	16,8	17,0	15,3	22,1	17,8
foforečnan			0,21			0,27
TOC	4,3	20,5		4,3	12,5	
pH	7,30	8,83	7,20	7,50	7,66	7,40
vodivost mS/cm	209	243	248	256	257	332
Be	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Cu	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,05	< 0,05	< 0,050
Cr	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fe	0,03	0,03	0,12	0,15	0,10	0,07
Mg	2,51	2,10	6,42	3,28	3,00	4,81
Ca	13,7	13,0	32,01	16,7	17,2	26,10
Na	14,2	12,8	30,81	19,5	15,9	24,94
Mn	0,010	0,023	0,057	0,044	0,069	0,020
Al	0,04	0,10	0,02	0,03	0,05	0,03
P celk	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
K			2,53			26,97

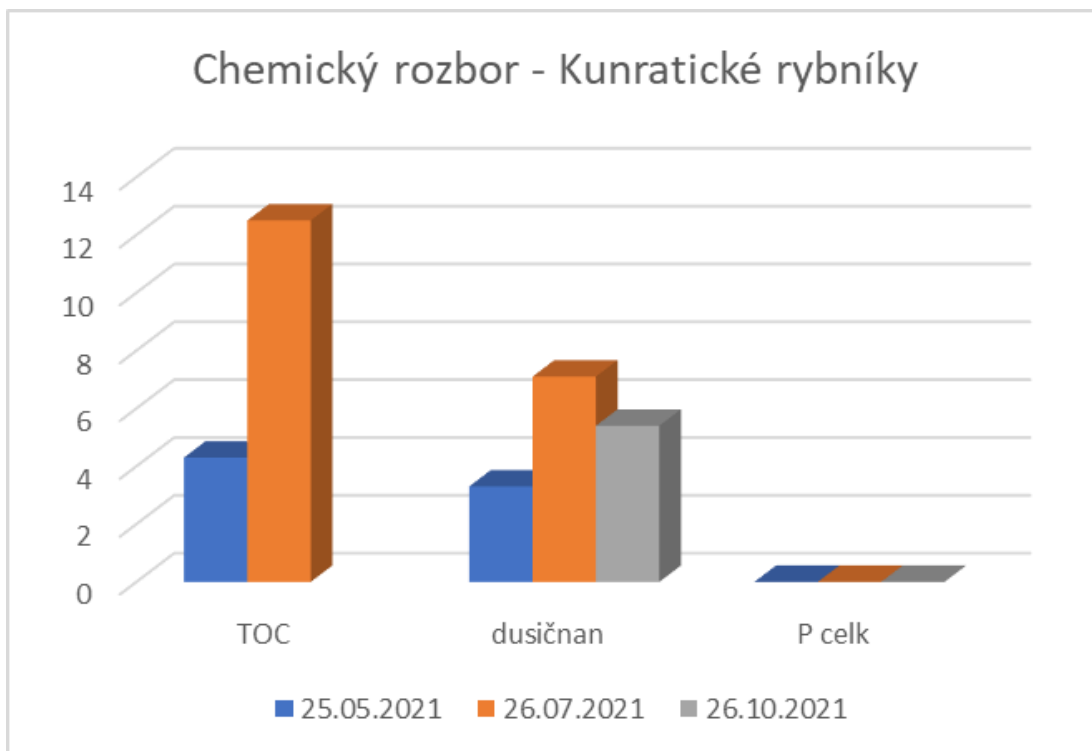
Tabulka 5 Hodnoty vody v přehradě Harcov a Kunratickém rybníku z chemické analýzy provedené v laboratoři.



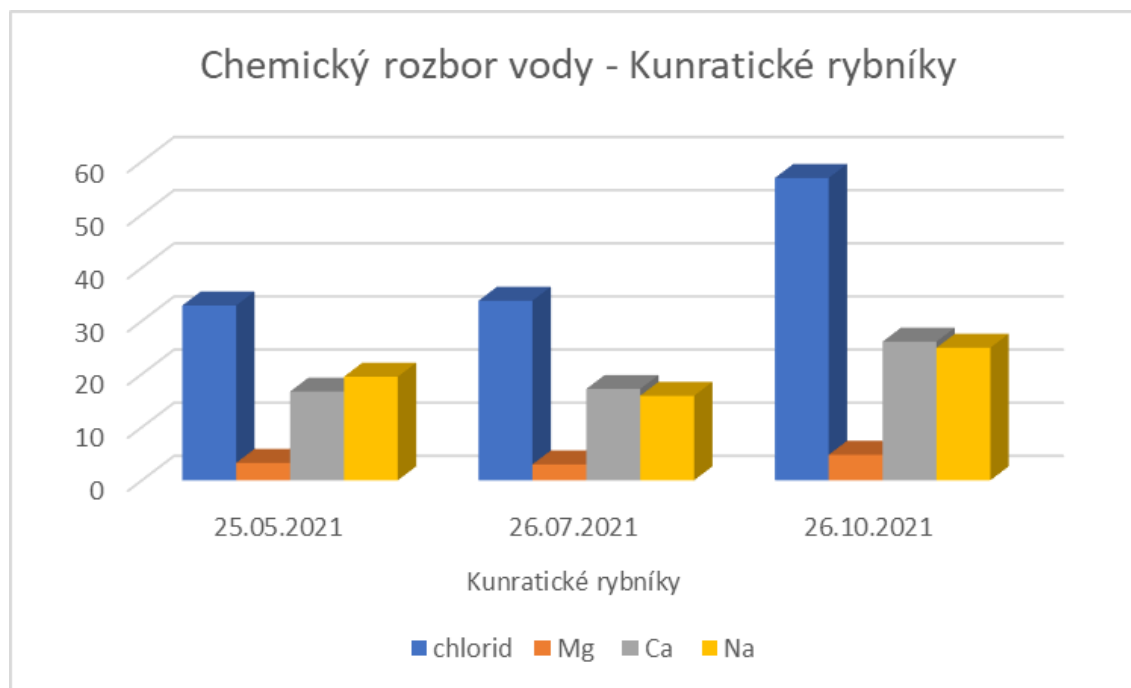
Graf 11 Hodnoty TOC, dusičnanů a celkového fosforu mg·l⁻¹ v přehradě Harcov



Graf 12 Hodnoty chloridů, Mg, Ca a Na v mg·l⁻¹ v přehradě Harcov



Graf 13 Hodnoty TOC, dusičnanů a celkového fosforu v mg·l⁻¹ v Kunratických rybnících



Graf 14 Hodnoty chloridů, Mg, Ca a Na v mg^l-1 v Kunratických rybnících

Výskyt početně dominantních taxonů zooplanktonu a jeho porovnání s teplotou vody

Množství jedinců dominantních druhů zooplanktonu z každého odebraného vzorku je porovnáváno s teplotou vody v den odběru (Tab. 6 a 7).

Ve vzorku ze dne **24. 4. 2021** při teplotě vody **9,8 °C** /Harcov a **10,3 °C**/rybníky se shodně v obou zkoumaných lokalitách nacházel vírník *Polyarthra dolichoptera*, a naupliová stadia klanonožců. Podle Berzinše a Pejlera (1989) *Polyarthra dolichoptera* preferuje teploty od 0 °C, do 18 °C.

Ve vzorku ze dne **25. 5. 2021**, při teplotě **13,9 °C** /Harcov a **13,2 °C** /rybníky se vyskytoval shodně v obou zkoumaných lokalitách vírník *Keratella cochlearis* a nauplia klanonožců. V Harcovské přehradě se v tento den také vyskytovala dravá perloočka *Leptodora kindtii*, v rybnících to byl vírník *Polyarthra dolichoptera*.

Při odběru ze dne **29. 6. 2021** teplota již vystoupala na **26,2 °C** /Harcov a **24,4 °C** /rybníky. Shodně v obou lokalitách se našel opět vírník *Keratella cochlearis* a kopepoditové stádium klanonožců. V přehradě se dále vyskytly perloočky *Ceriodaphnia quadrangula*, *Ceriodaphnia reticulata*, dále vírníci *Keratella cochlearis* a *Polyarthra dolichoptera*. V Kunratických rybnících to byly perloočky *Bosmina coregoni*, *Bosmina longirostris* a nauplia klanonožců.

Ve vzorku z **26. 7. 2021** při letní teplotě **26,3 °C** /Harcov a **22,4 °C** /rybníky se shodně vyskytly pouze kopepoditová stadia klanonožců. Je nutné poznamenat, že tento odběr byl proveden po příválových deštích, které dne 17. 7. 2021 vodní plochy vyplavily. Dále se

v přehradě vyskytovaly perloočky *Diphasonoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus* a vířník *Keratella cochlearis*, v rybníkách perloočka *Ceriodaphnia quadrangula* a nauplia klanonožců.

V odběru ze dne **17. 8. 2021** s teplotou **19,8 °C** /Harcov a **19,2 °C** /rybníky se v obou lokalitách shodně vyskytovala perloočka *Ceriodaphnia quadrangula* a vířník *Polyarthra vulgaris*. V přehradě Harcov se dále vyskytli vířníci *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* a kopepoditová stadia klanonožců. V Kunratických rybníkách to byla perloočka *Bosmina longirostris*, nauplia klanonožců a vířníci *Conochilus unicornis* a *Polyarthra remata* (Obr. 19).

Dne **26. 10. 2021** se již teplota dostala do podzimní výše **11 °C** /Harcov a **8,8 °C**/rybníky. Shodně v obou lokalitách byla nalezena perloočka *Ceriodaphnia quadrangula* a vířník *Polyarthra dolichoptera*. V Harcovské přehradě to pak ještě byla perloočka *Moina brachiata*, kopepoditová stadia klanonožců a vířník *Ascomorpha ovalis*. V Kunratických rybníkách nauplia a dále vířníci *Polyarthra vulgaris* a *Keratella cochlearis*. Herzig (1987) se ve svém díle zmiňuje, že vířník *Keratella cochlearis* není limitován teplotou vody a jeho stavy mohou být početné v průběhu celého roku, porovnáním teploty vody s výskytem tohoto vířníka je možné se s jeho názorem ztotožnit.

Ve sledovaném období měla voda při prvním měření dne 27. 4. 2021, teplotu v Harcovské přehradě 9,8 °C a v Kunratických rybníkách 10,3 °C. Při druhém odběru vzorků dne 25. 5. 2021, se teplota ještě držela na nižších hodnotách 13,9 °C v Harcově a na 13,2 °C v rybníkách.

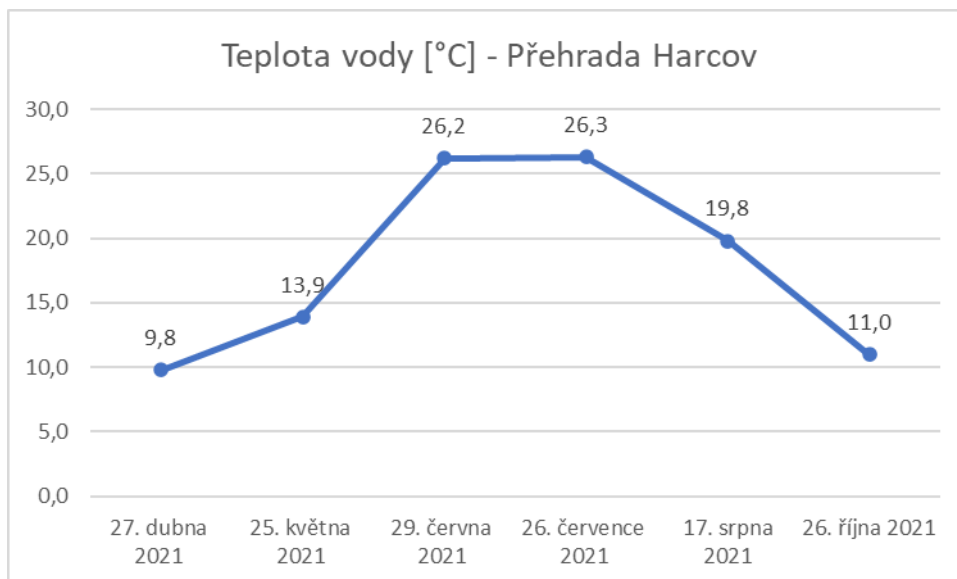
Teplotní vrchol nastal 29. 6. 2021, kdy v Harcovské přehradě teplota vody vystoupala na 26,2 °C a byla zde naměřena nejvyšší hodnota za celé období, v Kunratických rybníkách stoupla na 24,4 °C. V Harcově se teplota držela vysoko, 26,4 °C, ještě i 26. 7. 2021, v rybníkách byl zaznamenán lehký pokles na 22,4 °C. Dne 17. 8. 2021 již teplota klesala, v Harcovské přehradě to bylo 19,8 °C, v Kunratických rybníkách 19,2 °C. Při posledním odběru ze dne 26. 10. 2021 teplota vody spadla na 11 °C v Harcově a 8,8 °C, v Kunratických rybníkách, zde byla tento den naměřena nejnižší teplota za celé období. (Graf 15, Graf 16)

Přehrada Harcov Liberec - dominantní výskyt zástupců zooplanktonu v jednotlivých odběrech v porovnání s teplotou vody						
Datum odběru	27.04.2021	25.05.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
Teplota vody	9,8 °C	13,9 °C	26,2 °C	26,3 °C	19,8 °C	11 °C
Ciádocera	<i>Moina rectangularis</i>	<i>Leptodora kindtii</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	<i>Diphasonoma brachyurum</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>
Ciádocera	<i>Chydorus lonyi</i>		<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	<i>Polyphemus pediculus</i>		<i>Moina brachiata</i>
Copepoda	nauplius	nauplius	kopepoditové stádium	kopepoditové stádium	kopepoditové stádium	kopepoditové stádium
Rotifera	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Ascomorpha ovalis</i>
Rotifera			<i>Polyarthra dolichoptera</i>		<i>Keratella quadrata</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
Rotifera					<i>Keratella quadrata</i>	

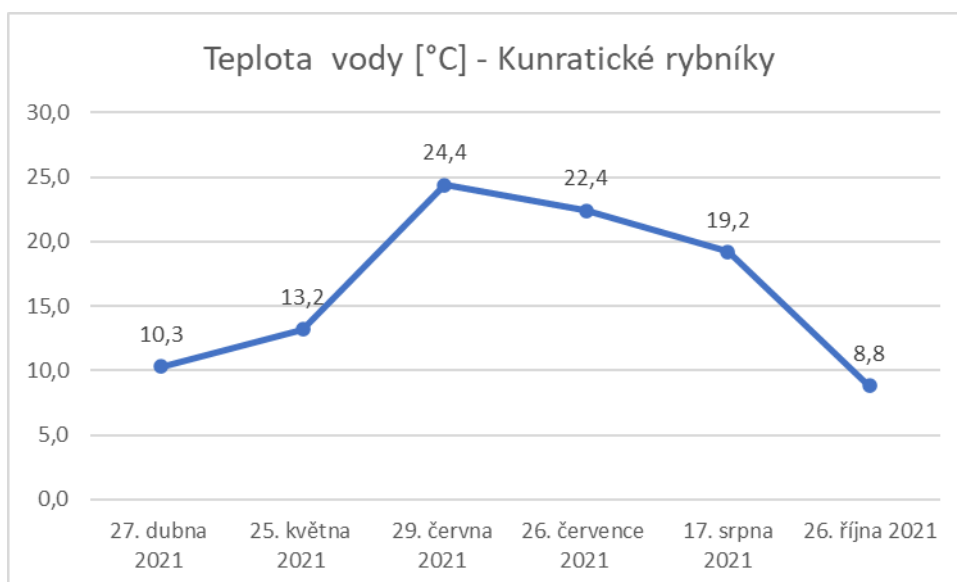
Tabulka 6 Dominantní výskyt zooplanktonu v porovnání s teplotou vody - přehrada Harcov

Kunratické rybníky - dominantní výskyt zástupců zooplanktonu v jednotlivých odběrech v porovnání s teplotou vody						
Datum	27.04.2021	25.05.2021	29.06.2021	26.07.2021	17.08.2021	26.10.2021
Teplota vody	10,3 °C	13,2 °C	24,4 °C	22,4 °C	19,2 °C	8,8 °C
Ciádocera	<i>Bosmina coregoni</i>		<i>Bosmina coregoni</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>
Ciádocera			<i>Bosmina longirostris</i>		<i>Bosmina longirostris</i>	
Copepoda	nauplius	nauplius	nauplius i kopepod. Stádium	nauplius i kopepod. Stádium	nauplius	nauplius
Rotifera	<i>Asplanchna sp.</i>				<i>Conochilus unicornis</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>
Rotifera	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>		<i>Polyarthra remata</i>	<i>Keratella cochlearis</i>
Rotifera	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>			<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>

Tabulka 7 Dominantní výskyt zooplanktonu v porovnání s teplotou vody - Kunratické rybníky



Graf 15 teplota vody - přeprada Harcov



Graf 16 teplota vody - Kunratické rybníky



Obrázek 19 Kunratické rybníky 17. 8. 2021

DISKUSE

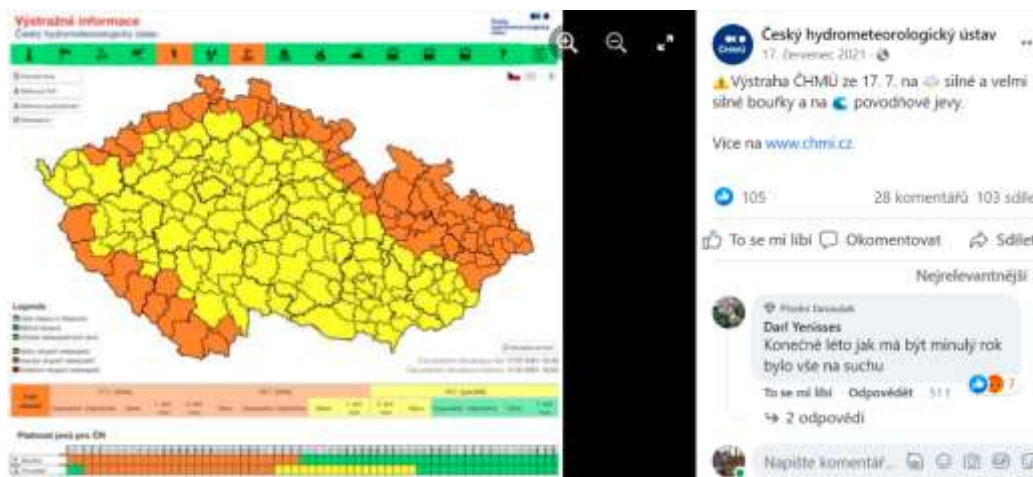
V Harcovské přehradě bylo celkem nalezeno třináct taxonů perlooček, jeden taxon klanonožců a šestnáct taxonů vířníků. V Kunratických rybnících bylo nalezeno celkem pět druhů perlooček, neurčitelná vývojová stádia klanonožců a sedmnáct druhů vířníků. Vzhledem k tomu, že pro výzkum zooplanktonu byly z obou stojatých vod odebrány vzorky pouze z pelagiálu, je pravděpodobné, že počet identifikovaných druhů a množství jedinců je menší, než kdyby byly odběry prováděny zároveň z pelagiálu i z litorálu. V případě přehrady Harcov se téměř žádný litorál nevyskytuje.

Nalezení byli většinou menší jedinci, to mohlo být způsobeno predčním tlakem ryb, obě místa jsou rybářskými revíry. To, že pokud je zooplankton tvořen převážně drobnými druhy perlooček, klanonožců a vírníků, poukazuje na to, že nádrž obývají planktonožravé ryby, jejichž vyžírací tlak má nejvyšší vliv na složení zooplanktonu (Příkryl 1996, Chmelický 2014).

Analýzou shromážděných data jsem ověřila správnost teorie tzv. PEG modelu, který popisuje sezónní vývoj zooplanktonu ve 24 po sobě následujících krocích (Sommer et al. 1986 a 2012). Podle PEG modelu se během jara, kdy je množství malých řas malé, se vyskytují přezimující kopepoditová stadia klanonožců a vírníci, protože jim stačí malé množství přítomných řas. Toto se potvrdilo v odběrech z přehrady Harcov ze dnů 27. 4. 2021 a 25. 5. 2021, kde se kromě nauplií v souhrnu za dva odběry 134 ind.l^{-1} a kopepoditů 102 ind.l^{-1} vyskytl vysoký počet vírníků *Polyarthra dolichoptera*, za tyto dva odběry celkem 700 ind.l^{-1} (Tab. 1, Graf 3). V lokalitě Kunratických rybníků se tento druhý krok, popisovaný v PEG modelu, projevil až v odběru z 1. 6. 2021, kde se kromě *nauplií* 130 ind.l^{-1} a kopepoditů 8 ind.l^{-1} ve velké míře vyskytli zejména zástupci *Keratella cochlearis*, 198 ind.l^{-1} . (Tab. 2, Graf 10) Ve vzorcích z 29. 6. 2021 z harcovských vzorků už počet vírníků a vývojových stádií klanonožců stagnuje, ale objevují se herbivorní perloočky *Ceriodaphnia quadrangula*, 96 ind.l^{-1} i dravá perloočka *Leptodora kindtii* 32 ind.l^{-1} . Tento fakt kopíruje teorii PEG modelu, kdy dochází k úbytku planktonu, malí vírníci se již nemnoží, např. i z důvodu, že řasy se proti predaci ze strany zooplanktonu brání například tím, že vytváří trny. Nastupují tedy perloočky, které jsou větší než drobní vírníci. Totožná situace je již i u vzorku ze stejného data, odebraného z Kunratických rybníků, zde se ve velkém množství objevují perloočky *Ceriodaphnia quadrangula* 792 ind.l^{-1} a *Bosmina coregoni* 1.456 ind.l^{-1} . (Graf 8)

Objevení *Leptodora kindtii* v červnovém vzorku potvrzuje pravidelný nástup výskytu této dravé perloočky s narůstající teplotou vody (Musil 2016). Tato perloočka byla zachycena v odběru ze dne 29. 6. 2021 v obou zkoumaných lokalitách (32 ind.l^{-1} v Harcově, 40 ind.l^{-1} v rybníkách).

Následně by podle teorie PEG modelu mělo dojít k letnímu vrcholu v množství řas, následující druhové bohatosti malých druhů zooplanktonu. V této fázi se naše výsledky liší, příčinou jsou pravděpodobně intenzivní přívalové srážky, ke kterým došlo na území Liberce a Vratislavic nad Nisou ve dnech 17. 7. 2021, kdy byl úhrn srážek $50,7$ litrů vody na metr čtvereční (ČHMÚ, denní úhrn srážek, stanice U2LIBC01). Hladina vody v přehradě se kvůli tomu zvedla o více než metr a půl a voda úplně zaplavila i okolí přehrady, u rybníků se vylila z břehů (Obr. 20 a 21).



Obrázek 20 Výstraha ČHMÚ ze dne 17. 7. 2021



Obrázek 21 Přehrada Harcov 18. 7. 2021, zdroj fotografie: vlastní

Po této povodni, při které došlo ke kompletní výměně vody v přehradě, se opakoval jarní aspekt ve výskytu fytoplanktonu a tomu odpovídalo i složení zooplanktonu. Po celé sledované období nedošlo k masívnímu rozvoji sinic (jak bylo patrné z mikroskopického rozboru i z naměřené průhlednosti vody), který se v jiné roky v nádrži objevuje (Štrojsová, ústní sdělení).

V prvním odběru po povodni z Harcovské přehrady ze dne 26. 7. 2021, byli mezi nalezeným zooplanktonem zástupci perlooček *Diphasonoma brachyurum* 66 ind.l⁻¹ a *Polyphemus pediculus* 60 ind.l⁻¹, z vířníků *Keratella cochlearis* 126 ind.l⁻¹ a několik jedinců vývojových stádií klanonožců (18 ind.l⁻¹ nauplia, 36 ind.l⁻¹ kopepoditi). Ve vzorku z Kunratických rybníků bylo několik jedinců perlooček *Ceriodaphnia quadrangula* (13 ind.l⁻¹), nauplií a kopepoditů, z vířníků nebyl nalezen ani jeden.

O zcela chybějících vířnících v srpnovém vzorku se zmiňuje také Veronika Kreidlová (2014), která toto zjištění vysvětluje přehlédnutím drobných vířníků ve velké biomase řas. V případě odběru z Kunratických rybníků ze dne 26. 7. 2021 je tato skutečnost pravděpodobně důsledkem povodňového stavu, který vyplavil vířníky a ti se do odběru nestačili namnožit.

Laboratorní rozbor vzorků vody, ze dne 26. 7. 2021, ukázal, že se v tento den odběrů vyskytovaly nejvyšší naměřené hodnoty dusičnanů, TOC. Vysoká hodnota chloridů se vyskytovaly ve vzorcích z přehrady Harcov (Graf 11) i z Kunratických rybníků (Graf 13),.

V následujícím odběru, provedeném 17. 8. 2021 se opakovala fáze druhého kroku z teorie PEG modelu, kdy byli v harcovském vzorku identifikováni vířníci *Polyarthra vulgaris* 405 ind.l⁻¹, *Keratella cochlearis* 123 ind.l⁻¹ a *Keratella quadrata* 123 ind.l⁻¹, naupliová i kopepoditová (238 ind.l⁻¹ a 544 ind.l⁻¹, respektive) stádia klanonožců a několik jedinců z řad perlooček *Ceriodaphnia quadrangula* 30 ind.l⁻¹ a *Leptodora kindtii* 18 ind.l⁻¹.

Zmonitorované vyšší množství jedinců *Keratella cochlearis* oproti počtu jedinců *Keratella quadrata* v obou zkoumaných lokalitách koresponduje se zjištěním, které zveřejňuje Kateřina

Zadinová (2013), která tuto skutečnost uvádí jako zajímavý poznatek a také pro to nemá jednoznačné vysvětlení.

Ve vzorku z Kunratických rybníků ze dne 17. 8. 2021 došlo podle schématu PEG modelu, v důsledku velkého množství řas požitelných pro zooplankton, k namnožení vírníků a perlooček v počtech i druzích, u perlooček se jednalo především o *Ceriodaphnia quadrangula* 113 ind.l⁻¹ a *Bosmina longirostris* 60 ind.l⁻¹, u vírníků o *Polyarthra remata* 820 ind.l⁻¹, *Keratella cochlearis* 123 ind.l⁻¹ a *Trichocerca similis* 193 ind.l⁻¹.

Údaje v posledním odběru ze dne 26. 10. 2021 vykazují znaky fáze 4 PEG modelu, kdy se zooplankton množí, dokud je voda úživná a řasy stačí dorůst, poté jeho růst stagnuje a klesá.

Rozbory vzorků vody z tohoto dne odhalily vůbec nejvyšší hodnoty chloridů, Mg, Ca, Na, K v obou lokalitách za celou dobu měření. Přičemž dusičnany byly v Harcovské přehradě (Graf 10) v hodnotách pod mezí stanovitelnosti, hodnota K byla v rybníkách (Tab. 6) naopak extrémně vysoká.

V Harcově byli v odběru ze dne 26. 10. 2021 z vírníků dominující *Ascomorpha ovalis* 560 ind.l⁻¹ a *Polyarthra dolichoptera* 173 ind.l⁻¹, z perlooček několik jedinců *Ceriodaphnia quadrangula* 30 ind.l⁻¹ a *Moina brachiat* 30 ind.l⁻¹, z vývojových stádií klanonožců převažovali *kopepoditi* 480 ind.l⁻¹. V rybníkách to z vírníků byli *Keratella cochlearis* 677 ind.l⁻¹, *Polyarthra vulgaris* 770 ind.l⁻¹, z perlooček *Ceriodaphnia quadrangula* 107 ind.l⁻¹ a u klanonožců převažovala nauplia 98 ind.l⁻¹.

Dále jsem vybrala početně dominantní druhy zooplanktonu z každého odebraného vzorku a porovnávala jsem jejich výskyt s teplotou vody v den odběru. Jsem si vědoma skutečnosti, že na výskyt zooplanktonu mají kromě teploty vliv i jiné skutečnosti, například dostupnost potravy a množství predátorů. Tyto faktory mohou v pozorování vliv teploty zkreslit, ale nebyly předmětem sledování.

Polyarthra dolichoptera se nejvíce vyskytovala při teplotách od 9,8 °C do 11 °C. Nález potvrzuje, že tento vírník patří do psychofilní skupiny. (Šebesta 2012) Zároveň po zimě nastupuje jako první z vírníků, spásá jarní úrodu malých řas.

Polyarthra vulgaris se nejvíce vyskytla ve vodě teplé od 19,2 °C do 19,8 °C. I tento vírník patří do psychofilní skupiny, po zimě se objevuje jako jeden z prvních. Požírá malé řasy.

Keratella cochlearis se nejčastěji objevovala v teplotách od 13,2 °C do 26,6 °C. Zachycené výskyty potvrzují teplotní adaptabilitu u tohoto druhu vírníku.

Naupliová stadia klanonožců byla shodně napočítána při teplotách od 13,2 °C do 13,9 °C. Naupliová stadia klanonožců jsou mezi prvním zooplanktonem, který se po zimě objevuje. Kopepoditová stadia klanonožců, která navazují na nauplia, se začala nejčastěji vyskytovat od 22,4 °C do 26,4 °C.

ZÁVĚR

Více taxonů zooplanktonu za celé zkoumané období bylo pozorováno v přehradě (23 druhů) než v rybnících (18 taxonů). Zooplankton Harcovské přehrady i Kunratických rybníků byl tvořen převážně z vířníků, kterých bylo za sledované období nalezeno (Harcov a Kunratice 16 a 17 taxonů, respektive). Množství taxonů perlooček bylo vyšší v přehradě než rybnících (13 a 5, respektive). V přehradě byl určen jeden druh klanonožců *Acanthocyclops americanus*, zatímco v rybnících byla pozorována jen vývojová stadia klanonožců, podle kterých lze těžko určit druh.

② Celkovém množství zooplanktonu bylo nižší v přehradě než v rybnících (7.032 ind.l⁻¹/Harcov a 8.864 ind.l⁻¹/Rybníky, respektive).

③ Nejčastěji se vyskytujícím taxonem v obou lokalitách byly perloočky *Ceriodaphnia quadrangula* a *Leptodora kindtii*, vířníci *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Polyarthra dolichoptera* a *P. major* a *Asplanchna* sp.

④ Výsledky analýzy zooplanktonu z přehrady i rybníků kopírovaly zákonitosti sezónního vývoje planktonu ve sladkých vodách podle PEG modelu až do červencových povodní. Podle teorie PEG modelu mělo dojít k letnímu vrcholu v množství řas a následující druhové i početnostní bohatosti malých druhů zooplanktonu. Po této povodni ale došlo ke snížení počtu druhů i jejich početnosti v porovnání s předchozím (červnovým) odběrem jak v přehradě, tak v rybnících. Důvodem k tomuto úbytku bylo zřejmě malé množství přítomného fytoplanktonu, které se po povodni ještě nestačil v lokalitě namnožit.

GALERIE FOTOGRAFIE ZE DNE 29. 6. 2021



Obrázek 22 foto z odběru 29. 6. 2021



Obrázek 23 foto z odběru 29. 6. 2021



Obrázek 25 foto z odběru 29. 6. 2021



Obrázek 24 foto z odběru 29. 6. 2021



Obrázek 27 foto z odběru 29. 6. 2021



Obrázek 26 foto z odběru 29. 6. 2021

ZDROJE

ADÁMEK, Zdeněk. *Aplikovaná hydrobiologie*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, 2008. ISBN 978-80-85887-79-2.

BARTOŠ, Emanuel. *Fauna ČSR*. Praha: Československá akademie věd, 1959.

BIELANSKA-GRAIN, Irena. et al. *Fauna of Poland*, Uniwersytet Jagiellonski, Wydawnictwo, 2017, ISBN / EAN: 9788323340867 / 9788323340867

BĚRZINŠ, Bruno; PEJLER, Birger. *Rotifer occurrence in relation to temperature*. *Hydrobiologia*, 1989, 175.3: 223-231

BLEDZKI, Leszek A a Jan Igor RYBAK. *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe Cladocera and Copepoda (Calanoida, Cyclopoida): Key to species identification*, Springer Verlag, 2016, 9783319298702

ČEJNOVÁ, Monika. *Plankton malých návesních rybníků*, České Budějovice, 2016, diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta

HANZÁK, Jan, et al. *Světlem zvířat V.díl (1. část) bezobratlí*. 2nd ed. Praha: Albatros, 1979.

HERZIG, A. 1987. *The analysis of planktonic rotifer populations: a plea for long-term investigations*. *Hydrobiologia* 147:163–180

HRABĚ, S.; et al. *Klíč zvířeny ČSR Díl 1*, 1st ed.; Československá akademie věd, 1954. Studie a prameny, 1953.

HARTMAN, Pavel a Ján REGENDA. *Praktika v rybníkářství*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2014. ISBN 978-80-7514-009-8.

HUDEC, Igor. *Slovenska III. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda)*, Bratislava, Veda, 2010, EAN: 9788022411417

CHMELICKÝ, Petr. *Ověřování vztahu mezi hustotou obsádek a průhledností*, České Budějovice, 2014, bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Fakulta rybářství a ochrany vod Ústav akvakultury

KALICOVOVÁ, Veronika. *HISTORICKÝ PROFIL RYBNÍKÁŘSTVÍ STŘEDNÍHO POLABÍ*. Č. Budějovice, 2015. bakalářská práce (Bc.). JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Fakulta rybářství a ochrany vod

KARPAŠ, Roman. *Knihy o Liberci*. 2., dopl. a rozš. vyd. Liberec: Dialog, 2004. ISBN 80-86761-13-4.

KREIDLOVÁ, Veronika, et al. *Seasonal dynamics of zooplankton in the shallow pond Vydmáček near Plzeň (Czech Republic)*, Plzeň 2014, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Centrum biologie, geověd a envigogiky

Macháček, J. and Sed'a, J. 1998. *Spatial- temporal changes of morphological and life history parameters in Daphnia galeata in canyon-shaped dam lake*. Internation Review of Hydrobiology 83, 171-178

MUSIL, Martin. *FORMOVÁNÍ PLANKTONU A PRODUKČNÍ CHARAKTERISTIKY V EUTROFNÍCH RYBNÍCÍCH*, ČESKÉ BUDĚJOVICE, 2016, disertační práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta

PECHAR, Libor a J. POTUŽÁK, J. Význam dlouhodobého výzkumu rybníků pro ekologický monitoring. *Životné prostredie*, 2006, 40.2: 98-100.

PROCHÁZKOVÁ, Iva. *Využití historických vodohospodářských úprav v návrhu plánu společných zařízení*, České Budějovice, 2013, bakalářská práce (Bc.), JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH, ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

PŘIKRYL, I. *Vývoj hospodaření na českých rybnících a jeho odraz ve struktuře zooplanktonu, jako možného kritéria biologické hodnoty rybníků*. In: Flajšhans, M. (ed.): *Sborník vědeckých prací k 75. výročí založení VÚRH*, 1996, s. 151 – 164.

ŘEHÁČEK, Marek. *Vratislavice nad Nisou*. Ilustroval Petr Ferdyš POLDA. Liberec: Petr Pold a ve spolupráci s městským obvodem Liberec-Vratislavice nad Nisou, 2012-. ISBN 978-80-903056-5-6.

SCHUBERT, Alfred Andreas a Jan LELLÁK. *Život ve sladkých vodách*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1973. Knižnice odborné literatury pro učitele.

SLÁDEČEK, V. 1986. *Hydrobiologie*. PRAHA: 142 s

SOMMER, Ulrich, et al. *The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters*. Archiv für Hydrobiologie, 1986, 106.4: 433-471.

SOMMER, Ulrich, et al. *Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession*. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 2012, 43.429: 2012.

ŠEBESTA, Roman. *SPOLEČENSTVA PLANKTONNÍCH ORGANISMŮ V POŘÍČNÍCH TŮNÍCH*, České Budějovice, 2012, bakalářská práce (Bc.), JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH, Fakulta rybářství a ochrany vod

ZADINOVÁ, Kateřina. *Druhové složení a biomasa zooplanktonu v experimentálních mesokosmech o různé hloubce a koncentraci živin*, České Budějovice, 2013, diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Přírodovědecká fakulta

Český hydrometeorologický ústav: Územní srážky [online]. [vid. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky> .

Český hydrometeorologický ústav: Historická data [online]. [vid. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/data-ze-stanic-site-RBCN#>

Český hydrometeorologický ústav: Výstraha ČHMÚ ze 17. 7. 2021 [online]. [vid. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/chmi.cz/photos/a.573600035997257/6200373133319891>

Meteorologieenčervená: Plankton_[online]. [vid. 2022-07-12]. Dostupné z: <https://www.meteorologiaenred.com/cs/plancton.html>

Zdroj fotografií

Všechny uvedené fotografie jsou z vlastních zdrojů.