



**Vliv biomanipulací s účelovou rybí obsádkou na vývoj
kvality vody vodárenské nádrže Hamry**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
prof. Ing. Petr Spurný, CSc.

Vypracoval:
Bc. Lukáš Jurek

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: **Vliv biomanipulací s účelovou rybí obsádkou na vývoj kvality vody vodárenské nádrže Hamry** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu, prof. Petru Spurnému, CSc., že se ujal formálního vedení mé diplomové práce a umožnil mi tak tuto práci realizovat.

Dále děkuji svému konzultantu, Dr. Ing. Pavlu Jurajdovi za organizaci a terénní vedení mých prací při jejich uskutečňování na VN Hamry. Jakož i celému týmu ÚBO AVČR Brno, za jejich účast na terénních výjezdech, pomoci při vzorkování dat a poskytnutí informací o odlovech ryb. Jmenovitě Mgr. Liboru Miklovi, Lukáši Kopečkovi, Mgr. Ludřkovi Šlapanskému, Mgr. Lukáši Vetešníkovvi, Ph.D., Mgr. Michalu Janáčovi, Ph.D. a Bc. Kevinovi Roche, CSc.

Děkuji též Ing. Mgr. Lence Hadašové, která mne zasvětila do tajů zpracovávání vzorků zooplanktonu a poskytla mi i jiné cenné rady k této problematice.

Těž děkuji Ing. Tomáši Zapletalovi, Ph.D., znalci přehrady Hamry za poskytnutí odborných rad pro moji práci.

Děkuji doc. Ing. Radovanu Koppovi, Ph.D. za poskytnutí kompletních dat fytoplanktonu, hydrochemických analýz vody, rozboru sedimentů, jakož i za rady a podněty týkající se dané problematiky. Také mu děkuji za dodávání tekuté inspirace, nezbytné pro vypracování literární rešerše této práce.

Největší poděkování chci vyjádřit své rodině, která mne podporovala po celou dobu studia i uskutečňování této diplomové práce.

ABSTRAKT

Ve svojí diplomové práci jsem se zabýval biomanipulacemi na vodárenské nádrži Hamry. Nádrž Hamry se nachází u obce Hlinsko na Českomoravské vrchovině, je meso-eutrofního charakteru a svojí rozlohou (kolem 42 ha vodní plochy) a průměrnou hloubkou 2 m patří mezi menší, mělké nádrže. Biomanipulační opatření jsou na ní dlouhodobě prováděna a sledována (již od roku 2008).

Biomanipulace prováděné v roce 2015, které sestávaly především z odstraňování nežádoucích druhů ryb z nádrže, byly prováděny různými metodami na všech ontogenetických úrovních. To znamená sběr jiker okouna říčního *Perca fluviatilis*, L., odlovy juvenilních stádií planktonofágních druhů ryb, jakož i odlovy a odstraňování adultních nežádoucích druhů ryb. Součástí odlovů byly i odchvy třecích hejn cejna velkého *Abramis brama*, L. a plotice obecné *Rutilus rutilus*, L.

Tato biomanipulační opatření byla doprovázena získáváním a vyhodnocováním vzorků zooplanktonu, fytoplanktonu, rozborů hydrochemických a fyzikálně-chemických parametrů vody. Také byl zjištěn obsah fosforu v sedimentech. Některá data jsem aktivně získával a vyhodnocoval já (především zooplankton), jiná data byla vyhodnocena ÚBO AV ČR Brno, jakož i jinými pracovníky Oddělení rybářství a hydrobiologie na Ústavu zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství MENDELU Brno a mnou pouze použita ke srovnání účinnosti prováděných biomanipulací.

Klíčová slova:

Biomanipulace, účelová rybí obsádka, top-down efekt, bottom-up efekt, zooplankton, eutrofyzace, hydrochemické parametry vody, vodárenská nádrž

ABSTRACT

I have dealt in my thesis with biomanipulation on the water reservoir Hamry. The reservoir is located near the village Hamry in the Bohemian-Moravian Highlands, it is meso-eutrofního character and its size (about 42 ha of water surface) and an average depth of 2 m is ranked among the smaller, shallow tank. Biomanipulation measures are there implementation and monitored in the long term (since 2008).

Biomanipulation implemented in 2015, which mainly consist of removing unwanted species of fish from the reservoir were implemented by different methods at all ontogenetic levels of fish. That means collecting eggs perch *Perca fluviatilis*, L., seinings of juvenile stages panktivorous species of fish, as well as seinings and elimination of adult unwanted fish species. Part of the seinings were catching spawning shoals of bream *Abramis brama*, L. and roach *Rutilus rutilus*, L.

With those biomanipalition actions was carried collection and evaluation of samples of zooplankton, phytoplankton, hydrochemical analyzes and physico-chemical parameters of water. Also were investigated phosphorus content in sediments. Some of the data I obtained and evaluated actively (especially zooplankton), other data were evaluated by specialists from ÚBO AV ČR Brno, or employees of the Department of Fisheries and Hydrobiology at the Institute of Zoology, Fisheries, Hydrobiology and Apiculture MENDELU Brno and I have only used this data to compare the efficiency of the implemented biomanipulation.

Key words:

Biomanipulation, fish stock management, top-down effect, bottom-up effect, zooplankton, eutrophication, hydrochemical parameters of water, drinking water reservoir

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	CÍLE PRÁCE.....	11
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1	Eutrofizace vodních nádrží obecně (jezera).....	12
3.1.1	Fosfor deponovaný v sedimentech	13
3.2	Eutrofizace přehradních nádrží	13
3.3	Bio-manipulace.....	14
3.3.1	Vliv rostlin na kvalitu vody ve vodní nádrži	15
3.3.2	Plankton v přehradní nádrži.....	15
3.3.3	Cílové druhy ryb bio-manipulačních zásahů.....	17
3.4	Bio-manipulace přehradních nádrží	17
3.4.1	Odlovy třecích hejn.....	18
3.4.2	Eliminace jiker.....	18
3.4.3	Odlov nežádoucích kaprovitých ryb	19
3.4.4	Vysazení dravých druhů	19
3.4.5	Podmínky úspěšné bio-manipulace.....	20
3.5	Vodní nádrž – charakteristika studované oblasti	21
4	MATERIÁL A METODIKA.....	23
4.1	Odběr vzorků v terénu.....	23
4.2	Časový harmonogram vzorkování	24
4.2.1	Odběry a vyhodnocení vzorků zooplanktonu	24
4.2.2	Odběry a vyhodnocení vzorků fytoplanktonu	26
4.3	Odstraňování nežádoucích druhů ryb.....	27
4.3.1	Sběr jiker okouna říčního.....	27
4.3.2	Odlov larválních stádií ryb	27
4.3.3	Průzkumy plůdkového společenstva ryb	28
4.3.4	Odlovy nežádoucích druhů ryb.....	28
4.4	Odběry vzorků vody a měření hydrochemických parametrů.....	29
4.5	Odběry vzorků sedimentů dna	31
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	31
5.1	Společenstvo zooplanktonu.....	31
5.1.1	Kvalitativní složení zooplanktonu	31
5.1.2	Kvantitativní složení zooplanktonu	32
5.1.2.1	Časová struktura zooplanktonu na přehradě Hamry	34
5.1.2.2	Lokální struktura zooplanktonu na přehradě Hamry.....	40
5.2	Společenstvo fytoplanktonu	44
5.2.1	Kvalitativní a kvantitativní struktura fytoplanktonu.....	44
5.3	Společenstvo ryb	46
5.3.1	Snůšky jiker okouna říčního	46
5.3.2	Odlov larválních stádií ryb	46
5.3.3	Plůdkové společenstvo ryb	47
5.3.4	Adultní společenstvo ryb	48
5.4	Obsah fosforu v sedimentech.....	48
5.5	Chemismus vody.....	49
5.5.1	Teplota vody	49

5.5.2	pH vody.....	50
5.5.3	Obsah rozpuštěného kyslíku	50
5.5.4	Konduktivita (měrná vodivost).....	51
5.5.5	Průhlednost vody	51
5.6	Vývoj ekosystému VN Hamry - ekologický potenciál nádrže.....	52
6	ZÁVĚR	55
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	62
9	SEZNAM TABULEK	64
10	PŘÍLOHY	65
10.1	Fotodokumentace	65
10.2	Tabulková dokumentace.....	70
	Tab. 2: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 23. 3. 2015	71
	Tab. 3: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 20. 4. 2015	72
	Tab. 4: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 14. 5. 2015	72
	Tab. 5.: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 8. 6. 2015	73
	Tab. 6: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 1. 7. 2015	73
	Tab. 7: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 13. 7. 2015	74
	Tab. 8: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 27. 7. 2015	74
	Tab. 9: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 10. 8. 2015	75
	Tab. 10: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 24. 8. 2015	75
	Tab. 11: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 7. 9. 2015	76
	Tab. 12: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 21. 9. 2015	76
	Tab. 13: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 5. 10. 2015	77
	Tab. 14: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 9. 11. 2015	77
	Tab. 17: Velikostní struktura (<0,7mm; >0,7mm) čtyř základních skupin zooplanktonu na nádrži Hamry, zjišťovaná v jednotlivých termínech a kontrolních bodech.....	79
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	82

1 ÚVOD

Eutrofizace je v posledních desetiletích novodobým strašákem v existenci lidstva. Se vzrůstající populační hustotou a industrializací vzniká čím dál větší tlak na potřebu zásobení obyvatelstva, ale i průmyslu dostatkem kvalitní vody, ať už jako suroviny či jako látky nezbytné pro funkci domácností k pitným účelům.

Téma úpravy kvality vody přírodě blízkou cestou je proto v poslední době námětem mnoha autorům pro jejich práce. Zvláště v době, kdy se problém nedostatku kvalitní pitné vody začíná týkat už i evropského kontinentu.

Přehradní nádrž Hamry je dlouhodobě studovanou, typovou lokalitou, která se ukázala být zajímavá pro výzkum a realizaci biomanipulačních opatření. Tato opatření jsou na ní prováděna a zkoumána již sedmým rokem. Za tento časový horizont bylo nashromážděno velké množství dat, která pomáhají vnést více světla do funkce tak složitého ekosystému, jako je vodárenská nádrž. Tyto informace by mohly pomoci k pochopení všech dějů a pochodů co se ve vodě odehrávají a přispět tak k vytvoření uceleného pohledu na věc a k vytvoření mechanismů, kterými bychom mohli napomáhat k udržení dostatečné jakosti surové přehradní vody určené k úpravě pro pitné účely.

Na VD Hamrech sbírala materiály pro svoje závěrečné práce celá řada studentů, např. Štěpina (2010), Zapletal (2013). Já jsem tak pouze navázal na řadu sledovaných let na této vodárenské nádrži a svým skromným dílem se pokusil přispět k ucelenosti poznatků o této lokalitě.

2 CÍLE PRÁCE

Cílů této diplomové práce bylo hned několik. V první řadě provést maximální biomanipulace na všech ontogenetických úrovních u nežádoucích druhů ryb v nádrži. To znamená odstranění jiker okouna říčního (*Perca fluviatilis*, L.), odlov plůdků kaprovitých ryb a odlov generačních kaprovitých ryb (zejména cejna velkého (*Abramis brama*, L.) a plotice obecné (*Rutilus rutilus*, L.)).

Současně zjistit aktuální stav rybí obsádky vodárenské nádrže Hamry po prováděných biomanipulačních odlovech za dobu šesti let a vyhodnotit kvalitativní a kvantitativní parametry těchto biomanipulací (zmíněno v textu výše). Dále bylo cílem vyhodnotit časový, prostorový a velikostní vývoj fytoplanktonu a zooplanktonu v nádrži.

Zjistit ve spolupráci se správcem nádrže aktuální dotaci fosforu do nádrže z jejího povodí.

A konečně zhodnotit význam realizovaných biomanipulací s účelovou rybí obsádkou na kvalitu surové pitné vody ve vodárenské nádrži Hamry.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Eutrofizace vodních nádrží obecně (jezera)

Vhodná definice zní „Eutrofizace je soubor přírodních a uměle vyvolaných procesů vedoucích ke zvyšování obsahu anorganických živin stojatých a tekoucích vod.“ (Kočí a kol., 2000).

Ovšem samotná eutrofizace jako taková by nám až tak nevadila, mnohem větší problém jsou její negativní důsledky na celý ekosystém nádrže a to především; masový rozvoj fytoplanktonních organismů, ale i některých vyšších rostlin a sekundární tvorba tzv. „vodního květu“ které následně zárůstem plochy hladiny způsobují omezení pronikání slunečního světla do hlubších partií vodního sloupce a následnou nepřímou eliminaci jiných organismů. Dále svým odumíráním a rozkladem odčerpávají značné množství ve vodě rozpuštěného kyslíku, který je spotřebováván na rozkladné procesy, jakož i zamořují vodní prostředí toxiny vyplavovanými ze svých buněk (především cytotoxiny sinic). Což následně zhoršuje kvalitu vody a její použitelnost pro vodárenské účely. Při masovém odumírání takovýchto vodních květů a následném klesnutí na dno nádrže může docházet až k vytváření rozsáhlých anoxických zón u dna takových míst (Adámek a kol., 2008; Kočí a kol., 2000; Randák a kol., 2013).

Mezi chemické prvky, které vyvolávají eutrofizaci patří především fosfor (P) a to ve formě: fosforečnanů(PO_4^{3-}), které jsou ve vodě přirozeně přítomné když se fosfor slučuje s kyslíkem. Dříve se přikládala větší vážnost také dusíku (N), nicméně dle Liebigova zákona minima víme, že poměr mezi N a P je 100: 1, tedy že fosfor je limitující prvek nezbytný pro růst zelených mikroorganismů (Kočí a kol., 2000).

V našem případě je potřeba mluvit o antropogenní eutrofizaci, tedy té, která je zapříčiněna člověkem a jeho vlivem v krajině. Vodní nádrže leží na korytech bývalých řek, které mnohdy zaujímají rozsáhlou plochu povodí. Je tedy nasnadě, že veškeré přítékající živiny se dostávají do nádrží, kde jsou následně kumulovány a koncentrovány. Enormní problém vzniká ve chvíli, kdy jsou v povodí takovéto nádrže obsáhnuty značné plochy orné půdy, která je intenzivně hnojena a podléhá vodní erozi, dále výskyt aglomerací lidských sídel s nedokonalým systémem ČOV, jakož i rozsáhlejší rybníční soustavy, ze kterých rovněž odtéká značné množství živin. Bohužel všechny tyto jevy jsou v naší kulturní krajině dost častým fenoménem.

3.1.1 Fosfor deponovaný v sedimentech

Problém s nadměrným množstvím fosforu v nádrži může přetrvávat, i když už je množství organického znečištění přitékajícího do nádrže eliminováno. A to z toho důvodu, že fosfor, který je deponovaný i v dnových sedimentech nádrže se může za určitých podmínek uvolňovat zpět do vodního prostředí a podporovat bujení fytoplanktonu. Těmito podmínkami jsou oxidačně – redukční děje, pH a také chemické složení sedimentů. Vždy se jedná o to, jak fosfor reaguje a zda jsou vzniklé sloučeniny opětovně vázány do dna či uvolňovány do volného vodního prostředí (Kopp, 2015). K poutání fosforu ve dně napomáhají kyselé sedimenty, kde dochází ke slučování P s Al či Fe za vzniku trojmocných oxidů. Zvýšením pH nad 9 spolu s vysokým obsahem vápníku ve vodě vzniká málo rozpustný fosforečnan vápenatý a snižuje se tak obsah volného fosforu ve vodě.

Velice důležitým faktorem je také obsah kyslíku u dna nádrže. V případě dostatku kyslíku (oxických podmínkách) dochází opět k poutání fosforu v trojmocných oxidech v dnových sedimentech. Naopak při vzniku anoxií (nedostatku kyslíku) u dna dochází k redukcí trojmocných oxidů, tyto přecházejí na dvojmocné rozpustné formy a fosfor se uvolňuje do vodního prostředí (Kopp, 2015).

Ovšem je třeba říci, že v celkové bilanci koloběhu fosforu v nádrži většinou převažuje přesun fosforu z vodního prostředí do sedimentů nad jeho zpětným uvolňováním. Daleko větší důsledek na eutrofizaci má jeho vnos do nádrže s organicky zatíženou, přítokovou vodou (Kopp, 2015).

3.2 Eutrofizace přehradních nádrží

Negativní jev, který nevyhnutelně doprovází stárnutí přehradních nádrží je jejich nadměrné zatížení živinami, tedy eutrofizace. K tomu může docházet z mnohých příčin, ať už přírodních (přírozených) či těch zapříčiněných člověkem (antropogenního původu).

Důležitým faktorem ovlivňující, ale také související s kvalitou vody v nádrži je skladba rybí obsádky. Neoptimálnější z hlediska jakosti vody se jeví rybí obsádka Salmonidního typu, reprezentovaná v našich podmínkách pstruhem obecným *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, pstruhem duhovým *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) a sivenem americkým *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1815).

Je logické, že tyto druhy ryb se mohou vyskytovat jen v nádržích odpovídajícího charakteru, tedy v menších chladnějších nádržích ve vyšších polohách ležících na povodí pstruhových potoků. Toto společenství bohužel většinou nepřetržává delší dobu (řádově jen několik let) a to z důvodu postupné degradace ekosystému vlivem stárnutí nádrže, především ale nezodpovědným přístupem člověka a to formou náhodného, nebo záměrného vysazení nevhodných rybích druhů do nádrže, ať už dravců (štika obecná *Esox lucius* Linnaeus, 1758, candát obecný *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), okoun říční *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), nebo drobných kaprovitých ryb. Tyto ryby, které se do nádrže většinou dostanou i z jejího povodí, potom následně obsadí prostředí údolní nádrže a svým namnožením vytlačí původní salmonidní společenstvo, které je tak dříve či později nahrazeno rybí obsádkou Cyprinidního charakteru. Nezanedbatelný je i nelegální "rybářský" tlak na tyto společenstva. Nezbytná je také několikaletá podpora těchto obsádek formou dotace dostatečného množství násadového materiálu, což se většinou neděje (Lusk a kol., 1983; Nenadál, 1991).

3.3 Biomanipulace

Pojmem biomanipulace se rozumí určitý zásah do funkce ekosystému, mající za cíl nepřímé zlepšení přírodních podmínek.

Biomanipulační opatření se snaží nahradit přírodní cestou jiné, dříve používané chemické metody, které jsou sice účinné, avšak nezohledňují zdravotní a hygienické dopady v dlouhodobějším horizontu, jakož i ekologický dopad na celý ekosystém (Adámek a kol., 2008).

Naši odborníci se zamýšleli nad potřebami zlepšení kvality surové vody pro pitné účely biologickou cestou na počátku devadesátých let minulého století. I když vlivu rybí obsádky na zooplankton a fytoplankton si všímal už Hrbáček (1962).

Podstatou biomanipulací je tzv. "top down" efekt, založený na působení vrcholných složek potravní pyramidy. Změny, které se projeví, jsou poté přenášeny na spodní články, proto "top down". Pokud síly působí opačným směrem (od spodu nahoru), jedná se například o dotaci živin pro primární producenty, nazývá se tento efekt „bottom-up“ (Weis, 2008; Weis, 2014).

Dosud panuje nevyjasněná situace o dominanci obou těchto principů. Ukazuje se, že „top down“ i „bottom up“ nastupují a posléze ustupují v různých obdobích roku a

mohou pracovat zároveň. V jarních měsících se zřejmě více uplatňuje „top – down“, kdy filtrující zooplankton je schopen vyvíjet efektivní tlak na fytoplankton. Ovšem později v průběhu vegetační sezóny tento jev ustupuje do pozadí, a na scénu přichází „bottom up“ – překrytí zdroji živin a fytoplankton už je v takové biomase a druhové struktuře, že zooplankton je nedostupný. Navíc se projeví vyžírací tlak rybí obsádky, takže zooplanktonní filtrátoři jsou silně omezeni (Moss a kol., 1994).

Toto nemusí platit u nádrží, které jsou významně zarostlé ponořenými vodními makrofyty – zde se může zooplankton udržet i po celou sezónu a efektivně snižovat fytoplanktonní společenstva (Timms a Moss, 1984). Navíc bylo dokázáno, že vodní plochy s dostatečnou litorální vegetací jsou chráněny proti nadměrné eutrofizaci tím, že makrofyta odčerpávají z vody živiny (především fosfor) a tím následně brání masovému rozvoji fytoplanktonu (Randák a kol., 2013). Z tohoto důvodu je také pokryvnost vodní plochy makrofyty zařazena mezi důležité hodnotící body, jež ukazují na ekologický potenciál dané nádrže (Borovec a kol., 2013).

3.3.1 Vliv rostlin na kvalitu vody ve vodní nádrži

Kladně je hodnocena míra pokryvu (zárůstu) dna/ plochy VN vodními rostlinami a to především submerzními (ponořenými) makrofyty. Tento důsledek úspěšné biomanipulace zajišťuje lepší kvalitu vody a to několika formami; za prvé – ponořené rostliny odčerpávají z vody značné množství fosforu, čímž klesá jeho dostupnost pro fytoplankton. Ten se pak nemůže projevit v tak masovém množství. Za druhé – rostliny pokrývající plochu dna zpevňují jeho povrch a minimalizují tak dopad turbidity vody na víření sedimentů a následnému uvolňování živin do vodního sloupce. A v neposlední řadě působí jako výtěrový substrát a úkryt některým dravým druhům ryb (především štiky obecné), takže nepřímo přispívají ke zvýšenému predančnímu tlaku na drobné planktonofágní ryby (Randák a kol., 2013).

3.3.2 Plankton v přehradní nádrži

Na tomto místě by bylo též vhodné pojednat o sukcesi planktonu. Klasický vzorec na většině našich nádrží je ten, že z jara dominují ve vodě vířníci (Rotifera), kteří mají ze zooplanktonu nejrychlejší start. S postupným ohřevem vody a nárůstem fytoplanktonu se objevuje větší množství hrubého (především dafniového) zooplanktonu,

kteře narůstá do té míry, až vyfiltruje většinu fytoplanktonu a ve vodě se rapidně zvýší průhlednost vody (tzv. „Clean water“). Toto období však nemůže trvat dlouho vzhledem k následným kyslíkovým deficitům vznikajícím absencí primárních producentů. Zooplankton jde do ústupu a nastává opětovný rozvoj fytoplanktonu, který kulminuje přes teplé letní měsíce. Na podzim můžeme pozorovat druhý vrchol zooplanktonu, který již není tak výrazný, jako ten první. Obecné pravidlo je, že v nádržích s hustou obsádkou planktonofágních ryb je zooplankton tvořen malými druhy a v nízké biomase (fytoplankton je naopak bohatě vyvinut, čímž se snižuje průhlednost vody), naopak v nádržích s nízkou obsádkou ryb převažuje hrubý dafniový zooplankton, který efektivně eliminuje zooplankton a průhlednost vody se tím zvyšuje. (Adámek a kol., 2014).

Ovšem pokud je predáční tlak ryb opravdu velký, nemusí k tomuto scénáři vůbec docházet a hrubý zooplankton bývá mnohdy odfiltrován již začátkem léta. Tedy dříve, než se stihne vytvořit nová silná generace zooplanktonu, poněvadž jsou vyžrány generační samice s novými jedinci uvnitř schránky. Proto je důležitý filtrační potenciál vířníků, neboť i když jsou to organismy mnohem menší, zůstávají mnohdy v létě ve vodním prostředí jediným planktonem, když ryby vyžraly buchanky a perloočky (Vijverberg a kol., 1990).

Další problém nastává, když se v nádrži rozbují koloniální sinice, které svou kompeticí potlačí ostatní fytoplankton a vytvoří v podstatě monokulturní společenstvo. Takováto masa je potom nekonzumovatelná ani pro hrubý zooplankton a to jednak kvůli své velikosti, jakož i přítomností cyanotoxinů (Adámek, 2004; Maršálek, 2014).

Konkrétní biomanipulací je zpravidla míněna podpora populací dravých ryb, které svým zvýšeným predáčním tlakem omezují početnost planktonofágních druhů ryb (např. plotice obecná, cejn velký a další drobné kaprovité ryby). Formováním ročníků cejna velkého, ale i plotice obecné a okouna říčního v závislosti na predáčním tlaku candáta obecného se zabývají ve své práci Mooij a kol. (1996).

Tím dojde ke snížení vyžíracího tlaku na zooplankton (především hrubý dafniový), který zvedne svoji početnost a tím i zvýší filtrační tlak na fytoplankton. Tento postup je princip tzv. Řízené rybí obsádky, ovšem nutno podotknout, že sám o sobě není nikdy zcela efektivní a je nutné, aby ho provázely další kroky, vedoucí k zabezpečení vhodných podmínek pro efektivní biomanipulaci.

Nejdůležitějším z nich je zamezení nadměrné dotace nádrže fosforem a s tím spojené eutrofizace, tedy zamezit efektu "bottom-up". V opačném případě, překročili-li

tzv. živinové zatížení vodní nádrže určitou mez, hrozí přemnožení vláknitých a koloniálních druhů sinic, které není schopen zooplankton filtrovat a tedy eliminovat a biomanipulace ztrácí svoji účinnost (Vašek a kol., 2013).

3.3.3 Cílové druhy ryb biomanipulačních zásahů

Mezi druhy, které se snažíme v ekosystému nádrže cíleně eliminovat, patří již zmíněné planktonofágní kaprovité ryby - plotice obecná *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), ouklej obecná *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), perlín ostrobřichý *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), cejnek malý *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) a jiné. Dále také druhy, které se živí zooplanktonem v prvních etapách svého života - tedy plůdek především těchto druhů ryb; cejn velký *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), kapr obecný *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, ale i okoun říční *Perca fluviatilis*.

Taktéž jsou nežádoucí bentofágní druhy, které aktivně prorývají dno - kapr obecný, cejn velký, ale i lín obecný *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758). Touto svou činností uvolňují množství živin deponovaných v sedimentech především fosfor a nesmí být proto vysazovány do vodárenských nádrží, kde se snažíme o udržení dobré kvality vody (Adámek a Maršálek, 2012).

Ovšem nežádoucí je i vysazování tzv. "býložravých ryb", které chceme použít jako biomeliorátory - tedy amura bílého *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), tolstolobika bílého *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) a tolstolobika pestrého *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845).

Dříve se myslelo, že tyto tzv. býložravé druhy ryb z Asie jsou schopny eliminovat fytoplankton, ovšem navzdory rozšířeným představám spíše napomáhají k rozvoji eutrofizace – můžeme následně hovořit přímo o tzv. ichtyoeutrofizaci či autoeutrofizaci (Adámek a kol., 2008). Neboť přijímaná makrofyta (v případě amura bílého) či přijímaný fytoplankton a sinice (v případě tolstolobika bílého) ryba efektivně nestráví, ale uvolní nakumulované živiny zpět do vody. Navíc tolstolobik pestrý se živí filtrací zooplanktonu, což je pro nás - jak již bylo zmíněno výše – nežádoucí (Hanel a Lusk, 2005).

3.4 Biomanipulace přehradních nádrží

Jak je tedy zřejmé, úspěšnou biomanipulaci musí provázet celá řada přírodních faktorů, kombinovaných s vhodným rybářským managementem v nádrží. Takovými

hospodářskými zásahy jsou i eliminace reprodukce kaprovitých ryb (cejna, plotice a dalších). A to například odlovy třecích hejn pomocí elektrolovu či sítí na přítocích, či instalací třecích hnízd, které po výtěru odstraníme spolu s jikrami, či odlovy a odstraňování plůdků zejména plotice, cejna ale i okouna (Seda a Kubecka, 1997).

Velmi efektivním zásahem je také řízené poklesnutí vodní hladiny nádrže po výtěru oněch kaprovitých ryb, kdy jikry zůstanou přilepeny v příbřežní vegetaci a dojde k jejich vyschnutí mimo vodní prostředí (Adámek a kol., 2008; Štěpina, 2010).

Bio-manipulační zásahy, které lze provádět na přehradních nádržích spočívají především v odstranění nežádoucích, kaprovitých druhů ryb a to ve všech stádiích jejich ontogenetického vývoje. Níže jsou vyjmenovány všechny hlavní známé metody.

3.4.1 Odlovy třecích hejn

Provádíme buď pomocí elektrického agregátu či zátahovými sítěmi. Hlavním cílem je odlovit generační ryby (kapr obecný, cejn velký, plotice obecná), které se shromáždily v mělkých zátočinách k výtěru. Taková místa musí být předem známá a odlovy na nich musí být realizovatelné. Často se nacházejí v místech přítoků do nádrže. Stejně tak čas výtěru jednotlivého druhu se liší na každé nádrži podle nadmořské výšky a jiných klimatických poměrů.

Jejich odlovením se jednak zbavíme samotných adultních ryb, které jsou pro nás jako bentofágové nežádoucí z hlediska uvolňování živin ze dna (viz výše). Ale také zamezíme jejich reprodukci a následnému zvýšení abundance ročních ryb, které jsou planktonofágní, což je pro nás opět nežádoucí.

3.4.2 Eliminace jiker

Provádí se buď razantním snížením vodní hladiny po výtěru ryb (jikry uschnou na vodních porostech). To je z hlediska manipulačního vcelku problematické a navíc musíme znát termín výtěrového období, které navíc může být velmi rozvleklé. Nebo lze instalovat přenosná třecí hnízda, např. Výtěrové hnízdo tzv. Pražskou modifikaci – kdy se vytřené jikry i s hnízdem odstraní před vykulením embryí z nádrže. U jiker okouna říčního, které jsou kladeny v provazcích, můžeme jejich sběr fyzicky realizovat a to i formou potápění, častěji však jen prostým sběrem v příbřežních partiích nádrže z lodi či broděním. Ruční sběr jiker je samozřejmě možný pouze u okouna říčního.

ho, jehož snůšky tvoří kompaktní provazce.

3.4.3 Odlov nežádoucích kaprovitých ryb

Cílem je snížení početnosti těch druhů, které se živí filtrací zooplanktonu a jsou tedy nežádoucí složkou v potravním řetězci nádrže, kde chceme zlepšit kvalitu vody. Jejich odstranění můžeme provádět tenaty – stavěcími sítěmi s pasivním způsobem lovu, nebo pomocí elektrolovu – tzv. hlubinného agregátu. Stejně tak jsou účinné klasické záťahové sítě používané při odlovech třecích hejn. Všechny tyto metody můžeme kombinovat a odlovy lze navíc provádět ve dne či v noci s různou mírou účinnosti (viz. Štěpina, 2010).

Odlovené ryby poté odstraňujeme z nádrže – buď likvidujeme, nebo můžeme přesadit do jiných vodních ploch – například jako potravní rybu do produkčních rybníků s chovem dravých ryb, nebo těmi hodnotnějšími druhy, jako jsou kapr či cejn zarybnit vhodné rybářské revíry. Při invazivním způsobu lovu, jako jsou tenata lze uhynulé ryby poskytnout Mysliveckým spolkům, či jako krmení do zoologických zahrad.

3.4.4 Vysazení dravých druhů

Mezi druhy, jejichž populační rozvoj se snažíme v nádrži podporovat patří v našich podmínkách štika obecná *Esox lucius*, L., sumec velký *Silurus glanis*, Linnaeus, 1758, candát obecný *Sander lucioperca*, L. a bolen dravý *Leuciscus aspius*, (Linnaeus, 1758). Vysazení okouna říčního není vhodné, z hlediska přítomnosti značné části zooplanktonu jako složky jeho potravy i v dospělosti.

Nicméně první dva zmiňované druhy jsou pro svoji relativně snadnou ulovitelnost snadným cílem nelegálního rybářského tlaku v podobě pytláctví (zvláště v menších nádržích) a jejich dostatečné množství v nádrži se nemusí dařit dlouhodoběji udržet. Lépe je na tom bolen dravý, který přece jenom lépe odolává pytláckému tlaku a nachází vhodné podmínky k životu i v nádržích, který už prodělali i jistou formu stárnutí, tedy nepotřebuje tolik členité břehy, jako např. štika obecná (Randák a kol., 2013).

Ovšem nutno podotknout, že v podmínkách našich údolních nádrží se tento postup neseťkal s příliš úspěšnou odezvou – dravých ryb se musí vysadit opravdu značné množství, aby dokázaly efektivně potlačit a udržovat stavy drobných kaprovitých ryb na minimu. Pokud chceme spoléhat pouze na kontrolu planktonofágních ryb dravými ry-

bami, měla by abundance dravých druhů činit minimálně 25 % obsádky nádrže. Pak jsou schopny kontrolovat 1 leté ročníky nedravých ryb (Wysujack a Mehner, 2002).

Dalším reálným problémem je, že vysazení dravých ryb, které jsou velmi atraktivní pro rybářský sport přiláká značné množství rybářů – pytláků (Jurajda, P., osobní sdělení).

A v neposlední řadě k omezené efektivitě této metody přispívá fenomén stárnutí údolních nádrží, kdy příznivé podmínky k výskytu a rozvoji dravých druhů ryb setrvávají pouze několik málo let po napuštění nádrže, po delším čase nastává nevyhnutelný a přirozený proces zanášení údolní nádrže sedimenty, mizení výtěrového substrátu a zvýšené eutrofizace nádrže – nastává éra kaprovitých ryb (Peterka a Kubečka, 2013).

3.4.5 Podmínky úspěšné biomanipulace

Mezi důležité faktory patří vhodná plocha nádrže; udává se, že plocha nádrže by měla být maximálně několik desítek hektarů, na velkých plochách je biomanipulace velmi těžko realizovatelná. S tím souvisejí i další morfologické parametry nádrže - doba zdržení vody, charakter nádrže, klimatické podmínky, nadmořská výška - ale i biotické faktory, jako je trofie - úživnost nádrže či biomasa ryb v nádrži (Adámek a kol., 2008). Dále třeba zmínit, že přisuzovaný vliv rybií obsádky na globální kvalitu vody v nádrži není vyšší než 10-15% (Lusk a kol., 1983).

Navíc Sed'a a Kubečka (1997) učinili závěr, že pokud má být pozorovatelný účinek snižování fytoplanktonu, musí být biomasa planktonovorních ryb pod 100 kg na hektar.

A taktéž množství fosforu nesmí překročit stav, kdy je nádrž ještě mesotrofního charakteru (Randák a kol., 2013) jinak hrozí rozvinutí koloniálních a vláknitých druhů sinic, které již nejsou systémem „top-down“ kontrolovatelné (Adámek a kol., 2014). Biomanipulacemi se zabývali také v Dánsku, kde dlouhodobě (v horizontu deseti až patnácti let) snižovali obsádku planktivorních a bentivorních ryb (především cejna velkého a plotice obecné) za účelem zlepšení kvality vody v dánských jezerech. Ty byly převážně mělkého a eutrofního charakteru. Biomanipulace byly realizovány s různým výsledkem. Obecně se dařilo zvedat průhlednost vody a obsah nerozpuštěných látek, ne tak už hodnoty chlorofylu a.

Tam, kde se účinky biomanipulací projeví, se důsledkem toho snížila biomasa fytoplanktonu, kupodivu především sinic (*Cyanobacteria*), naopak narostla biomasa

skrytěnek (*Cryptophyta*), což značí zvýšený filtrační tlak zooplanktonu. Na většině jezer se také zvýšila plocha a druhová pestrost ponořených makrofyt, což s sebou nese další pozitivní důsledky pro zlepšení kvality vody v nádrži (Søndergaard a kol., 2008).

Ovšem stejně tak je pro dlouhodobou udržitelnost pozitivních vlivů efektivní biomanipulace nezbytné opakované odstraňování rybí obsádky. Pokud se tak neděje, jezero se během 6 až 10 let vrátí do původního stavu, což platí především pro vodní nádrže obzvláště zatěžované fosforem (Søndergaard a kol., 2008).

Na závěr je nutno podotknout, že ne vždy osvědčené vzorce fungují. Vliv kaskádové úrovně na trofické články potravní pyramidy vyvrací ve své studii Mehner (2010), který uvádí, že se mu nepodařilo prokázat jednoznačný vliv rybí obsádky na zooplankton a tedy na snížení trofické úrovně daných sledovaných lokalit.

3.5 Vodní nádrž – charakteristika studované oblasti

Přehradní nádrž Hamry byla zbudována mezi roky 1907 - 1912 především pro stabilizaci průtoků (extrémního letního sucha a pravidelných povodní) na řece Chrudimce. Nachází se mezi obcemi Hamry a Studnice, v těsném okolí Hlinska tedy v Pardubickém kraji.

Proběhly na ní dvě modernizace a to v letech 1931 – 1933 a 1966 – 1969. Od roku 1961, kdy bylo rozhodnuto o jejím využití nádrže jako vodního zdroje, slouží k zásobování Hlinecka pitnou vodou (Povodí Labe s. p., 2016)

Nádrž se nachází v nadmořské výšce 602 m n. m., s osou nádrže jih – sever. Leží na již zmíněné řece Chrudimce v říčním kilometru 93,133. Plocha povodí nádrže činí 5,68 km². Jejím zásobní prostor činí 42,32 ha. Výška hráze je 17,7 m. Maximální hloubka u hráze činí 7,5 m, průměrná hloubka je potom 2 metry. Poměr rybníční a korytovité části je asi 2:1. Nádrž má několik přítoků, hlavním je již zmíněná řeka Chrudimka, která bere vodu i z několika rybníků. Z levé strany poté ústí říčka Valčice a několik dalších bezejmenných stružek. Pravostranné přítoky jsou omezeny na jeden slabý potůček. Hlavním přítokem je tady řeka Chrudimka, která je beta – mezosaprobního charakteru. Kvalitu vody ovlivňují dvě centrálně odkanalizované obce v jejím povodí. (Jurajda a kol., 2016; Povodí Labe, s. p., 2016; Zapletal, 2013).

Hlavní přítok (řeka Chrudimka) je významný a nádrž má relativně malý objem. Teoretická doba zdržení vody v nádrži je tedy nízká, průměrná teoretická výměna vody

je do 40 dnů.

Přítoková část tvořena z velké části naplaveninami a detritem, tlejícími organickými zbytky pokrytými jemným materiálem deponovaným řekou Chrudimkou. Rozsah externího vnášení a ukládání fosforu do nádrže se odhaduje na $0,7 - 0,9 \text{ g P.m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$. Přibližně polovina břehové linie se skládá s pozvolnějších břehů a pláží s přítomností hygrytické vegetace, která není pravidelně zatopena, přibližně druhá polovina břehové linie je tvořena příkřejšími svahy s minimálním pokrytím makrofyty (Jurajda a kol., 2016).

Na VN Hamry dříve hospodařil Český rybářský svaz MO Hlinsko v Čechách, od r. 1961 slouží nádrž k vodárenským účelům (Povodí Labe s. p., 2016; Prášil a Reiser, 1976).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Odběr vzorků v terénu

K odběru většiny vzorků bylo vytipováno 8 bodů (míst) na nádrži. Body byly označeny symboly Ha01 až Ha08 a tyto zkratky jsou používány ve všech částech práce. Na těchto bodech se odebírali vzorky pro kontinuální sledování lokality, tedy vzorky zooplanktonu, fytoplanktonu a fyzikálně-chemických i hydrochemických parametrů vody. Odběrová místa byla volena od přítoku směrem k hrázi při obou březích tak, aby byly pokud možno podchyceny všechny typy prostředí a vznikl tak soubor vzorků, který bude reprezentovat více profilů v nádrži. Body byly zaneseny do GPS přístroje v podobě souřadnic, aby mohly být odběru co nejsrovnatelnější. Samozřejmě přírodní povětrnostní podmínky byly pokaždé trochu jiné. Odběry probíhali z lodě s přívěsným spalovacím motorem vybavené ochrannými pomůckami, jakož i rezervními vesly a vybavené kotvou s lanem pro udržení se na daném bodě během odběru potřebných vzorků. Odběrové body jsou znázorněny v příložené mapě (obr. 1).



Obr. 1: Odběrové body na VD Hamry. Upraveno podle Google earth.

Zdroj:<https://www.google.cz/maps/@49.7327067,15.9137528,1890m/data=!3m1!1e3?hl=cs>

4.2 Časový harmonogram vzorkování

Samotné odběry vzorků (zooplanktonu, fytoplanktonu, vzorků vody pro hydrochemické analýzy a zjišťování fyzikálně-chemických parametrů vody) probíhalo ve vegetační sezóně roku 2015, od měsíce března do listopadu (první odběr 23. 3. poslední odběr 9. 11.). Z počátku sezóny a ke konci bylo rozmezí mezi jednotlivými odběry přibližně tři týdny, ovšem přes hlavní část sezóny (začátek července – začátek října) se vzorkovací období zkrátilo na 14 dní. Co se týče denního rozložení, vzorkování probíhalo zpravidla od 10. do 13. hodiny za jakéhokoliv počasí.

4.2.1 Odběry a vyhodnocení vzorků zooplanktonu

Při získání a zpracování vzorků zooplanktonu bylo vycházeno z Metodiky odběru a zpracování vzorků zooplanktonu stojatých vod (Přikryl, 2006).

Zooplankton se odebíral vrhací planktonní sítí o hrubosti ok 40 μm . O následujících rozměrech; průměr vstupního otvoru: 22 cm, výška kužele (od ústí po začátek vypouštěcího kohoutu) 43 cm, tedy o objemu přibližně 5,5 litru. Délka tahu vodním profilem byla 6 metrů. Aby se zamezilo hrnutí vody před planktonní sítí ucpáváním jejích ok zvláště v letních měsících a následnému zkreslení výsledku, byl tah rozdělen do dvou hodů. Po hození přesné délky provazu se planktonní síť přitahovala zpět k lodi (přibližně 30 cm pod hladinou). Následně se obsah v kuželu planktonní sítě zkoncentroval do kohoutu na konci (oplachem vnějších stěn planktonky) a vypustil do označené klasické 50 ml vzorkovnice. Takto zkoncentrovaný vzorek se fixoval bezprostředně po dokončení vzorkování ještě v terénu koncentrovaným (36 - 38%) formaldehydem v poměru přibližně 1:10. Vzorky byly následně uchovávány pro pozdější kvantitativní a kvalitativní analýzy.

Před samotným zpracováním se vzorek promyl pod tekoucí vodou v koncentračním válečku s oky sítko 40 μm , aby došlo k maximálnímu odplavení formaldehydu a případně zbytkového fytoplanktonu. Následně byl vzorek opět převeden spláchnutím pomocí stříčky do původní vzorkovnice na známý objem, který byl volen podle hustoty vzorku a ze kterého bylo potom zjištěné číslo přepočteno na reálný počet organismů v litru přehradní vody.

Pro kvantitativní analýzu byl objem vzorkovnice homogenizován a z tohoto vzorku se odebral elektronickou digitální pipetou (o obsahu 5 000 μl) přesný objem

vzorku. Jednorázová špička pipety byla před aplikací vzorku nepatrně zkrácena kvůli zvětšení průměru a umožnění nasátí i větších perlooček. Špičky byly po každém odběru vzorku pečlivě vyplachovány a navíc po každé sadě vzorků vyměňovány, aby nedošlo k nežádoucí, byť nepatrné kontaminaci jiného vzorku. Tato odebraná dávka vzorku byla následně opatrně vylita do počítací komůrky (Sedgewick Rafterova komůrka (zkratka S-R)), s roztečí 2 mm mezi jednotlivými příčkami, pod binokulární lupou při zvětšení 40x (při prohlížení vzorku bylo použito spodního osvětlení a zakaleného-mléčného skla). Dávku vzorku bylo nutné rovnoměrně rozprostřít po ploše sklíčka (tenkou preparační jehlou) a pokud bylo výrazné množství organismů v povrchové blance vody, přikápnout detergentní přípravek, např. jarovou vodu. Následně už probíhalo okometrické počítání pod binolupou a zapisování počtu jednotlivých skupin do předtištěného protokolu.

Pro zajištění reprezentativnosti výsledků bylo stanoveno počítání alespoň 3 S-R komůrek (6 ml vzorku), respektive minimálně 300 kusů organismů ve vzorku. Organismy se kvantifikovaly klasicky do čtyř skupin; Cladocera (veškeré perloočky), Copepoda (dospělí klanonožci a jejich kopepoditová stádia - buchanky a vznášivky), nauplia (vývojová stádia klanonožců) a Rotifera (vířníci). Přičemž první dvě zmíněné skupiny byly dále rozdělovány do čtyř velikostních kategorií (<0,5 mm; 0,5 - 1 mm; 1 - 2 mm; > 2 mm). Toto rozdělení bylo přijato především kvůli potravnímu zaměření jednotlivých skupin organismů a tedy pro co nejpřesnější zjištění efektivity vlivu jednotlivých skupin na fytoplankton.

Před započítáním zpracovávání vzorků jsem si musel nastudovat jednotlivé skupiny zooplanktonu, abych dané skupiny dokázal bezpečně rozlišit. K tomu jsem použil základní literaturu (Sukop a Heteša, 1984; Hartman a kol., 1998), jakož i literaturu odbornější (Sládeček a Sládečková, 1997). Podrobné školení s ukázkou praktické determinace mi ochotně poskytla kolegyně Mgr. Ing. Lenka Hadašová.

K výsledným analýzám se zaznamenávali pouze jedinci, kteří byli před fixací prokazatelně živí (nepočítali se torza a úlomky organismů), stejně tak se nezapočítávali u perlooček (Cladocera) nedospělí jedinci. Naopak se u perlooček zaznamenávali oba naše dravé druhy (*Leptodora kindtii* a *Polyphemus pediculus*). Ovšem tento fakt byl zohledněn při konečném výstupu výsledků zooplanktonu do grafů; u *Leptodory* tím, že 99 % jedinců bylo nad 2 mm velikosti, což nesplňovala žádná jiná perloočka na Hamrech, tedy se tato velikostní kolonka nepočítala. V případě *Polyphema* bylo deteková-

no pouze řádově několik málo jedinců v celkovém objemu vzorků. Toto číslo tedy výrazně nezakreslí konečný výsledek filtrujícího zooplanktonu. U nauplií se nerozlišovalo, zda náleží k buchankám či vznášivkám, poněvadž na potravní zaměření to nemá podstatný vliv. Co se týče vířníků, zde bylo počítání nejobtížnější. Do skupiny Rotifera byli započítáváni i draví vířníci rodu *Asplanchna*, ač jsme si vědomi, že nefiltrují fytoplankton, každopádně jich ve vzorku bylo nepatrné množství. Koloniální vířníci rodu *Conochilus* byly započítávány po jednotlivých kusech v kolonii, resp. ze stanoveného průměru počtu jedinců v kolonii, který byl zjištěn jako 23 kusů. I když Wulfert (1969) udává jen 6 až 12 jedinců v kolonii, toto číslo se zdá neplatí pro VD Hamry, resp. podmínky České republiky.

Celkově jsem kvantitativně zpracoval 104 vzorků, zpracování jednoho vzorku zabralo průměrně 2 hodiny. Zjištěný počet organismů se následně přepočítal na skutečný objem vody získané z daného vzorkovaného bodu v nádrži procezením určitého objemu vody (podle známého objemu planktonní sítě a protaženého objemu vody).

Kvalitativní vyhodnocení zooplanktonu provedla Ing. Mgr. Lenka Hadašová s pomocí svých znalostí a určovacích klíčů (Devetter, 2012; Kořínek, 2005; Příkryl, 2014; Příkryl a Bláha, 2007; Sládeček a Sládečková, 1997) pod motorickým diagnostickým mikroskopem LEICA DM 3000 led.

Po provedených analýzách byly vzorky opětovně konzervovány 4% formaldehydem a archivovány.

4.2.2 Odběry a vyhodnocení vzorků fytoplanktonu

Získávání vzorků fytoplanktonu probíhalo opět pro kvalitativní (druhové spektrum) a kvantitativní analýzy (stanovení abundance). Odběrová místa i časy byly totožné se vzorkováním zooplanktonu, s tím rozdílem, že k získávání kvalitativních vzorků fytoplanktonu se použila jemnější planktonní síť s oky 20 μm . Délka hodů nebyla v tomto případě příliš podstatná, nicméně táhlo se přibližně 2 x 5 metrů. Získaný vzorek se opět zkoncentroval a kohoutem na konci planktonky vypustil do standardní 50 ml vzorkovnice. S tím rozdílem, že se nefixoval v terénu, ale přepravil se v chladicím boxu do laboratoře pro okamžitou analýzu.

Analýza síťového fytoplanktonu byla realizována v nativním (živém) vzorku bez dalších úprav. Abundance hlavních taxonů byla určena dle odhadní stupnice (Hindák,

1978) a je vyjadřována v procentech. Po provedené analýze byly vzorky konzervovány 4% formaldehydem a archivovány.

Odhadní stupnice:

- + – taxon s pokryvností do 0,1%
- 1 – taxon ojedinělý s pokryvností do 5%
- 2 – taxon hojný s pokryvností 5–20%
- 3 – taxon velmi hojný s pokryvností 20–50%
- 4 – taxon masově zastoupený s pokryvností 50–90%
- 5 – taxon naprosto dominantní s pokryvností 90–100%

Odběr vzorků vody pro stanovení abundance fytoplanktonu byl prováděn trubkovým vzorkovačem o průměru 4,5 cm z hloubkového profilu hladina –30 cm. Získané množství vody, které se následným zašpuntováním obou konců válce vyzdvihlo nad hladinu, bylo následně homogenizováno několikerým otočením a odlit reprezentativní vzorek do připravené vzorkovnice. Tyto vzorky byly bezprostředně po dokončení vzorkování ještě v terénu fixovány Lugolovým roztokem.

Abundance fytoplanktonu byla stanovena ve vzorku vody fixovaném Lugolovým roztokem po zahuštění na ultrafiltračním zařízení dle Marvana (Marvan, 1957). Buňky sinic a řas byly počítány v Bürkerově počítací komůrce (min. 300 buněk) za využití optického mikroskopu Olympus BX51.

Vyhodnocení všech vzorků fytoplanktonu v laboratoři provedl doc. Ing. Radvan Kopp, Ph.D.

4.3 Odstraňování nežádoucích druhů ryb

4.3.1 Sběr jiker okouna říčního

Sbírání snůšek okouna říčního proběhl ve dnech 20. dubna a 6. května 2015. Sběr provazců jiker byl prováděn z lodě a pomocí brodění ve vysokých rybářských kalhotách. Obcházel se vhodné zátoky přehrady a vizuálně vypátrané snůšky se pomocí mělkých saků odlovovaly z vody. Shluky jiker se shromažďovaly v nádobách s vodou v lodi, následně byl stanoven jejich přibližný počet a jikry byly z lokality odstraněny.

4.3.2 Odlov larválních stádií ryb

Odlov larválních stádií kaprovitých ryb se prováděl podobně, jako sběr jiker okouna říčního. Tedy z lodi a broděním v příbřežních partiích po obvodu nádrže na vhodných úsecích. Potěr byl odlovován mělkými saky s jemnou sakovinou na delší násadě. Odlovené kaprovité druhy ryb byly odebrány z nádrže a fixovány pro následné analýzy, ostatní larvy (mimo larev okouna říčního) byly do nádrže vraceny zpět. Tato metoda je účinná jen pro ranější stádia larev, pozdní larvy s dostatečně vyvinutým pohybovým aparátem už jsou schopny aktivně unikat. Musí se tedy velice přesně podchytit vhodné období odlovu, což se nám tuto sezónu moc nepodařilo. Odlov byl proto realizován jen jednou; 25. června 2015.

4.3.3 Průzkumy plůdkového společenstva ryb

Jako i v minulých letech se letos prováděly na Hamrech odlovy plůdkových společenstev přítomných ryb. Jednak opět za účelem eliminace nežádoucích kaprovitých ryb, ale především pro zjištění druhového spektra ryb. Průzkum probíhal ve dvou termínech (letní a podzimní průzkum).

13. 7. 2015 : Bylo provedeno 16 zátahů 5 m záťahovou sítí.

14. 9. 2015 : Bylo provedeno 17 zátahů 15 m záťahovou sítí.

Zátahy se prováděly po celém obvodu nádrže na vhodných místech a v denní době (mezi 9. a 15. hodinou). Metoda byla prováděna stejně, jako minulé roky, kvůli srovnatelnosti dat. Výsledné hodnoty jsou přiloženy v tab. 2 a 3.

4.3.4 Odlovy nežádoucích druhů ryb

Na velkých přehradách typu Lipno, Orlík, Římov se odlovy ryb mohou provádět velkými sítěmi typu různých tralů a košelkových nevodů (Kubečka a kol., 2003), jakož i na menších nádržích či důlních jezerech menšími záťahovými sítěmi, tenatními sítěmi exponovanými v určité hloubce, ale i průzkumy vědeckým echolotem (Kubečka a kol., 2006).

První dvě zmiňované metody se nehodí pro podmínky VN Hamry, vzhledem k jejímu charakteru (nádrž je relativně mělká, členitá a nedovoluje přílišné manévry

s velkými sítěmi na svém omezeném prostoru volné vody). Navíc by si tyto metody vyžadovaly speciálně upravené lodě, vybavení a posádku s jistými zkušenostmi. V úvahu by připadalo též použití elektrického agregátu pro odlov generačních hejn plotic a cejnů, ale tato metoda se ukázala být na Hamrech neúčinná (Jurajda, 2015. osobní sdělení).

Proto se použili metody osvědčené už v předešlých letech, tedy odlovy ryb několika typy záťahových sítí, jakož i sadami tenatních sítí. Odlovy záťahovou sítí (100 m prubní plot) byly realizovány ve dne (odlovy třecích hejn) i v noci (odlovy nežádoucích kaprovitých ryb + kontrolní odlovy). Dravé ryby byly evidovány a vráceny zpět do nádrže, nežádoucí kaprovité ryby byly taktéž evidovány, ale z nádrže odstraněny. Odlovy probíhali v obdobných termínech, jako loňské roky, podle teploty vody a o zpřesnění výtěrové aktivity nás informoval pan hrázný. Jelikož se zdá obsádka kaprovitých ryb v nádrži už podstatně zředěná, přistoupilo se letos i k nočním odlovům, které se ukázaly také vcelku efektivní. Celkem bylo provedeno 36 denních a 8 nočních odlovů a to v následujících termínech;

29. 4. 2015 : Byly provedeny denní odlovy třecích hejn adultních ryb 100 m záťahovou sítí, odstranění kaprovitých ryb z nádrže (především cejn velký, plotice obecná).

5. 5. 2015: Denní i noční odlovy adultních ryb 100 m záťahovou sítí, odstranění kaprovitých ryb z nádrže.

11. 5. 2015 a 12. 5. 2015: Odlovy adultních ryb 100 m záťahovou sítí, odstranění kaprovitých ryb z nádrže.

25. 6. až 26. 6. 2015: Noční odlovy adultních ryb 100 m záťahovou sítí, odstranění kaprovitých ryb z nádrže.

14. 10. - 16. 10. 2015: Noční průzkumné odlovy adultních ryb tenatními sítěmi a 100 m záťahovou sítí.

4.4 Odběry vzorků vody a měření hydrochemických parametrů

Vzorky pro následné laboratorní hydrochemické rozbory byly odebírány každý termín odběrů a to na dvou lokalitách – přítokové části (Ha 01) a u hráze (Ha 08). Následné vyhodnocení proběhlo v laboratoři Ústavu zoologie, rybářství, hydrobiologie a

včelařství Mendelovy univerzity v Brně a prováděl jej doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D. Sledovány byly tyto následující parametry;

N _{cel.}	P _{cel.}	N-NH ₄	N-NO ₂	P-PO ₄	N-NO ₃	CHSK _{Cr}	KNK	Cl ⁻	Ca ²⁺	Chlorofyl a
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	-----	-----------------	------------------	-------------

Kompletní tabulka hydrochemických hodnot je přiložena v přílohách práce (Tab. 1).

Ostatní hydrochemické a fyzikálně chemické parametry, které je nutné měřit přímo na místě, byly stanovovány na všech 8mi odběrných místech. U dvou bodů (Ha 04 a Ha 08) dokonce ve více profilech vodního sloupce (po 1 metru vody). Zjišťovalo se následujících 6 parametrů

Teplota vody	pH	ODO %	ODO Konc.	Conductivity	Průhlednost
--------------	----	-------	-----------	--------------	-------------

Měření v terénu jsem prováděl buď já, nebo jiný způsobilý pracovník či student Odd. Rybářství a hydrobiologie MENDELU Brno, nebo ÚBO AVČR Brno. Vzhledem k časové náročnosti terénních odběrů nebylo možné se vždy zúčastnit, nicméně všichni zúčastnění byli obeznámeni s metodickým postupem, aby se minimalizovaly chyby způsobené lidským faktorem.

Teplota vody, nasycení vody kyslíkem (v %) a nasycení vody kyslíkem (v miligramech na litr) se zjišťovalo pomocí přístroje HACH Hq 40d (Hach-Lange, Colorado, USA). Příklad byl před měřením kalibrován a sondy opatřeny desetimetrovým kabelem označeným značkami v metrovém rozpětí, aby se dala pokud možno přesně stanovit hloubka, ve které měření probíhalo.

Konduktivita, čili měrná vodivost spolu s pH vody byla měřena terénním kombinovaným pH metrem/konduktometrem Combo (HANNA Instruments). Vodivost byla udávána v $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Průhlednost vody se zjišťovala pomocí klasické Seccioho desky, čtvercového tvaru s dělenými černými a bílými poli. Na přivázaném provázku byly uzly v rozpětí 10 cm označující délku. V hloubce, kde již nebyl znatelný přechod mezi černou a bílou barvou se odečetla vzdálenost na provázku s přesností na desítky centimetrů.

Při měření těchto parametrů byly hodnoty zapisovány do přehledových tabulek, které jsou spolu s ostatními výslednými hodnotami uvedeny v přílohách práce (Tab. 2 – 14).

4.5 Odběry vzorků sedimentů dna

Odběru vzorků sedimentů dna jsem se neúčastnil. Prováděl jej doc. Ing. Radvan Kopp, Ph.D. a uvádím jej tedy jen ve stručnosti pro úplnost. Sedimenty byly odebírány na 19 ti místech nádrže pro získání co nejširšího spektra dat, i když pro získání kompletního obrazu o obsahu fosforu v sedimentech by počet vzorků musel být neúměrně větší. Obsah dostupného fosforu v sedimentech byl následně analyzován výluhem dle Mehlicha III (Mehlich, 1984).

Pro zpřesnění analýzy byla vyzkoušena i modifikace vodním výluhem (v destilované vodě) jinak postup obdobný jako u Mehlicha III. Rozdílné hodnoty obou těchto metod jsou zobrazeny ve výsledkových tabulkách (Tab. 15 a 16).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Společenstvo zooplanktonu

5.1.1 Kvalitativní složení zooplanktonu

V druhovém spektru nebyly zaznamenány žádné neznámé druhy pro nádrž Hamry. Z těch zajímavějších druhů stojí za zmínku hrbatka jezerní *Holopedium gibberum*, která je typická pro výskyt v čistějších nádržích stejně jako zaznamenání obou našich dravých druhů - ramenatky velké *Leptodora kindti* jakož i velkoočky slatinné *Polypheumus pediculus*. Ostatní zjištěné druhy jsou vyjmenované v přiložené tabulce níže. Zaznamenáno bylo celkem přibližně 30 druhů zooplanktonu, i když skutečné číslo druhů vyskytujících se v nádrži bude samozřejmě mnohonásobně vyšší.

Tabulka zjištěných druhů zooplanktonu na VN Hamry v sezóně roku 2015.

CLADOCERA	COPEPODA	ROTIFERA
<i>Alona</i> sp.	<i>Cyclops insignis</i>	<i>Ascomorpha</i> sp.
<i>Alonella excisa</i>	<i>Cyclops</i> sp.	<i>Asplanchna priodonta</i>
<i>Alonella exigua</i>	<i>Diacyclops languidoides</i>	<i>Asplanchna</i> sp.
<i>Alonella nana</i>	<i>Eudiaptomus gracilis</i>	<i>Brachionus</i> sp.
<i>Bosmina coregoni</i>	<i>Eudiaptomus</i> sp.	<i>Conochilus</i> sp.
<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Microcyclops bicolor</i>	<i>Filinia longiseta</i> Cf.
<i>Daphnia cucullata</i> x <i>D. galeata</i>		<i>Kellicottia longispina</i>
<i>Daphnia galeata</i>		<i>Keratella cochlearis</i>
<i>Daphnia longispina</i>		<i>Keratella quadrata</i>
<i>Holopedium gibberum</i>		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
<i>Chydorus ovalis</i>		<i>Polyarthra</i> sp.
<i>Leptodora kindtii</i>		<i>Synchaeta oblonga</i>
<i>Moina micrura</i>		<i>Synchaeta</i> sp.
<i>Moina</i> sp.		<i>Testudinella</i> sp.
<i>Polyphemus pediculus</i>		

5.1.2 Kvantitativní složení zooplanktonu

Kvantitativně bylo vyhodnoceno 104 vzorků zooplanktonu (z 8 míst na lokalitě a 13 ti odběrů za rok). Zooplankton byl rozdělován na čtyři základní skupiny podle způsobu svojí výživy a tedy i vlivu na fytoplankton. První dvě skupiny (perloočky a bučanky) byly navíc ještě sortovány do čtyř velikostních skupin, aby se co nejlépe podchytil jejich vliv na zooplankton. Další dvě skupiny (nauplia a vířníci) byly pro naše potřeby souhrnně zahrnovány do kategorie menší než 0,7 mm. Ovšem pro porovnání našich výsledků s ostatními pracemi bylo toto velikostní dělení přepočítáno pouze na dvě klasické základní kategorie, tedy < 0,7 a > 0,7 mm, což je znázorněno v tabulce přepočítaných hodnot (Tab. 17).

Výsledné hodnoty se vcelku lišily a to jak místně, tak časově. Rozdílné bylo také procentuální zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v závislosti především na ročním období. Tedy zřejmě na teplotě vody, obsahu fosforu, jakož i filtračním tlaku jiného zooplanktonu, možná i ryb. Nezanedbatelným faktorem byl i průtok vody, kdy při zvýšeném průtoku mohlo dojít k vypláchnutí inokula a tím i snížení reálných čísel.

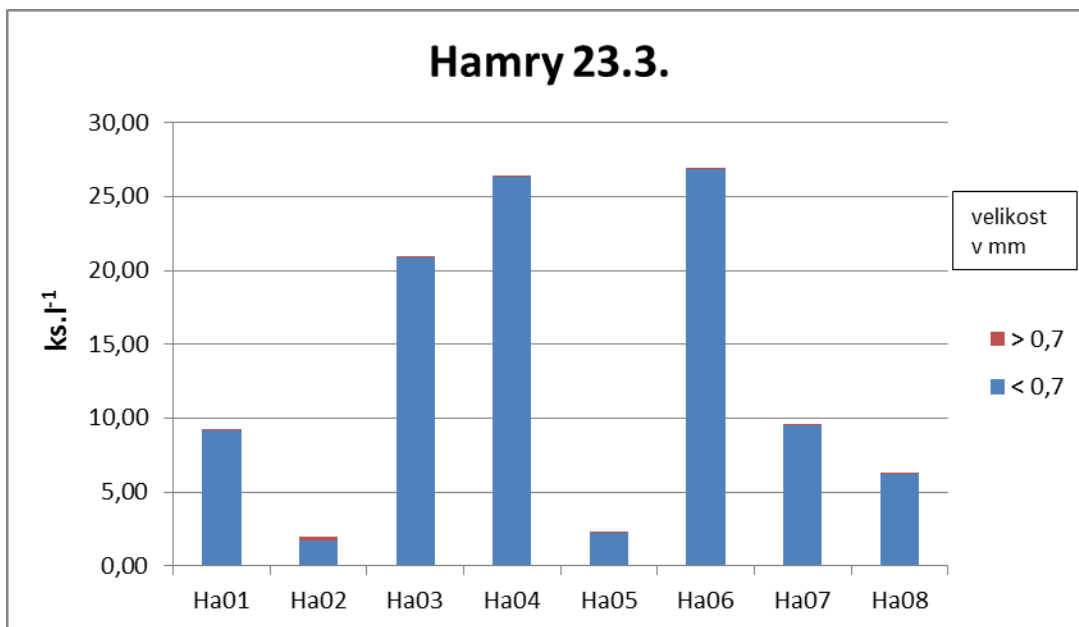
Z termínů odběrů vyčnívá datum 1. 7., kdy byl ze všech odběrů (lokalitních i časových) největší podíl zooplanktonních organismů $< 0,7$ mm a to především díky vířníkům. V několika lokalitách činil tento rozdíl i více jak 50%. Není bez zajímavosti, že v tomto odběrovém termínu došlo poprvé k projevení dominantního výskytu Cyanobakterií (sinic) ve vzorku fytoplanktonu a to razantním skokem ze 14 % na 80%. Na tento rapidní úbytek filtrovatelného zooplanktonu, jako zdroje potravy zřejmě nedokázal dost plasticky reagovat větší filtrující zooplankton a prosadili se tak vířníci (maximální zjištěný počet byl více než 160 kusů jedinců v litru). Naopak hrubší dafniový zooplankton ($>0,7$ mm) se začal rozvíjet až v pozdějším období, tedy koncem dubna a jeho procentuální zastoupení nikdy nepřesáhlo 50 % z celkového zooplanktonu. Nejvíce byl průměrně zastoupen v termínu 10. 8. a to měrou 41%.

Pokud srovnáme velikostní rozložení zooplanktonu v rámci lokalit a v rámci termínů odběrů, zjistíme, že větší rozdíly jsou v časovém rozložení odběrů stejné lokality, než v jednom termínu u různých lokalit. Což je zajímavé, ale i logické. Přesně naopak je tomu v početním zastoupení zooplanktonu. To koreluje více s termíny odběrů, než s odběrovými lokalitami.

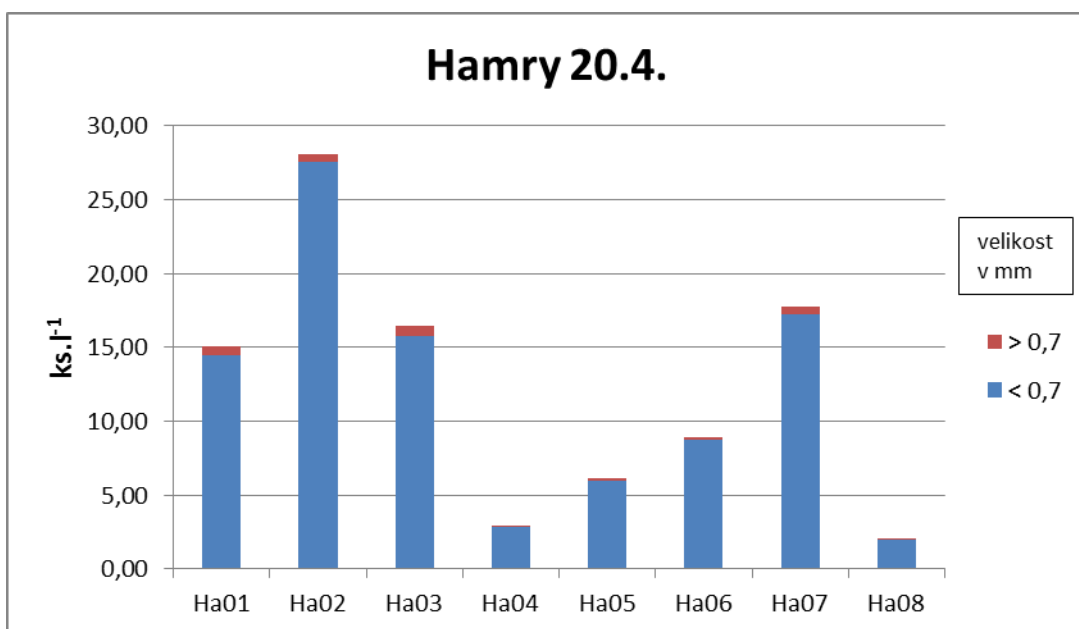
Z hlediska početního zastoupení organismů zooplanktonu udávaného v kusech na litr vody byly nejslabší první dva vzorkovací termíny, tedy 23. března a 20. dubna, kdy počet kusů nedosahoval ani 30 zvířat na litr. Tento stav byl

Detailní porovnání časového i prostorového rozložení zooplanktonu, jakože i podíl velkého a malého zooplanktonu je znázorněno v příložených grafech níže.

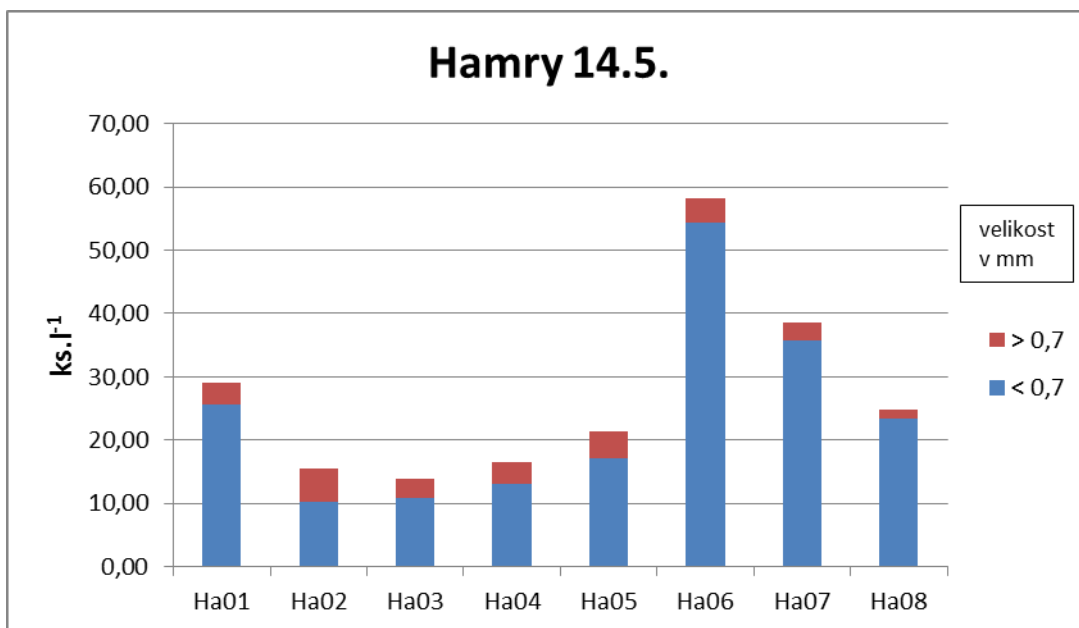
5.1.2.1 Časová struktura zooplanktonu na přehradě Hamry



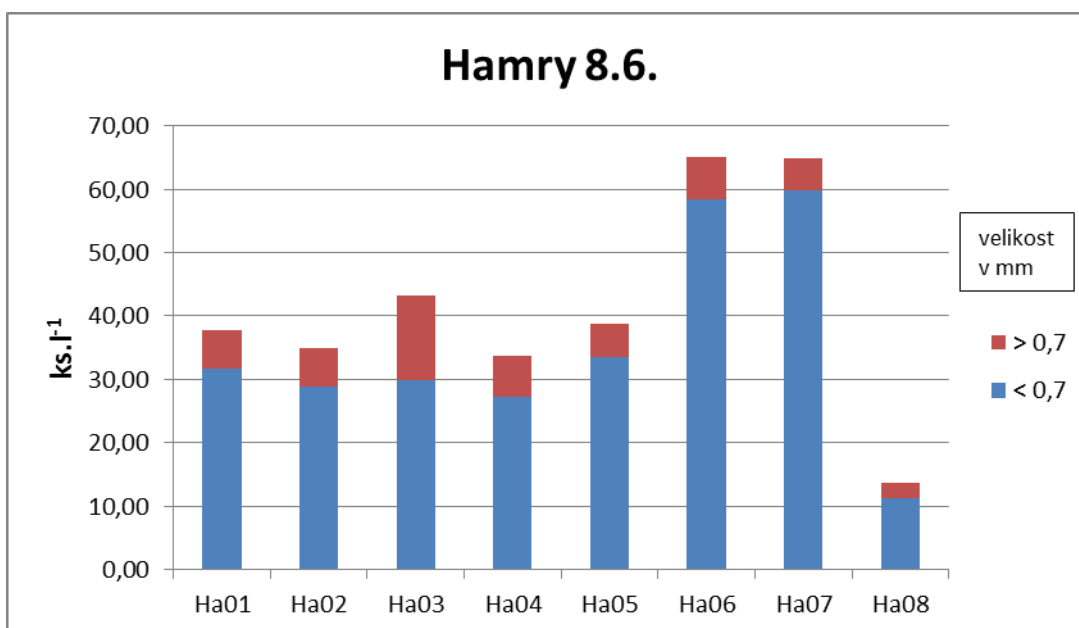
Obr.2. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 23. března



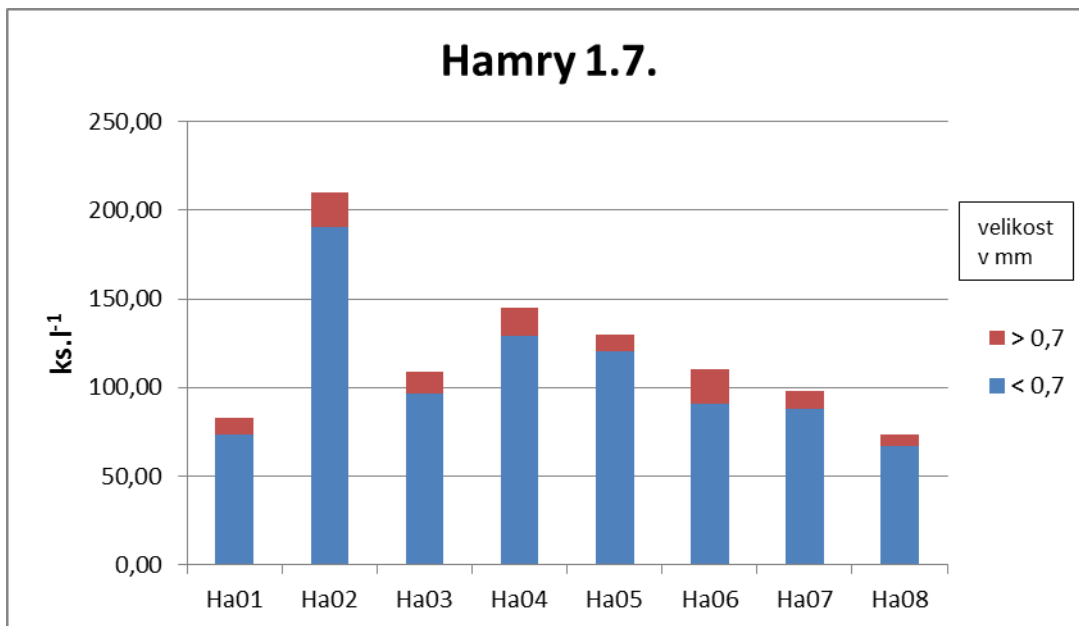
Obr. 3. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 20. dubna



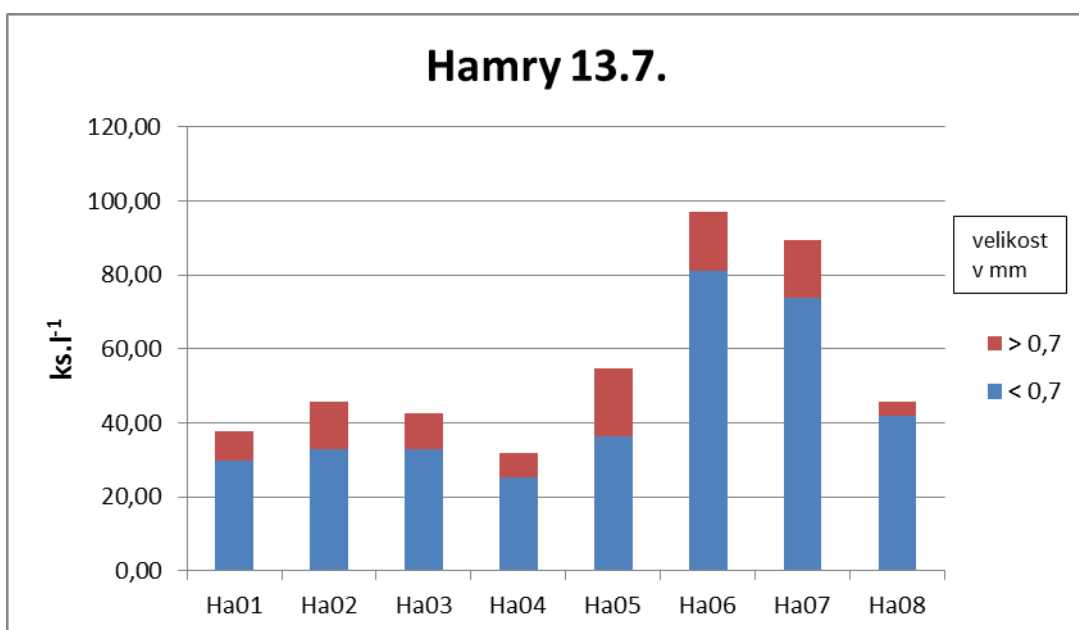
Obr. 4. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 14. května



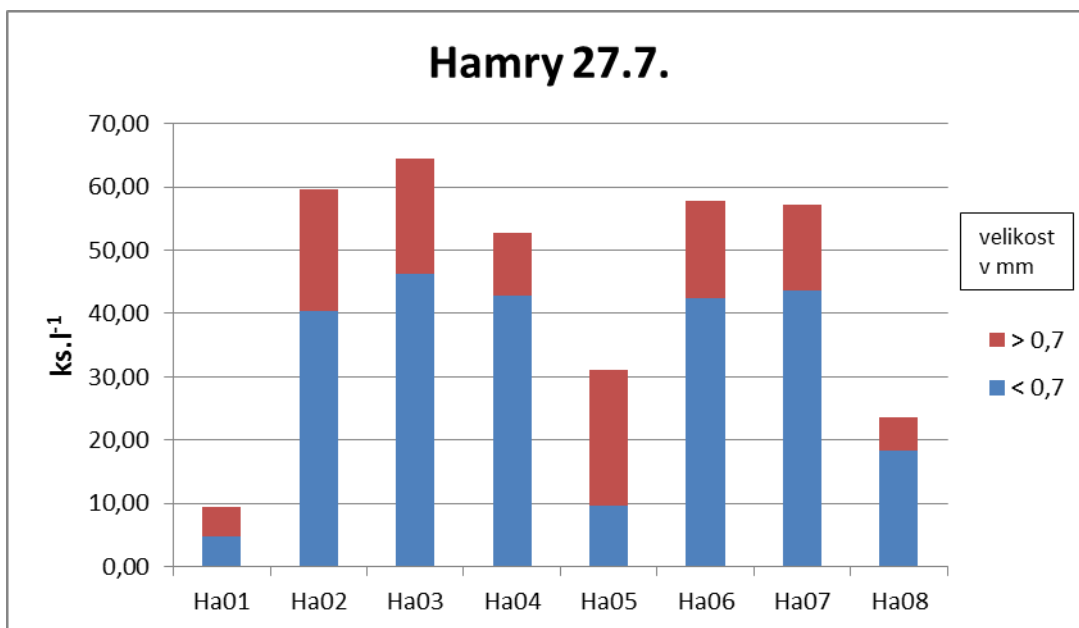
Obr. 5. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 8. června



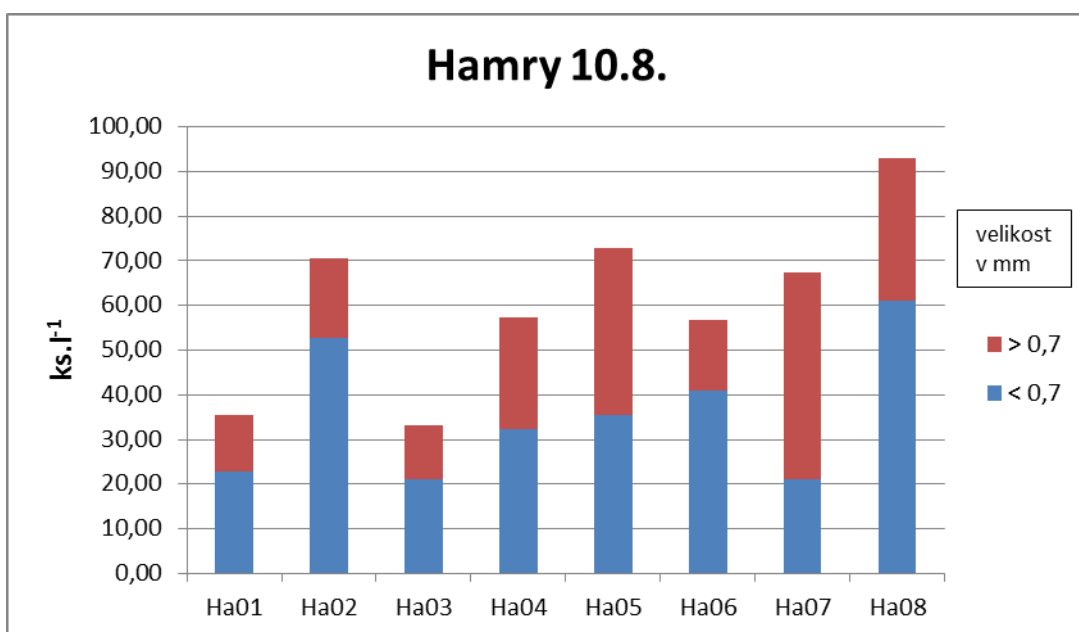
Obr. 6. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 1. července



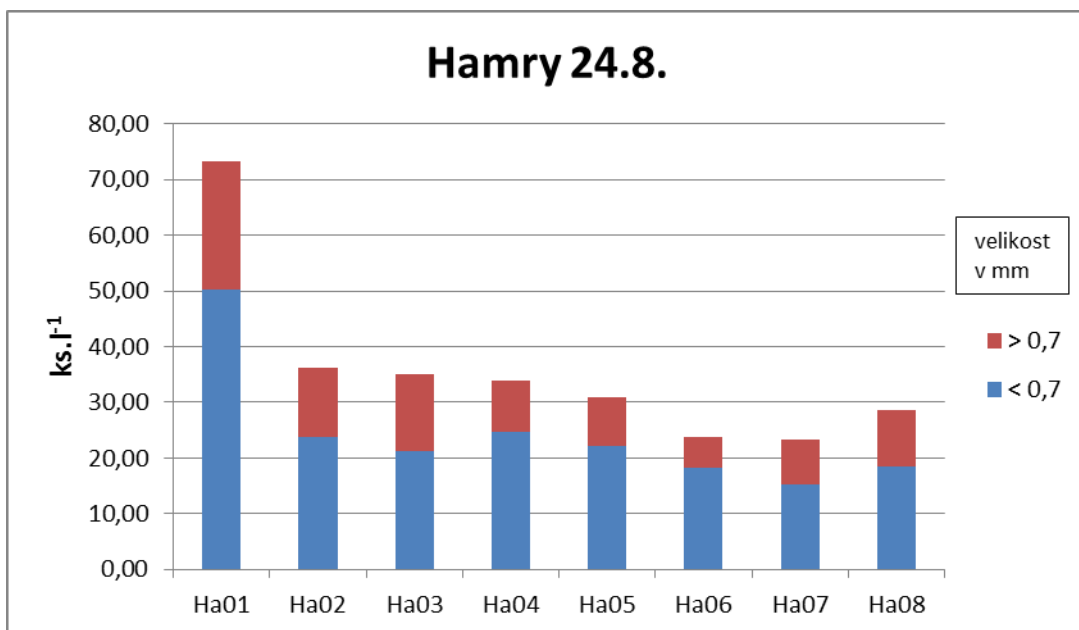
Obr. 7. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 13. července



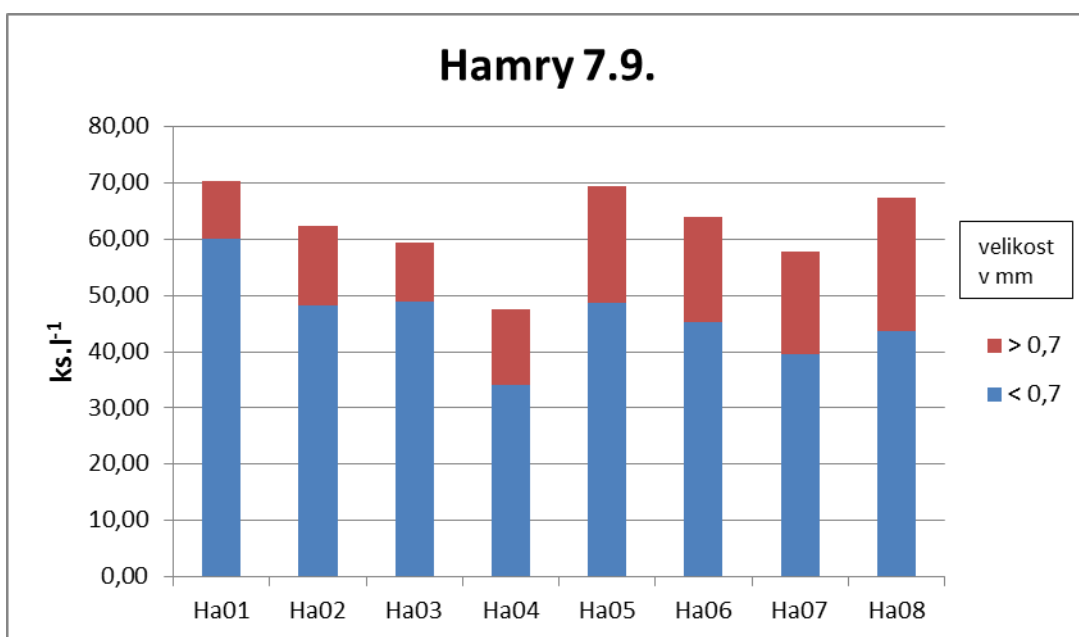
Obr. 8. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 27. července



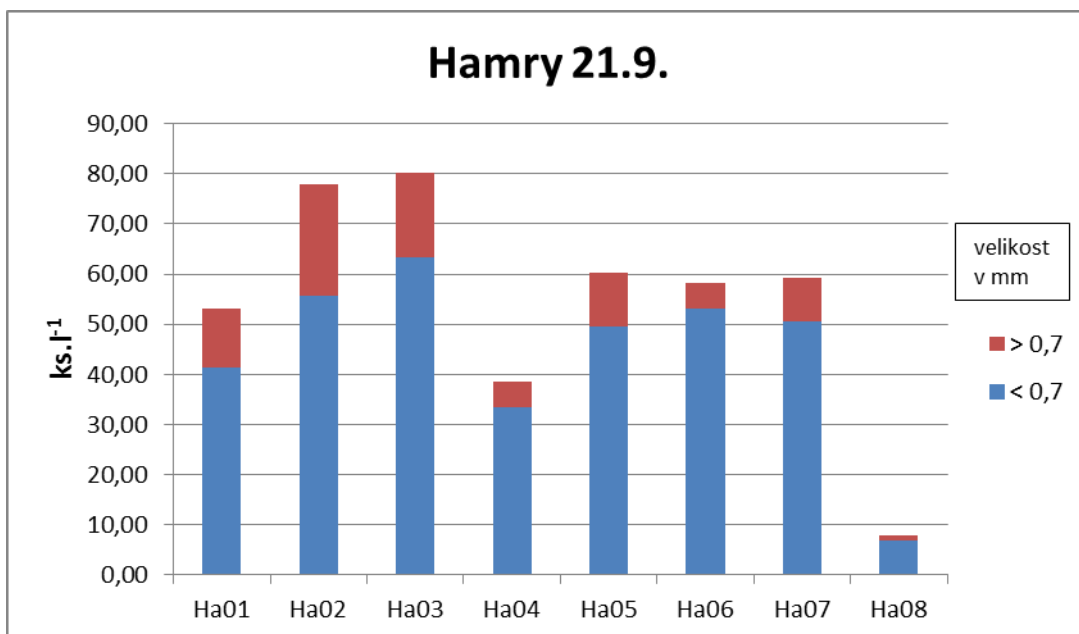
Obr. 9. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 10. srpna



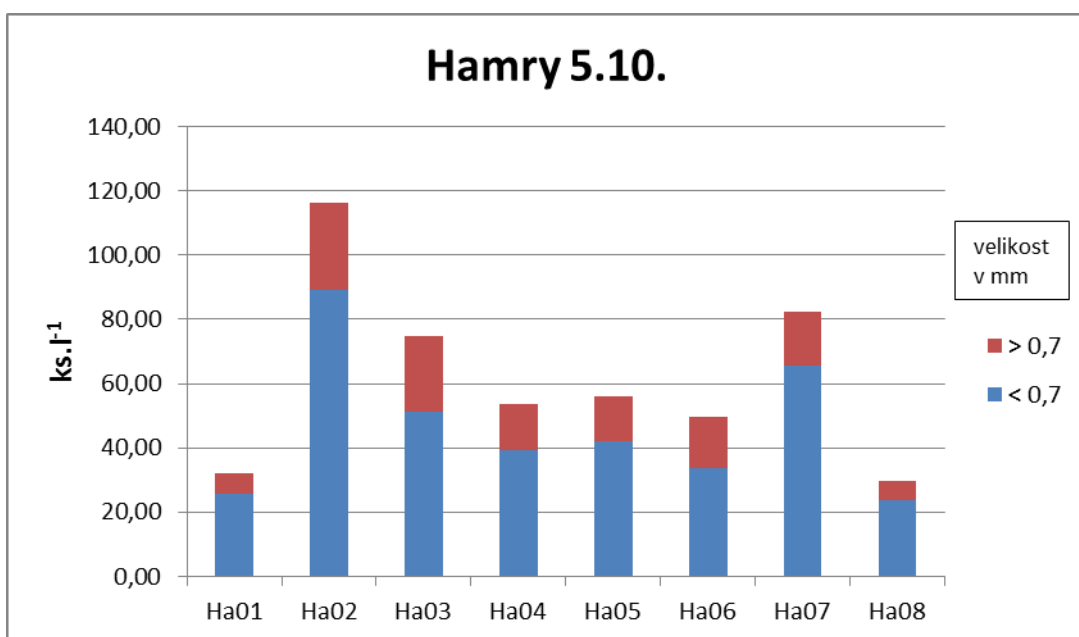
Obr. 10. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 24. srpna



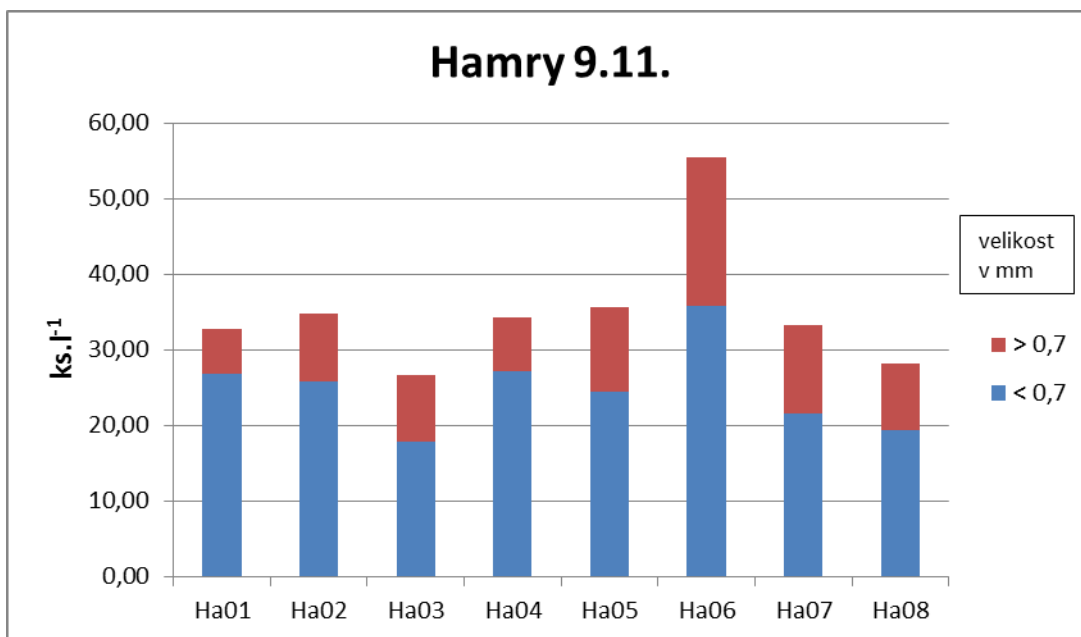
Obr. 11. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 7. září



Obr. 12. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 21. září

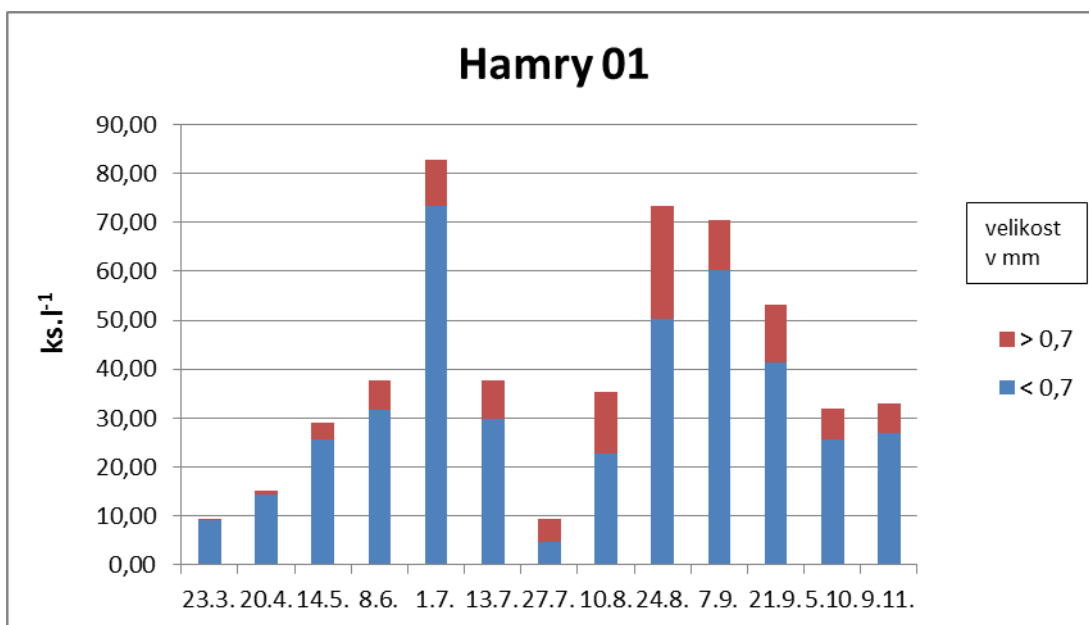


Obr. 13. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 5. září

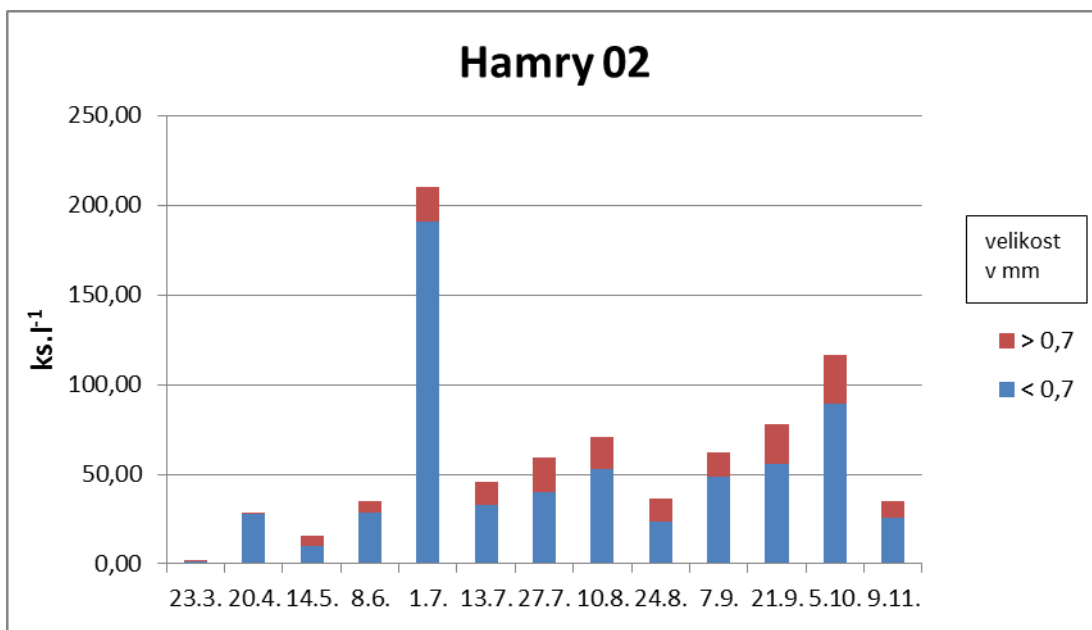


Obr. 14. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 9. listopadu

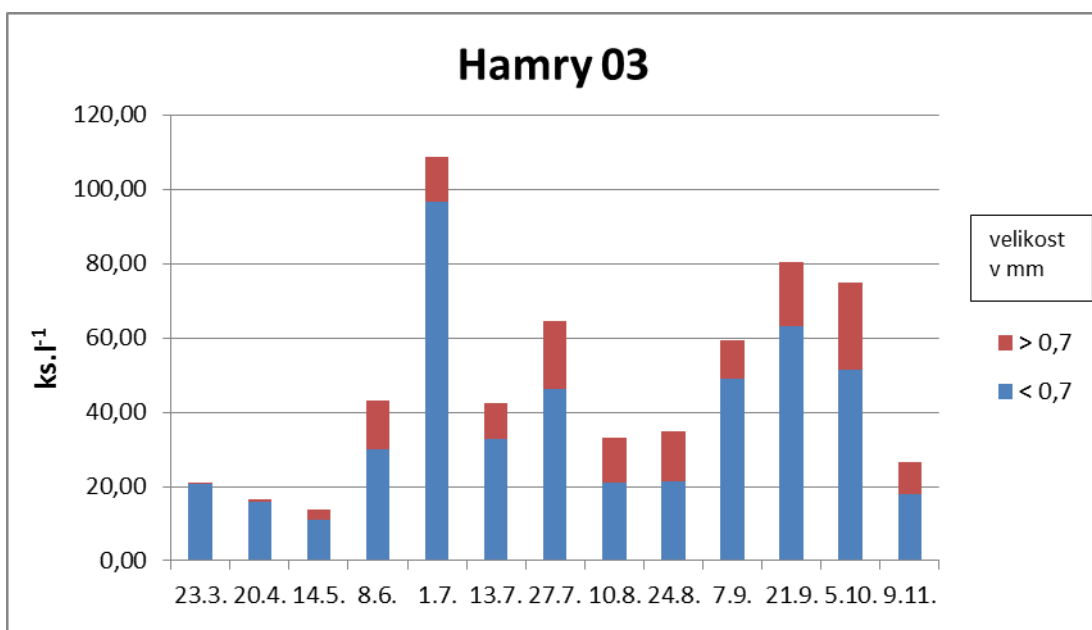
5.1.2.2 Lokální struktura zooplanktonu na přehradě Hamry



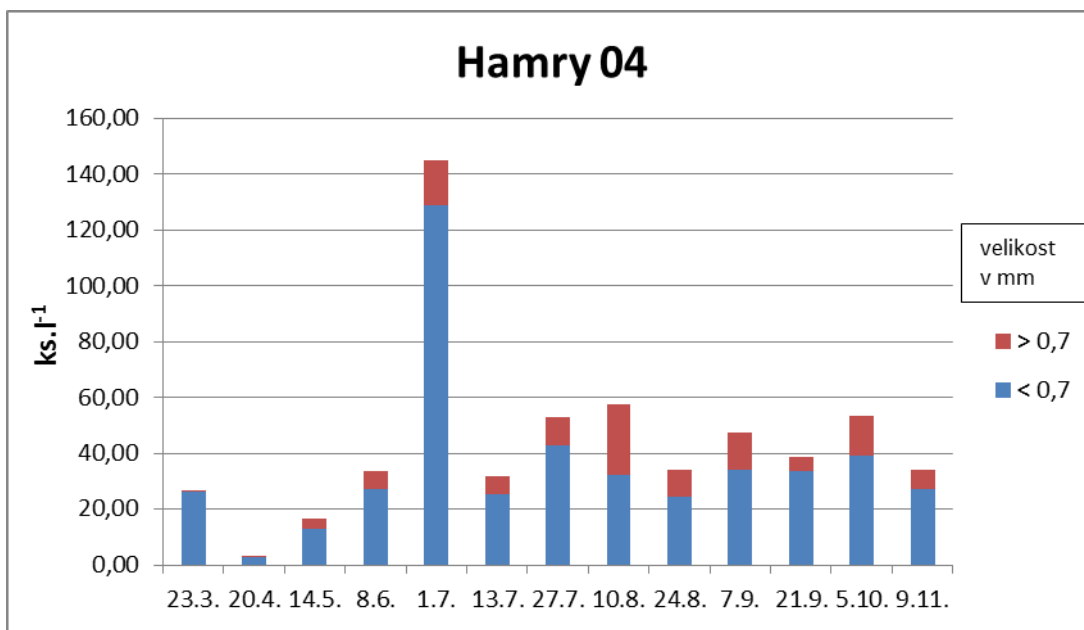
Obr. 15. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 01



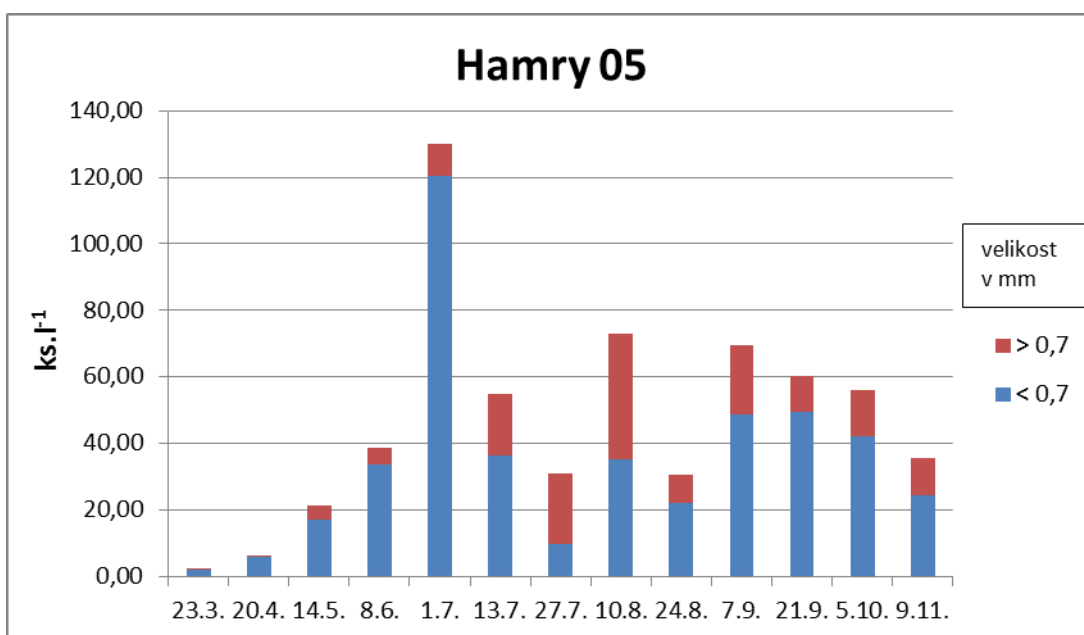
Obr. 16. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 02



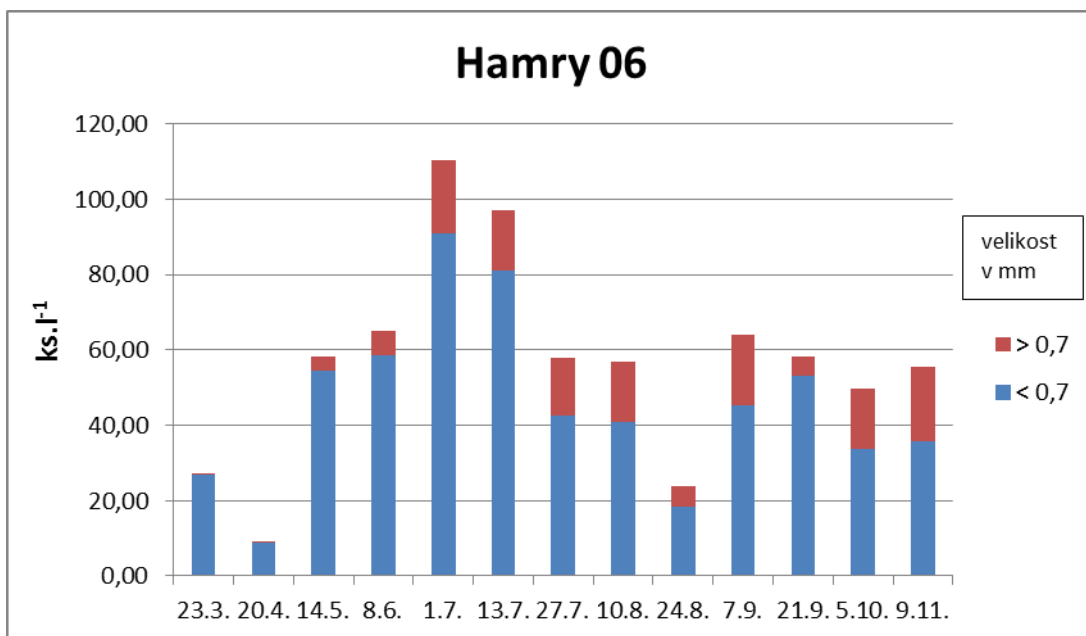
Obr. 17. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 03



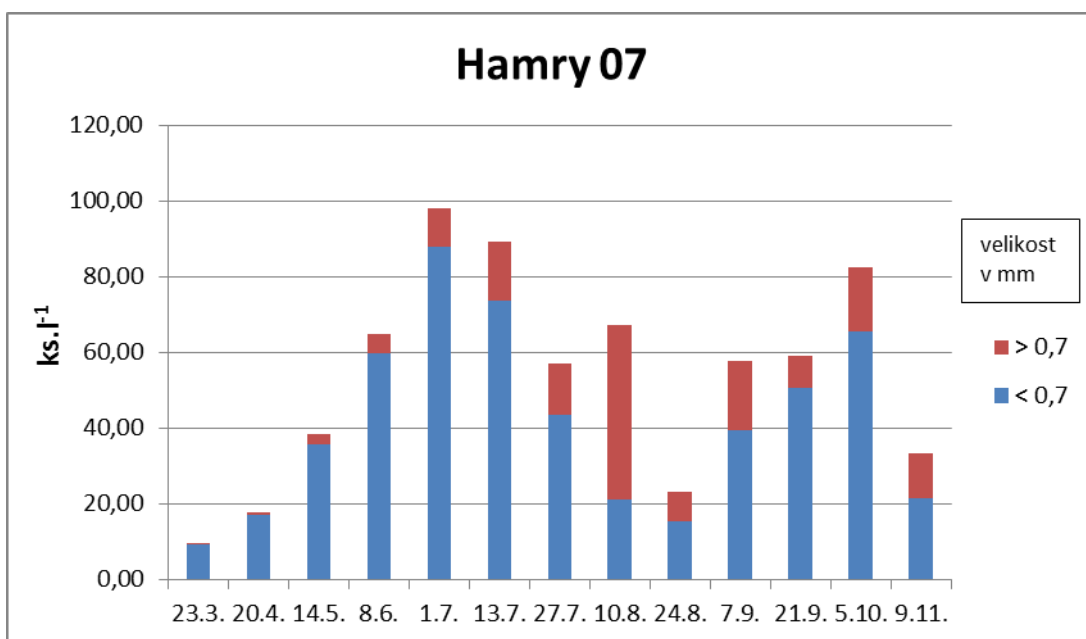
Obr. 18. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 04



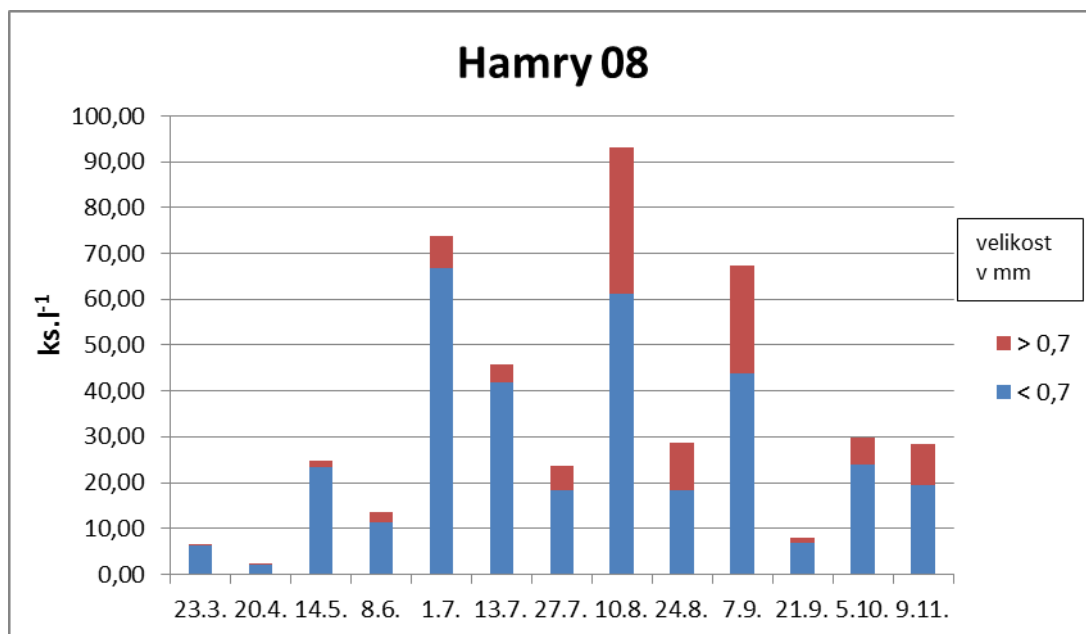
Obr. 19. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 05



Obr. 20. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 06



Obr. 21. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 07



Obr. 22. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 08

5.2 Společenstvo fytoplanktonu

Jak bylo uvedeno již v metodické části, výsledky fytoplanktonu zpracovával kompletně pan doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D. Pro interpretaci a diskutování výsledků tedy vycházím z jeho dat.

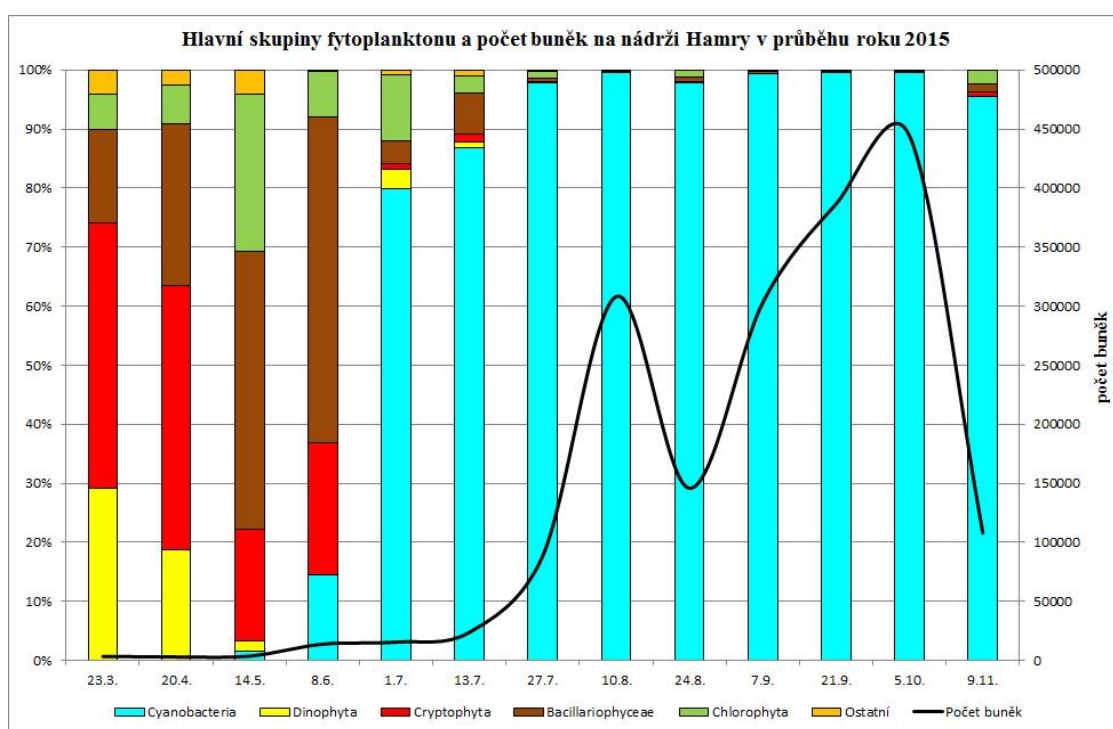
5.2.1 Kvalitativní a kvantitativní struktura fytoplanktonu

Ve výsledcích záměrně neuvádím konkrétní druhy, protože tato skutečnost nemá podstatnější význam v zaměření této práce, fytoplankton je tedy reprezentován ve výsledcích hlavními ekologickými skupinami, jak je pro potřeby interpretace výsledků běžně rozdělován.

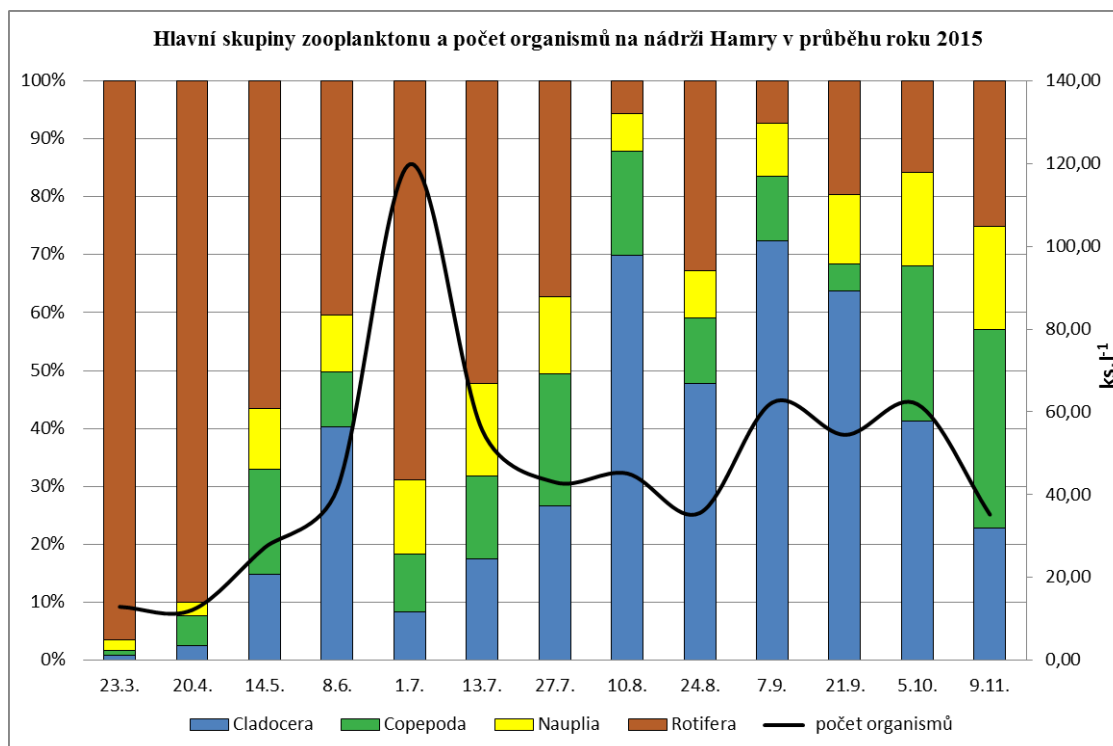
Z hlavních skupin fytoplanktonu dominovaly v jarních měsících skrytěnky (*Cryptophyta*), spolu s obrněnkami (*Dinophyta*) a rozsivkami (*Bacillariophyceae*, nově *Diatomeae*), což není nic neobvyklého na nádržích tohoto typu. Rozsivky pak převládaly v početní zastoupení v květnu a červnu (průměrně na lokalitě kolem 45 %). Od termínu 8. června se ale už začínají významněji objevovat sinice (*Cyanobacteria*) a následný

odběr (1. července) už ukázal jejich masové zastoupení v nádrži (80%) a v této masové koncentraci (v podstatě monokultuře) se až na ztrátu několika málo % udržely až do posledního termínu vzorkovacího období, tedy 9. listopadu. Zelené řasy (*Chlorophyta*) jsou významně zastoupeny pouze v květnu (přes 25%), v ostatních odběrech nepřesahují podíl 12 %. Od 1. července jsou přítomny dokonce jen v několika málo procentech

Detailní strukturu hlavních skupin můžeme vidět v příloženém grafu 23. V druhém obdobném grafu je pro porovnání zobrazeno schéma zooplanktonu obdobným principem.



Obr. 23: Procentuální zastoupení jednotlivých složek fytoplanktonu a jejich celkové množství na nádrži Hamry. Vypracoval doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D.



Obr. 24: Procentuální zastoupení jednotlivých složek zooplanktonu a jejich celkové množství na nádrži Hamry.

5.3 Společenstvo ryb

5.3.1 Snůšky jiker okouna říčního

Celkově bylo za dva termíny odběru jiker odstraněno z VN Hamry 18 litrů jiker, což představuje počet přibližně 1,3 mil. ks. jiker. Počet odebraných jiker byl stanovován objemovou metodou podle průměrného počtu jiker ve 20 ml vzorcích (Jurajda a kol., 2015).

Toto opatření přispělo ke snížení predančního tlaku na zooplankton, který by byl vyvíjen juvenilními okouny v následující sezóně, jakož i sezónách dalších.

5.3.2 Odlov larválních stádií ryb

Odlovy larev ryb se v sezóně roku 2015 příliš nezdařily. Celkově bylo odloveno pouze 131 kusů ryb a to v dominantním zastoupení okouna říčního. Plotice obecná nebyla zaznamenána vůbec, cejn velký pouze v minimálním počtu. Můj názor je, že raná stádia ryb byla už dostatečně vzrostlá a měla již dokonale vyvinutý pohybový aparát, takže našemu ručnímu odlovu dokonale unikala. Ovšem je ale

možné, že populace kaprovitých druhů ryb je v nádrži přítomna už v tak malé početnosti, že jejich reprodukce je neefektivní a omezené množství juvenilního potomstva podlelehne predaci dravých druhů ryb.

Velmi pozitivně lze hodnotit výskyt bolena dravého v tomto společenstvu, který byl spolu s okounem jediným významně zastoupeným druhem v úlovku juvenilních ryb. Tito malí boleni pocházeli ze zřejmě prvního úspěšného výtěru generačních ryb, které byly do nádrže nasazeny před několika lety (Jurajda a kol., 2015). Dá se tedy očekávat početní nárůst populace bolena dravého v nádrži a s tím spojený pozitivní tlak na zbývající obsádku planktivorních ryb.

5.3.3 Plůdkové společenstvo ryb

Plůdková společenstva byla odlovována záťahovými sítěmi o dvou délkách (5m a 15 m) ve dvou termínech v počtu celkem 33 záťahů. Výsledky těchto odlovů jsou zaznamenány v příložených tabulkách 18 a 19.

Odlovy plůdkových společenstev v podstatě podpořily zjištění z jamních odlovů juvenilů, tedy že v úlovku dominuje okoun říční a bolen dravý. Ostatní druhy byly přítomny v zanedbatelném množství několika málo kusů. Celkově bylo zachyceno 9 druhů ryb.

Tab. 18: Druhové složení, množství a procentuální zastoupení plůdku ryb zaznamenaného při odlovech dne 13. července 2015.

druh	ks	podíl (%)	CPUE
plotice obecná	5	0,6	0,06
jelec tloušť	1	0,1	0,01
bolen dravý	71	8,8	0,89
cejn velký	2	0,3	0,03
okoun říční	727	90,1	9,09
candát obecný	1	0,1	0,01
celkem	807	100	10,09

Zdroj: (Jurajda a kol., 2015).

Tab. 19: Druhové složení, množství a procentuální zastoupení plůdku ryb zaznamenaného při odlovech dne 14. září 2015.

druh	ks	podíl (%)	CPUE
štika obecná	1	0,9	<0,01
plotice obecná	2	1,8	0,01
perlín ostrobřichý	2	1,8	0,01
bolen dravý	40	36,4	0,16
cejn velký	10	9,1	0,04
cejnek malý	1	0,9	<0,01
okoun říční	53	48,2	0,21
candát obecný	1	0,9	<0,01
celkem	110	100	0,43

Zdroj: (Jurajda a kol., 2015).

5.3.4 Adultní společenstvo ryb

Eliminace dospělých nežádoucích ryb v nádrži proběhla v loňském roce několika způsoby ve více termínech. V první řadě byly odlovovány hejna cejnů a plotic shromažďujících se v blízkosti břehů za účelem výtěru (koncem dubna a začátkem května). Dále pak denní odlovy k průběhu května, jakož i noční odlovy koncem června. V podzimním období byla kromě odlovu 100m zátahovou sítí použita ještě i tenata.

5.4 Obsah fosforu v sedimentech

Jak bylo již zmíněno v metodické části práce, obsah fosforu v sedimentech nádrže byl hodnocen dvěma metodami. Zjištěné hodnoty se velice lišily, což bylo očekáváno. Standartní metoda (Mehlich III) byla doplněna o metodu vodním výluhem, což bylo předpokladem pro získání objektivnějších výsledných hodnot. A to z důvodu šetrnější reakce destilované vody ke vzorku a následnému přírodnějšímu uvolnění skutečného dostupného množství P ze sedimentu.

Výstupní hodnoty obou těchto metod jsou uvedeny v přílohách práce, nebudu je tedy příliš komentovat. Zmíním pouze, že data z obou těchto metod se dramaticky lišila a to v řádu desítek procent. U výluhu dle Mehlicha III dosahoval celkový fosfor ($P_{cel.}$) 18 až 83 mg/kg sušiny (průměrně pak 45,6 mg/kg. Fosforečnanový fosfor ($P-PO_4$))

stanovovaný touže metodou vykazoval hodnoty od 12,2 po 66,4 mg/kg, průměrně pak 35,7 mg/kg sušiny.

U metody vodním výluhem byly hodnoty nižší, jak už bylo avizováno. Celkový fosfor nepřesáhl množství 3 mg/kg (průměrně 1,7 mg/kg), fosforečnanový fosfor dokonce hodnotu poloviční (1,48). Jeho průměrné množství zjištěné v sušině sedimentu bylo zjištěno 0,84 mg/kg.

Množství fosforu deponovaného v sedimentech nádrže Hamry tedy není zrovna malé, ovšem otázkou zůstává jaké množství je ho reálně schopno se uvolnit do vodního prostředí a jakou měrou tak podpořit eutrofizaci a rozvoj fytoplanktonu v nádrži.

5.5 Chemismus vody

Z naměřených hodnot hydrochemický parametrů vzniknul vcelku zajímavý soubor dat ilustrující vývoj kvality vody v nádrži.

5.5.1 Teplota vody

Za sledované období (23. 3. až 9. 11.) teplota vody neklesla pod 4,5°C – nejnižší teplota byla naměřena 23. 3. na lokalitě Ha04 v hloubce 4 m (nade dnem) a to 4,7°C. Naopak nejvyšší hodnoty jsme zaznamenali při odběru 10. 8. a to na profilu Ha08, kde byla pod hladinou naměřena teplota 26,5°C.

Na teplotě vody byla také dobře patrná stratifikace a mikce vody. Zatímco v jarním období byl rozdíl teploty vody v 6 m hloubky pouhých 2,6 °C a začátkem listopadu byla voda tak dokonale promíchána, že tento rozdíl činil dokonce pouhých 1°C . Naopak v létě už tento rozdíl (hladina dno) činil až 7°C při hloubce 7 m (termín 10. 8., bod Ha08). Což ovšem není zas tak velký rozdíl a to především vzhledem k celkem rychlé obměně vody v nádrži, resp. její značné průtočnosti a tím pohyblivosti vody.

Lze tedy říci, že nádrž Hamry jsme při březnovém měření našli v samém závěru jarní cirkulace, zřejmě už po ní. V průběhu sezóny byla teplota vody v profilu vodního sloupce dosti vyrovnaná, výraznější změny byly měřeny pouze v průběhu srpna. A od začátku září se teplota opět vyrovnala a rozdíl od hladiny ke dnu nepřesáhl v průměru 1°C.

5.5.2 pH vody

Během roku se pH na nádrži změnilo až o hodnotu 3,5. Nejnižší hodnota (6,3 pH) byla zjištěna 7. 9. na profilu Ha08 v 7 metrech nade dnem. Nejvyšší hodnotu (9,8 pH) jsme naměřili 10. 8. těsně pod hladinou u profilu Ha08. Co se týče rozkolísanosti pH na konkrétních odběrových profilech v různých hloubkách, lze říci, že poměrně stejné hodnoty pH byly zjištěny pouze první a poslední termín vzorkování, tedy konec března a začátek listopadu. Zbytek roku se pH na odběrných bodech lišilo více jak o 0,5 – 2 pH. Obecně lze konstatovat, že v horizontálním hledisku pH klesá od hladiny směrem ke dnu. Což je zřejmě způsobeno (stejně jako rozkolísané hodnoty během vegetační sezóny) aktivitou fotosyntetizujících organismů, kdy u hladiny v eufotické zóně je aktivní fotosyntézou odčerpáván oxid uhličitý a pH tak narůstá (Kopp, 2015). Každopádně i když jsou měřené hodnoty pH v letním období vcelku extrémní (zvláště směrem k horní hranici), dokladují pouze značnou míru fotosyntézy, resp. eutrofizace, nejsou však vážným ohrožením pro život organismů v nádrži.

5.5.3 Obsah rozpuštěného kyslíku

Získané hodnoty rozpuštěného kyslíku jsou velmi zajímavé a různorodé. Pohybovaly se od takřka 1% nasycení až po hodnoty přesahující 100 %. Maximální zjištěná hodnota byla 175,6 %, tedy 13,1 mg.l⁻¹, naopak ta nejnižší činila 1,2 % (0,11 mg.l⁻¹). Nejextrémnější rozdíl v rámci jednoho odběru byl jednoznačně měřen v termínu 10. 8. v profilu Ha08. Zde byl obsah rozpuštěného kyslíku v hladině 0,1 m 175,5 %, tedy 13,3 mg.l⁻¹, kdežto v 5 ti metrech byla už jen necelá 2 % nasycení, tedy skoro 2 mg.l⁻¹.

Zajímavé však bylo, že v dalších dvou metrech se obsah kyslíku zvyšoval. Chyba způsobená lidským faktorem by v tomto případě měla být vyloučena vlivem zapisování procentuálních hodnot, které odpovídají hodnotám koncentrace rozpuštěného O₂.

Největších hodnot dosahovala saturace kyslíkem v letních měsících (začátek června až začátek srpna) a to v profilu pod hladinou téměř na všech sledovaných lokalitách. Tato skutečnost je samozřejmě způsobena aktivitou fotosyntetizujících organismů (v našem případě především sinic), které v době odběrů aktivně produkovaly O₂.

Nejmenší měřené hodnoty, od 1 – 2 % byly indikovány pouze v nejhlubších profilech (body Ha08 a výjimečně Ha04) a to v hloubce pod 5 m. Tyto hypoxie trvaly bě-

hem vrcholné vegetační sezóny (červen – září), naopak téměř vyrovnaná situace na měřených bodech i hloubkových profilech panovala v odběrech do 20. 4. a potom od 5. 10. (zřejmě vlivem míchání vody a omezené aktivity fytoplanktonu).

5.5.4 Konduktivita (měrná vodivost)

Tato hodnota byla nejvíce ustálenou hodnotou měřenou při fyzikálněchemických analýzách vody na přehradě Hamry. Za celou dobu sledování lokality (9 měsíců) byl její rozptyl pouhých $36 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Krajní limitní hodnoty byly 75 až $122 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Významnější rozdíl můžeme pozorovat pouze v časovém horizontu, na jednotlivých odběrných místech se v rámci jednoho dne téměř nelišila a hodnoty byly více méně vyrovnané i v průběhu celého roku. Pokud bychom chtěli zmínit minimální hodnoty, byly zaznamenány v termínu 20. 4. a to v rozmezí $75 - 81 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Nejvyšší hodnoty se pak vyskytly v termínu 10. 8. a to $111 - 112 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Nižší hodnoty v jarním období korespondují se sedimentací anorganických látek u dna nádrže, následným promícháním vody se vodivost zvedla, ovšem nijak významně. Z toho hodnotícího parametru je nádrž Hamry v optimálních hodnotách této veličiny.

5.5.5 Průhlednost vody

Obecně lze říci, že průhlednost vody se zvyšovala úměrně ve vzdálenosti od přítokové části k hrázi, což zřejmě souvisí s postupným usazováním koloidních částic obsažených v přítokové vodě. Tento rozdíl není však významný a na zbytku plochy nádrže ovlivňovaly průhlednost vody vegetační zákal a částečně zákal způsobený turbiditou vody na sedimenty.

Největší průhlednost byla pozorována 1. 7. a to hodnota téměř ke 200 cm (od 130 cm v Ha01 až po 190 cm v Ha08). V tento termín byl také zaznamenán enormní skok v nárůstu počtu zooplanktonu, kdy se počty jedinců průměrně ztrojnásobily (jak je zřejmé z obr. 6, jakož i na ostatních grafech týkajících se zooplanktonu) a byli jsme tak zřejmě svědky „Clean water“ fáze v nádrži.

Nejmenší hodnoty přineslo měření 10. 8., kdy extrémní hodnota zjištěná v přítokové části (Ha01) tvořila pouhých 38 cm (až na dno). Nejvyšší naměřená průhlednost v tomto termínu činila přes 80 cm (Ha05).

Jinak se v běžných odběrech průhlednost vody pohybovala od 60 – 120 cm. Což je v porovnání s jinými VN méně, než by se očekávalo (Kopp, 2015).

Soubor naměřených hodnot v jednotlivých odběrových termínech z příslušných odběrových bodů je přiložen v přílohách práce, v tabulkách 2 – 14.

5.6 Vývoj ekosystému VN Hamry - ekologický potenciál nádrže

Pokud bychom chtěli hodnotit ekologický potenciál nádrže Hamry podle “Metodiky pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero“ (Borovec a kol., 2013). Všímáme si následujících hodnotících parametrů;

Průhlednost v nádrži je menší než 2 m (přechod mezi dobrým a středním potenciálem), teplota vody v letních měsících nepřesahuje 27°C (přechod mezi maximálním a dobrým potenciálem). Z hlediska vývoje koncentrace kyslíku je nádrž spíše orthográdním typem (přechod mezi dobrým a středním potenciálem), hodnoty pH a průměrné koncentrace celkového fosforu indikují přechod mezi maximálním a dobrým potenciálem.

Vývojem koncentrace chlorofylu-a patří nádrž do střední kategorie (kód 3), biomasou fytoplanktonu do nejlepší kategorie (kód 5), podílem sinic na biomase do nejhorší kategorie (kód 1) a trofickým indexem do střední kategorie (kód 3).

Na základě výpočtu dle rovnice $EQR = (Sum - Min) / (Max - Min)$ byla zjištěna hodnota 0,55 indikující **střední ekologický potenciál**.

Jako další kritérium pro posouzení kvality nádrže je její litorální vegetace, resp. druhová početnost makrofyty a procentuální pokrytí vodní plochy.

Z hlediska pokryvnosti vodní plochy makrofyty a jejich druhové početnosti patří nádrž do nejhorší kategorie (kódy 1,1). Na základě výpočtu dle rovnice $EQR = (Sum - Min) / (Max - Min)$ byla zjištěna hodnota 0,00 indikující **zničený ekologický potenciál**.

Třetím kritériem hodnotící ekologický potenciál nádrže je její rybí obsádka, tedy tzv. Multimetrický index rybích společenstev, který si všímá celkové biomasy odlove-

ných ryb, dále druhové a věkové struktury v úlovku, resp. zastoupení vybraných druhů ryb.

V našem případě Biomasa ryb na 1000 m² tenatní sítě je < 60 kg (kód 5), podíl biomasy cejna a okouna indikuje střední stav (kód 3), ježdík je nepřítomen (kód 5). Plůdek běžných šesti druhů ryb je hodnocen kódem 5. V nádrži nebyly zjištěny lososovité ryby (kód 1 – nejhorší stav).

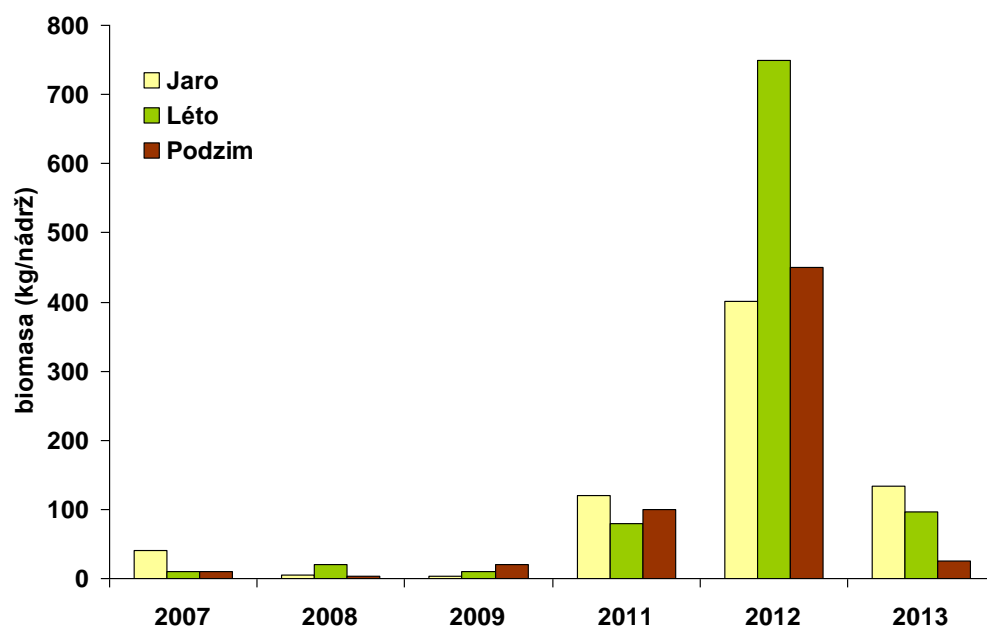
Na základě výpočtu dle rovnice $EQR = (Sum - Min) / (Max - Min)$ byla zjištěna hodnota 0,75 indikující **dobrý a lepší ekologický potenciál**.

Na základě souhrnného zhodnocení všech použitých metrik lze vodárenskou nádrž Hamry označit jako vodní útvar – kategorie jezero se **středním ekologickým potenciálem**.

Tab. 20: Výsledné hodnoty ekologického potenciálu VN Hamry

Kategorie	EQR	Klasifikace ekologického potenciálu
Multimetrický index fytoplanktonního společenstva	0,55	Střední potenciál
Multimetrický index společenstva makrofyt	0,00	Zničený potenciál
Multimetrický index rybích společenstev	0,75	Dobrý a lepší potenciál

Metodika hodnocení ekologického potenciálu nezahrnuje a nezohledňuje vývoj společenstev zooplanktonu. Právě zooplankton a jeho hodnocení je základním kritériem k posouzení účinku účelového rybářského hospodaření. Nárůst kvantity filtrujících organismů lze spojit ze zvládnutou biomanipulací. Jak vyplývá z obr. 25 intenzivní odlovy kaprovitých ryb měly příznivou odezvu ve formě zvyšující se biomasy zooplanktonu. S tímto trendem nekoresponduje pouze vývoj v roce 2013, kdy došlo v důsledku značné obměny vody při červnových povodních k vypláchnutí inokula.



obr. 25: Vývoj biomasy zooplanktonních filtrátorů v závislosti na ročním období

6 ZÁVĚR

Pro zjištění míry úspěšnosti biomanipulace na VN Hamry byla provedena sada vzorkovacích odběrů, jejichž vyhodnocení bylo použito ke zhodnocení úspěšnosti prováděných biomanipulací na VN Hamry.

Shromážděná a vyhodnocená data z vodárenské nádrže Hamry za vegetační sezónu roku 2015 poukazují na dva závěry.

Ukazuje se, že prováděná biomanipulační opatření sice napomáhají snížení počtu kaprovitých ryb v nádrži, ovšem na strukturu planktonu v nádrži nemají podstatnější vliv. Což je zřejmě důsledek toho, že pokud převládají „Bottom-up“ procesy, tedy přísun zdrojů „od zdola nahoru“ je jejich efekt nepatrný a vliv snížení rybí obsádky na zvýšení biomasy zooplanktonu v podstatě zanedbatelný. A to i za stávajících podmínek, kdy je biomasa planktonožravých ryb omezena úspěšnými odlovy na minimum a slibně se v nádrži rozvíjí populace bolena dravého. V každém případě je nadále žádoucí snižování planktonofágních ryb ve vodárenské nádrži, nicméně smysl takovýchto biomanipulací je otázkou efektivity.

Dnes už víme, že mnohem podstatnějším faktorem jak zlepšit kvalitu surové vody v nádrži k následným úpravám pro pitné účely je omezit jakýkoliv přísun živin do nádrže z povodí a tím preventivně zabránit vzniku eutrofyzace. Tedy v případě VN Hamry eliminovat fosfor (organické znečištění) v přítékající vodě z řeky Chrudimky, který zřejmě pochází ze směsného znečištění v povodí řeky. Ať už primárně ze zemědělského a komunálního znečištění, či sekundárně z rybníkářského hospodaření.

Pokud bude i nadále nádrž dotována stávajícím množstvím živin, situace fytoplanktonu bude mít zřejmě setrvalý stav – tedy po většinu roku přítomnost více než 90% zastoupení sinic ve vzorku. Tato struktura je pro zooplankton nekontrolovatelná a filtrační tlak zooplanktonu na fytoplankton nemůže být efektivní. Vzhledem k eliminovanému počtu planktonožravých ryb v nádrži se ukazuje, že nedostatek zooplanktonních organismů větších než 0,7 mm je spíše důsledek, než příčina nadměrného množství koloniálních cyanobakterií v nádrži.

Biomanipulace selhávají pro to, že na VD nefunguje dost dobře systém kontroly „Top down“, kdy potravní tlak se nachází v nepříznivém poměru zooplankton – koloniální sinice (kterých po většinu vegetační sezóny byla v podstatě monokultura ve vzorku

fytoplanktonu) tedy nejsou dostupné pro zooplankton a ten se soustřeďuje na filtraci bakterioplanktonu.

Do budoucna je tedy třeba zaměřit se na primární příčinu vzniku eutrofizace (vnos živin do nádrže) než na řešení jejího důsledku. Pokud se vhodným způsobem omezí přísun fosforového zatížení v přetékající vodě, mělo by se to projevit na množství fytoplanktonu, což by spolu s nadále prováděnou regulací obsádky nežádoucích druhů ryb mělo vézt k úspěšnému zlepšení a stabilizace kvality vody ve VN Hamry.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Adámek, Z., 2004. Perspektivy uplatnění biomanipulací při kontrole sinicových vodních květů. In: Maršálek, B., Halousková, O., (Eds): Cyanobakterie. s. 143 – 147.

Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., 2008. Aplikovaná hydrobiologie. 1. vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany. 256 s. ISBN 978-80-85887-79-2.

Adámek, Z., Maršálek, B., 2012. Bioturbation of sediments by benthic macroinvertebrates and fish and its implication for pond ecosystems: a review. *Aquaculture International* 21 (1): s. 1 – 17.

Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík M., 2014. Aplikovaná hydrobiologie. Dotisk 2. rozšířeného upraveného vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany. 350 s. ISBN 978-80-7514-000-5.

Borovec J., Hejzlar J., Znachor P., Nedoma J., Čtvrtlíková M., Blabolil P., Říha M., Kubečka J., Ricard D., Matěna J., 2013. Metodika pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie. Certifikovaná metodika Ministerstvem životního prostředí České republiky 1828/ENV/15. Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, České Budějovice: 35 s.

Devetter, M., 2012. Vybraní zástupci planktonních vířníků (Rotifera) střední Evropy, pro účely kurzu Biologie vodních organismů ELM 456 na Biologické fakultě Jihočeské Univerzity, dle Koste., W., 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk begründet von Max Voigt, Stuttgart, Borntrager.

Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana = Fishes and lampreys of the Czech Republic: distribution and conservation. ZO ČSOP Vlašim. 448 s. ISBN 80-86327-49-3.

Hartman, P., Příkryl, I., Štědranský, E., 1998. Hydrobiologie. Informatorium, Praha, 335 s.

Hindák, F., ed., 1978. Sladkovodné riasy. – Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 724 s.

Hrbáček, J., 1962. Species composition and the amount of zooplankton in relation to the fish stock. Rozpravy, Československá akademie věd 72 (10): 116 s.

Jurajda a kol. OER, 2015. Vyhodnocení účinku biomanipulace a ichtyologický průzkum VD Hamry v roce 2015. Ústav biologie obratlovců Akademie věd ČR, v.v.i., Oddělení ekologie ryb. Brno. 13 s.

Jurajda, P., Adámek, Z., Janáč, M., Roche, K., Mikl, L., Rederer, L., Zapletal, T., Koza, V., Špaček, J., 2016. Use of multiple fish-removal methods during biomanipulation of a drinking water reservoir – Evaluation of the first four years, Fisheries Research 173. s. 101 – 108.

Kočí, V., Burkhard, J., Maršálek, B., 2000. Eutrofizace na přelomu tisíciletí. Eutrofizace 2000. Praha. s. 3 – 13.

Kopp, R., 2015. Hydrochemie nejen pro rybáře. Vydání: první, 2015. Mendelova univerzita v Brně, Brno. 120 s. ISBN 978-80-7509-352-3.

Kořínek, V., 2005. Dichotomický klíč perlooček (Cladocera) České republiky (bez čeledi Chydoridae – stav 2005, navíc metody), Manuskript. 38 s. dostupné na: <http://docplayer.cz/15274910-Vladimir-korinek-dichotomicky-klic-perloocek-cladocera-ceske-republiky.html>

Kubečka, J., Matěna, J., Peterka, J., 2003. Vzorkování rybích obsádek volné vody údolních nádrží [Sampling of the fish stock in the open water of reservoirs]. Vodní hospodářství 53: 273 – 275.

Kubečka, J., Prchalová, M., Draštík, V., Jůza, T., Peterka, J., Říha, M., Vašek, M., 2006. Komplexní průzkum rybí obsádky nádrže Chabařovice v roce 2005. Zpráva HbÚ pro Palivový kombinát Ústí, 23 s.

Lusk, S., Heteša, J., Hochman, L., Král, K., 1983. Účelové rybí obsádky v údolních nádržích. Technicko provozní rozvoj vodního hospodářství, hlavní úkol č. 8, Hydroprojekt Brno, 111 s.

Maršálek, B., 2014. Limnologické základy moderních projektů obnovy funkce nádrží. In: Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík M., 2014. Aplikovaná hydrobiologie. Dotisk 2. rozšířeného upraveného vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany. 350 s. ISBN 978-80-7514-000-5.

Marvan, P., 1957. K metodice kvantitativního stanovení nanoplanktonu pomocí membránových filtrů. *Preslia*, 29, 1: s. 76 – 83. ISSN 0032–7786.

Mehlich, A., 1984. *Mehlich 3 soil test extractant: a modification of Mehlich 2 extractant*. *Commu. Soil. Sci. Plnat Anal.* 15 (12): s. 1409 – 1416.

Mehner, T., 2010. No empirical evidence for community-wide top-down control of prey fish density and size by fish predators in lakes. *Limnol. Oceanogr.*, Volume 55: s. 203 – 213.

Moss, B., McGowan, S., Carvalho, L., 1994. Determination of phytoplankton crops by top-down and bottom-up mechanisms in a group of English lakes, the West Midland meres. *Limnology Oceanography.*, 39(5), s. 1020 – 1029.

Mooij, W., M., Van Densen, W., L., T., Lammens, E., H., R., R., 1996. Formation of year-class strength in the bream population in the shallow eutrophic Lake Tjeukemeer. *Journal of Fish Biology*, Volume 48, Issue 1, s. 30 – 39.

Nenadál, S., 1991. Ichtyofauna vodárenské nádrže Stavište a její vývoj. Vlastivědný sborník Vysočiny. Svazek X., s. 175 – 185.

Peterka, J., Kubečka, J., 2013. Formování nových vodních ekosystémů – údolní nádrže, důlní jezera. In: Randák, T., Slavík, O., Kubečka, J., Adámek, Z., Horký, P., Turek, J., Vostradovský, J., Hladík, M., Peterka, J., Musil, J., Prchalová, M., Jůza, T., Kratochvíl, M., Boukal, D., Vašek, M., Andreji, J., Dvořák, P., 2013. Rybářství ve volných vodách [Fishery in open waters]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 434 s. ISBN 978-80-87437-49-0.

Povodí Labe s. p., Přehrada Hamry na Chrudimce v ř. km 93,133, dostupné na http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/prehrada_hamry.pdf, navštíveno dne; 12. března 2016.

Prášil, O., Reiser, F., 1976. Hospodaření na údolních nádržích v ČSR. 1. vyd., Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 152 s.

Příkryl, I., 2006. Metodika odběru a zpracování vzorků zooplanktonu stojatých vod. VÚV TGM, 14 s.

Příkryl, I., Bláha, M., 2007. Klíče středoevropských *Cyclopidae* a *Diaptomidae* (bez druhů podzemních vod), nepublikováno.

Příkryl, I., 2014. Klíče středoevropských *Cyclopidae* (bez druhů podzemních vod), nepublikováno.

Randák, T., Slavík, O., Kubečka, J., Adámek, Z., Horký, P., Turek, J., Vostradovský, J., Hladík, M., Peterka, J., Musil, J., Prechalová, M., Jůza, T., Kratochvíl, M., Boukal, D., Vašek, M., Andreji, J., Dvořák, P., 2013. Rybářství ve volných vodách [Fishery in open waters]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 434 s. ISBN 978-80-87437-49-0.

Sed'a, J., Kubečka, J., 1997. Long-term biomanipulation of Rimov Reservoir (Czech Republic). *Hydrobiologia* Volume 345, Issue 2, s. 95 – 108.

Sládeček, V., Sládečková, A., 1997. Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod: Konzumenti, Díl. 2. Česká vědecko-technická vodohospodářská společnost, Praha, 358 s. ISBN: 80-02-01101-5.

Søndergaard, M., Liboriussen, L., Pedersen, A., R., Jeppesen, E., 2008. Lake restoration by fish removal: short- and long-term effects in 36 Danish lakes. *Ecosystems* 11: s. 1291 – 1305.

Sukop, I., Heteša, J., 1984. Aplikovaná hydrobiologie I., Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno, 105 s.

Štěpina, J., 2010. Porovnání denních a nočních odlovů v rámci biomanipulace rybí ob-
sádkou ve vodárenské nádrži. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká
fakulta, Ústav botaniky a zoologie, Brno. 50 s.

Timms, R., M., Moss, B., 1984. Prevention of growth of potentially dense phytoplank-
ton populations by zooplankton grazing in the presence of zooplanktivorous fish in a
shallow wetland ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* 29: s. 472 – 486.

Vašek, M., Adámek, Z., Kubečka J.: Účelové rybářské hospodaření. In: Randák, T.,
Slavík, O., Kubečka, J., Adámek, Z., Horký, P., Turek, J., Vostradovský, J., Hladík, M.,
Peterka, J., Musil, J., Prchalová, M., Jůza, T., Kratochvíl, M., Boukal, D., Vašek, M.,
Andreji, J., Dvořák, P., 2013. Rybářství ve volných vodách [Fishery in open waters].
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 434 s.
ISBN 978-80-87437-49-0.

Weis, J., 2008. Bottom-up control. Dostupné na:
<http://www.eoearth.org/view/article/150743>. Navštíveno dne: 20. dubna 2016.

Weis, J., 2014. Top-down control. Dostupné na:
<http://www.eoearth.org/view/article/156656>. Navštíveno dne: 20. dubna 2016.

Vijverberg, J., Boersma, M., van Densen, W., L., T., Hoogenboezem, W., Lammens, E.,
H., R., R., Mooij, W., M., 1990. Seasonal variation in the interactions between piscivo-
rous fish, planktivorous fish and zooplankton in a shallow eutrophic lake. *Hydrobiolo-
gia* 207: s. 279 – 286.

Wulfert, K., 1969. Die Rädertiere (*Rotatoria*). Die Neue Brehm-Bücherei Bd. Mit 40
Abbildungen, und 13 Bildtafeln, Wittenberg Lutherstadt. A. Ziemsen Verlag und Mel-
sungen, 112 s.

Wysujack, K., Mehner, T., 2002. Comparison of losses of planktivorous fish by predati-
on and seine-fishing in a lake undergoing long-term biomanipulation. *Freshwater Bio-
logy* 47: s. 2425 – 2434

Zapletal, T., 2013. Potrava doprovodných druhů ryb ve vodárenské nádrži. Disertační
práce. Brno: AF MENDELU, 132 s.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Odběrové body na VD Hamry. Upraveno podle Google earth.

Zdroj:<https://www.google.cz/maps/@49.7327067,15.9137528,1890m/data=!3m1!1e3?hl=cs>

Obr. 2: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 23. března

Obr. 3: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 20. dubna

Obr. 4: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 14. května

Obr. 5: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 8. června

Obr. 6: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 1. července

Obr. 7: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 13. července

Obr. 8: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 27. července

Obr. 9: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 10. srpna

Obr. 10: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 24. srpna

Obr. 11: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 7. září

Obr. 12: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 21. září

Obr. 13: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 5. září

Obr. 14: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry v odběrovém termínu 9. listopadu

Obr. 15: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 01

Obr. 16: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 02

Obr. 17: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 03

Obr. 18: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 04

Obr. 19: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 05

Obr. 20: Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 06

Obr. 21. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 07

Obr. 22. Početní struktura zooplanktonu na nádrži Hamry na odběrovém bodě Ha 08

Obr. 23: Procentuální zastoupení jednotlivých složek fytoplanktonu a jejich celkové množství na nádrži Hamry. Vypracoval doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D.

Obr. 24: Procentuální zastoupení jednotlivých složek zooplanktonu a jejich celkové množství na nádrži Hamry.

Obr. 25: Vývoj biomasy zooplanktonních filtrátorů v závislosti na ročním období

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 18: Druhové složení, množství a procentuální zastoupení plůdku ryb zaznamenaného při odlovech dne 13. července 2015. Zdroj: Jurajda a kol., 2015.

Tab. 19: Druhové složení, množství a procentuální zastoupení plůdku ryb zaznamenaného při odlovech dne 14. září 2015. Zdroj: Jurajda a kol., 2015.

Tab. 20: Výsledné hodnoty ekologického potenciálu VN Hamry

10 PŘÍLOHY

10.1 Fotodokumentace



Obr. 26: Candát obecný vykazuje na Hamrech setrvale nízkou populační tendenci.



Obr. 27: Štika obecná je na Hamrech čím dál vzácnější



Obr. 28: Bolen dravý má na Hamrech perspektivu. Jeho populace vykazuje vzrůstající tendenci.



Obr. 29: Adultní jedinec okouna říčního sice snižuje počet drobných kaprovitých ryb, jeho výskyt na Hamrech je však z vodárenského hlediska nežádoucí.



Obr. 30: Plotice obecná je na přehradě Hamry nežádoucím druhem.



Obr. 31: Cejn velký. Druhý nežádoucí druh na vodárenské nádrži Hamry.



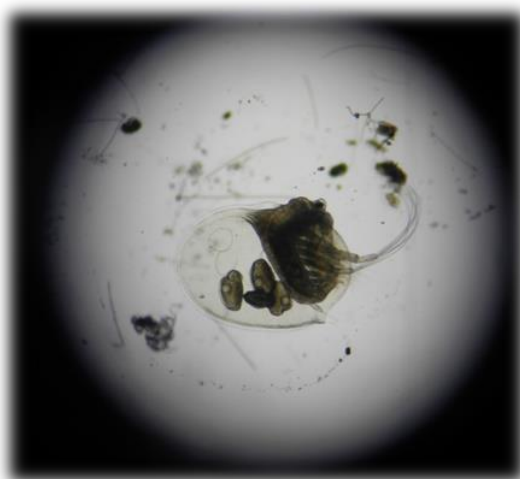
Obr. 32: Hybrid cejna velkého a plotice obecné (*Abramis brama x Rutilus rutilus*) se občas také vyskytuje v regulačních odlovech.



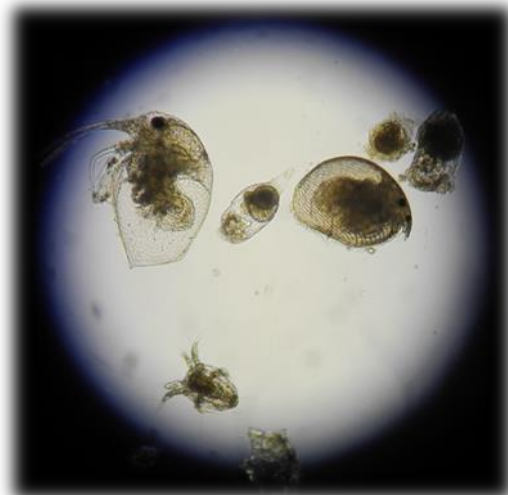
Obr. 33: Úlovek cejna velkého v zátahové síti při biomanipulačním odlovu.



Obr. 34 a 35: Oba naše dravé druhy perlooček jsou na Hamrech přítomny; zleva *Polyphemus pediculus* a *Leptodora kindtii* (40x a 20x zvětšeno).



Obr. 36: Hrbatka jezerní *Holopedium gibberum* je relativně vzácnější perloočkou přítomnou na Hamrech v jarním zooplanktonu (40 x zvětšeno).



Obr. 37: skladba vzorku zooplanktonu z Hamrů; perloočky, vířníci a nauplius (40 x zvětšeno).

10.2 Tabulková dokumentace

Tab. 1: Hodnoty hydrochemických parametrů vody naměřených na VN Hamry za sezonu 2015

	23.3.15	23.3.15	20.4.15	20.4.15	14.5.15	14.5.15	8.6.15	8.6.15	1.7.15	1.7.15	13.7.15	13.7.15	27.7.15	27.7.15	10.8.15	10.8.15	24.8.15	24.8.15	7.9.15	7.9.15	21.9.15	21.9.15	5.10.15	5.10.15	9.11.15	9.11.15
Lokalita	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08	Ha 01	Ha 08
N _{cel.}	1,8	1,9	1,6	1,8	1,4	1,4	1,1	1,1	1,0	1,1	0,9	0,8	1,0	1,0	2,0	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,6	3,1	0,8	0,9	1,3	1,4
P _{cel.}	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06	0,07	0,05	0,09	0,07	0,16	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,14	0,21	0,11	0,11	0,09	0,09
N-NH ₄	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	0,01	0,01	>0,01	>0,01	0,01	0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	0,02	0,02	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
N-NO ₂	>0,001	>0,001	0,001	>0,001	0,002	0,001	0,007	0,005	0,004	0,003	>0,001	>0,001	0,001	>0,001	0,004	0,006	0,008	0,003	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	0,008	>0,001
P-PO ₄	0,007	0,011	0,01	0,002	>0,01	>0,01	>0,01	0,008	0,016	0,012	0,009	0,008	0,008	0,004	0,006	0,004	0,01	0,008	0,003	0,005	0,007	0,005	0,04	0,037	0,016	0,04
N-NO ₃	1,01	1,08	1,00	1,00	0,49	0,30	0,35	0,32	0,25	0,33	0,58	0,31	0,11	0,15	0,35	0,38	0,66	0,73	0,76	0,41	0,15	0,26	0,22	0,24	0,28	0,46
CHSK _{Cr}	23	23	26	27	16	13	31	29	26	31	25	22	32	22	42	46	36	40	54	52	54	76	26	40	44	34
KNK	0,35	0,40	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50	0,50	0,60	0,60	0,55	0,50	0,65	0,60	0,60	0,50	0,50	0,50	0,60	0,55	0,55	0,60	0,80	0,70	0,70	0,70
Cl ⁻	9,00	8,40	2,74	2,73	3,69	3,71	3,83	3,61	4,70	4,88	5,27	4,76	5,28	5,41	5,98	5,90	5,13	5,92	5,60	5,36	5,35	5,78	6,57	5,98	6,88	6,33
Ca ²⁺	12,02	12,02	9,02	8,62	9,02	9,02	11,02	11,02	12,02	10,02	9,02	10,02	14,03	12,02	12,02	11,02	13,03	12,02	12,02	11,02	10,02	10,02	16,03	14,03	17,03	16,03
Chlorofyl a	8,88	7,40	13,32	14,80	17,76	10,36	31,08	22,20	13,32	11,84	39,52	23,68	76,96	45,88	106,56	145,04	28,12	71,04	136,16	76,96	142,08	405,52	81,40	127,28	66,60	66,60

Tab. 2: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 23. 3. 2015

Čas	Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	ORP	Zákal
23.3.2015		m	C		%	mg/L	mV	NTU
10:48:04	Ha 01	0,1	5,4	6,9	95	12,0	258	3,5
10:48:24		0,8	4,9	6,9	95	12,1	261	3,6
11:30:12	Ha 02	0,1	6,2	7,3	98	12,1	247	3,9
11:31:38		1,9	5,4	7,2	96	12,1	245	5,6
11:43:39	Ha 03	0,1	5,8	7,2	98	12,2	243	3,3
11:45:56		2,5	5,0	7,1	95	12,1	242	6,4
11:56:18	Ha 04	0,1	6,2	7,2	100	12,3	239	3,2
11:57:03		1,0	5,1	7,2	96	12,3	240	3,3
11:57:38		2,1	4,9	7,1	96	12,3	242	3,4
11:58:16		3,0	4,8	7,1	96	12,3	242	3,4
12:01:40		4,0	4,7	7,0	90	11,6	247	4,1
12:19:26	Ha 05	0,1	6,7	7,1	99	12,2	246	3,3
12:21:22		5,1	5,0	7,1	95	12,1	245	4,5
12:38:29	Ha 06	0,1	5,6	7,1	97	12,2	240	3,5
12:40:50		5,1	4,7	7,0	94	12,0	247	3,6
12:51:58	Ha 07	0,1	6,0	7,1	99	12,4	239	3,6
12:53:10		1,1	5,0	7,1	97	12,4	237	5,0
13:03:02	Ha 08	0,1	7,4	7,1	100	12,0	238	3,2
13:03:36		1,1	6,1	7,1	100	12,4	238	3,2
13:03:56		2,1	5,7	7,1	98	12,3	240	3,4
13:04:30		3,1	5,2	7,1	96	12,2	240	3,4
13:04:51		4,1	5,0	7,0	96	12,2	242	3,6
13:05:17		5,1	4,8	7,0	95	12,2	242	3,8
13:05:48		6,1	4,9	7,0	96	12,2	242	5,8

Tab. 3: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 20. 4. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
20.4.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	9,4	7,8	100,6	10,84	81	80
Ha 02	0,1	10,2	7,6	102,1	10,77	79	80
Ha 03	0,1	10,1	7,51	100,1	10,63	80	90
Ha 04	0,1	9,5	7,46	92,5	10,47	76	90
	1		7,38	97,2	10,45	/	/
	2		7,32	97,2	10,44	/	/
	3		7,33	96,9	10,41	/	/
	4		7,31	95,4	10,28	/	/
Ha 05	0,1	10,1	7,42	102	10,83	77	90
Ha 06	0,1	9,8	7,35	100,1	10,96	75	100
Ha 07	0,1	10,2	7,41	102,4	10,89	77	100
Ha 08	0,1	9,7	7,43	100,5	10,75	75	110
	1		7,36	99,7	10,69	/	/
	2		7,19	92,3	10,18	/	/
	3		7,12	88,6	10,02	/	/
	4		7,04	83,9	9,72	/	/
	5		6,97	79,8	9,34	/	/
	6		6,91	78,2	9,22	/	/
7		6,87	76,5	9,06	/	/	

Tab. 4: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 14. 5. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
14.5.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	17	7,2	106,2	9,54	98	70
Ha 02	0,1	16,9	7,3	110,1	9,94	98	100
Ha 03	0,1	16,8	7,29	110,2	9,97	96	100
Ha 04	0,1	16,5	7,3	110,4	10,04	97	100
	1	16,6	7,29	108,7	9,88	/	/
	2	16	7,26	101,6	9,34	/	/
	3	15,1	7,27	90,2	8,45	/	/
	4	14,1	7,34	71,2	6,81	/	/
Ha 05	0,1	17,1	7,33	111,8	10,06	97	110
Ha 06	0,1	16,8	7,34	111,4	10,07	96	100
Ha 07	0,1	16,6	7,33	110,8	10,08	97	90
Ha 08	0,1	16,7	7,33	109,6	9,94	98	120
	1	16,8	7,35	109,2	9,89	/	/
	2	15,6	7,27	101,7	9,42	/	/
	3	14,5	7,23	84,8	8,05	/	/
	4	14	7,23	77,1	7,41	/	/
	5	13	7,27	70,1	6,89	/	/
	6	12,5	7,27	58,3	5,78	/	/
7	11,2	7,2	34,4	3,52	/	/	

Tab. 5.: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 8. 6. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
8.6.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	23,3	7,99	111,6	8,95	108	60
Ha 02	0,1	23,2	8,52	119,4	9,61	106	70
Ha 03	0,1	23,2	8,53	120,7	9,72	106	60
Ha 04	0,1	23,1	8,61	121,1	9,77	105	90
	2	19,8	7,61	116,9	10,04	/	/
	3	15,6	6,96	46,4	4,34	/	/
	4	13,8	6,92	25,5	2,47	/	/
	5	13,7	7,02	16,6	1,62	/	/
Ha 05	0,1	22,9	8,62	129,3	9,8	105	80
Ha 06	0,1	22,4	8,63	120,9	9,85	104	70
Ha 07	0,1	22,8	8,62	122,6	9,92	105	60
Ha 08	0,1	22,2	8,83	137,4	11,2	104	60
	2	18,5	8,44	124,8	10,96	/	/
	3	16,2	7,25	87,1	8,04	/	/
	4	14,9	7,22	50,9	4,84	/	/
	5	13,5	6,89	45,3	4,43	/	/
	6	13	6,94	35,5	3,5	/	/
	7	12,6	6,91	7,5	0,75	/	/
	8	12,6	7,21	1,8	0,18	/	/

Tab. 6: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 1. 7. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
1.7.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	20,4	7,76	105,6	8,97	104	130
Ha 02	0,1	20,8	8,04	111,7	9,44	103	140
Ha 03	0,1	21,2	7,97	112,4	9,41	104	145
Ha 04	0,1	21,1	8,12	114,1	9,53	103	180
	1	19,6	7,78	108,9	9,38	/	/
	2	18,4	7,28	97,4	8,57	/	/
	3	17,7	7,09	60,9	5,47	/	/
	4	16,9	7,23	42,3	3,85	/	/
Ha 05	0,1	21,9	8,13	115,9	9,57	104	160
Ha 06	0,1	20	8,12	111,2	9,46	105	170
Ha 07	0,1	21,6	8,15	115,7	9,57	103	120
Ha 08	0,1	20,9	8,17	113,1	9,53	103	190
	1	19,5	8,02	110,2	9,54	/	/
	2	18,5	7,46	103,8	9,19	/	/
	3	17,4	6,94	72,4	6,58	/	/
	4	16,2	6,85	42,1	3,87	/	/
	5	15,7	6,84	16,2	1,51	/	/

Tab. 7: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 13. 7. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
13.7.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	20,8	7,8	97,6	8,19	107	70
Ha 02	0,1	21,2	7,91	104,4	8,68	106	95
Ha 03	0,1	21	8,13	108,9	9,07	106	120
Ha 04	0,1	20,8	8,14	108,6	9,09	105	120
	1	20,9	8,16	108,5	9,07	/	/
	2	20,5	7,99	109,4	9,16	/	/
	3	19,4	7,3	70	6	/	/
	4	18,3	6,97	33,6	2,96	/	/
Ha 05	0,1	21,1	8,13	111,1	9,28	106	130
Ha 06	0,1	20,8	8,34	112,2	9,39	105	155
Ha 07	0,1	20,5	8,33	110,4	9,31	106	150
Ha 08	0,1	20,8	8,42	112,8	9,46	105	145
	1	20,7	8,4	111,8	9,41	/	/
	2	20,4	8,34	109,8	9,27	/	/
	3	19,1	7,6	64,8	5,57	/	/
	4	16,9	6,83	10,9	0,99	/	/
	5	16	6,76	1,8	0,18	/	/
	6						
	7						

Tab. 8: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 27. 7. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
27.7.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	21,7	8,23	107,7	8,8	107	60
Ha 02	0,1	21,8	8,16	106,8	8,65	107	80
Ha 03	0,1	21,8	8,52	113,7	9,23	107	75
Ha 04	0,1	22,1	8,65	114,8	9,29	106	90
	1	22	8,67	113,1	9,21	/	/
	2	21,9	8,47	108,1	8,79	/	/
	3	21	7,68	62,4	5,14	/	/
	4	18,7	7,09	1,7	0,13	/	/
Ha 05	0,1	22,1	8,65	116,5	9,41	106	90
Ha 06	0,1	21,9	8,56	112,4	9,12	106	90
Ha 07	0,1	21,9	8,79	117,4	9,59	106	90
Ha 08	0,1	22,2	8,8	117,3	9,42	106	90
	1	22,1	8,78	116,3	9,38	/	/
	2	22	8,69	115,2	9,3	/	/
	3	21,9	8,52	112,8	9,14	/	/
	4	19,6	6,9	6,1	0,53	/	/
	5	16,7	7,11	1,2	0,11	/	/
	6	16,1	7,16	1,7	0,16	/	/

Tab. 9: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 10. 8. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
10.8.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	24,2	9,29	127,7	10,1	111	38
Ha 02	0,1	24,9	9,69	165	12,62	113	63
Ha 03	0,1	25,3	9,8	174,3	13,39	115	75
Ha 04	0,1	24,9	9,83	177,2	13,57	116	78
	1	24,6	9,63	161,8	12,54	/	/
	2	23,8	8,92	121,1	9,57	/	/
	3	21,5	8,26	49,9	4,15	/	/
	4	19,9	7,96	21,7	1,83	/	/
Ha 05	0,1	26	9,81	180,1	13,69	122	82
Ha 06	0,1	25,3	9,76	171,3	13,16	115	74
Ha 07	0,1	26,1	9,77	178,3	13,4	116	75
Ha 08	0,1	26,5	9,77	177,5	13,33	117	63
	1	24,3	9,79	170,8	13,37	/	/
	2	22,8	8,85	122,3	9,79	/	/
	3	20,1	7,44	51	4,34	/	/
	4	19,3	7,43	23,2	1,96	/	/
	5	18,7	7,48	1,9	0,19	/	/
	6	19	7,66	4,3	0,38	/	/
	7	19,4	7,83	8,3	0,72	/	/

Tab. 10: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 24. 8. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
24.8.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	17,19	6,95	77	6,81	110	100
Ha 02	0,1	18	6,95	77,2	6,82	108	100
Ha 03	0,1	18,1	6,95	78,4	6,88	106	110
Ha 04	0,1	18,5	7,09	80,4	7,02	108	105
	1	18,4	7,03	80	6,99	/	/
	2	18,4	7,04	79,6	6,97	/	/
	3	18,4	7,02	78,8	6,9	/	/
	4	18,4	6,98	74,3	6,51	/	/
Ha 05	0,1	18,5	7,19	79,9	7	107	121
Ha 06	0,1	18,7	7,24	7,53	86,7	105	115
Ha 07	0,1	18,7	7,29	88	7,65	106	104
Ha 08	0,1	18,9	7,26	90,1	7,8	106	117
	1	18,9	7,17	90	7,79	/	/
	2	18,9	7,13	88,6	7,7	/	/
	3	18,8	7,12	87	7,54	/	/
	4	18,8	7,07	84,9	7,39	/	/
	5	18,7	6,97	85,3	7,41	/	/
	6	18,6	6,88	77,4	6,86	/	/
	7	17	6,86	1,8	0,17	/	/

Tab. 11: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 7. 9. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
7.9.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	16	7,18	94,3	8,66	104	60
Ha 02	0,1	16,9	8,29	99,5	8,93	104	67
Ha 03	0,1	17,2	7,9	94,7	8,56	103	67
Ha 04	0,1	17,6	7,23	73,2	6,77	105	79
	1	17,7	7,17	74,6	6,69	/	/
	2	17,6	7,16	76,2	6,94	/	/
	3	17,4	7,23	83,2	7,48	/	/
	4	17,2	7,45	87,7	7,93	/	/
Ha 05	0,1	17,9	7,47	86,3	7,85	108	72
Ha 06	0,1	17,7	7,31	76,4	6,86	106	90
Ha 07	0,1	17,9	7,3	80,7	7,27	106	90
Ha 08	0,1	17,9	7,22	84,1	7,22	106	90
	1	18	7,21	80,4	7,16	/	/
	2	17,8	7,21	81	7,18	/	/
	3	17,8	7,19	78,7	7,03	/	/
	4	17,8	7,17	77,6	6,94	/	/
	5	17,8	7,13	76,4	6,96	/	/
	6	17,4	6,62	5,6	0,33	/	/
	7	17,1	6,34	1,7	0,14	/	/

Tab. 12: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 21. 9. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
21.9.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	14,8	8,15	106,6	10,07	106	60
Ha 02	0,1	15,6	8,27	108,5	10,12	107	64
Ha 03	0,1	15,8	8,36	108,2	10,05	106	60
Ha 04	0,1	15,9	7,7	99,4	9,23	106	68
	1	16	7,7	100,1	9,28	/	/
	2	16	7,78	100,1	9,27	/	/
	3	16	7,68	97,2	9	/	/
	4	15,9	7,41	95,5	8,83	/	/
Ha 05	0,1	16,1	7,74	100,4	9,34	106	70
Ha 06	0,1	16	7,46	92,2	8,56	106	76
Ha 07	0,1	16	7,85	100,8	9,33	106	78
Ha 08	0,1	16,7	7,32	96,3	8,85	107	84
	1	16,3	7,33	91,9	8,62	/	/
	2	16	7,25	85	7,85	/	/
	3	16	7,27	88,5	8,2	/	/
	4	16	7,24	89,5	8,28	/	/
	5	16	7,19	88,8	8,22	/	/
	6	15,9	6,94	89	8,17	/	/
	7	15,6	6,58	15,3	1,43	/	/

Tab. 13: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 5. 10. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
5.10.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	13,1	8,2	106,6	10,48	109	74
Ha 02	0,1	13,3	8,51	111,7	10,87	109	78
Ha 03	0,1	13,4	8,53	112	10,97	107	81
Ha 04	0,1	13,5	8,54	112,2	10,97	107	81
	1	13,2	8,4	107	10,55	/	/
	2	12,8	8,1	96,1	9,56	/	/
	3	12,6	7,94	96,8	9,64	/	/
	4	12,4	7,97	99,4	9,97	/	/
Ha 05	0,1	13,5	8,53	111,7	10,91	/	/
Ha 06	0,1	13,6	8,63	113,2	11,01	106	78
Ha 07	0,1	13,7	8,46	110,7	10,72	106	78
Ha 08	0,1	13,7	8,62	112,6	10,96	106	79
	1	13,4	8,42	106,9	10,61	/	/
	2	12,8	7,93	92,7	9,2	/	/
	3	12,7	7,81	91,2	9,11	/	/
	4	12,5	7,75	89,7	8,97	/	/
	5	12,3	7,63	88,2	8,85	/	/
	6	12,3	7,59	85,7	8,62	/	/
7	12,2	7,14	85,3	8,56	/	/	

Tab. 14: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 9. 11. 2015

Profil	Hloubka	Teplota	pH	ODO%	ODO Konc	Cond.	Pruhl.
9.11.2015	m	C		%	mg/L	μS/cm	cm
Ha 01	0,1	7,4	7,34	91,9	10,38	145	98
Ha 02	0,1	7,4	7,33	93,1	10,51	114	110
Ha 03	0,1	7,3	7,37	94	10,59	112	110
Ha 04	0,1	7,3	7,25	92,1	10,43	111	115
	1	7,8	7,26	89,7	10,26	/	/
	2	6,9	7,14	87,1	10,01	/	/
	3	6,5	7,16	78,8	9,14	/	/
	4	6,5	7,04	76,4	8,88	/	/
Ha 05	0,1	7,4	7,29	93,3	10,54	111	117
Ha 06	0,1	7,5	7,26	93,4	10,48	117	117
Ha 07	0,1	7,3	7,26	91,5	10,4	109	118
Ha 08	0,1	7,2	7,28	92,1	10,45	110	112
	1	7,3	7,32	91,9	10,45	/	/
	2	7,3	7,28	91,8	10,44	/	/
	3	7,2	7,15	91,3	10,41	/	/
	4	7,2	7,27	91,1	10,38	/	/
	5	7,2	7,31	90,9	10,3	/	/
	6	6,5	7,17	81,5	9,45	/	/
7	6,5	7,18	73,8	8,57	/	/	

Tab. 15: Obsah fosforu v sedimentu v mg na kg sušiny (vodní výluh)

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	17	19
P _{cel.}	1,1	1,4	1,1	1,7	1,2	2,1	2,5	2,9	1,6	1,2	1,8	1,1	1,5	2,0	1,3	2,2
P-PO ₄	0,23	0,38	0,58	1,46	0,87	1,19	1,14	1,48	0,60	0,50	1,15	0,43	0,69	1,27	0,50	0,93
Sušina	20,3	16,8	34,3	31,1	26,1	64,2	74,3	78,0	29,8	66,5	71,3	32,2	21,0	59,0	45,7	17,4

Tab. 16: Obsah fosforu v sedimentu v mg na kg sušiny (výluh Mehlich III)

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	17	19
P _{cel.}	81,0	56,0	82,0	71,0	17,5	83,0	24,0	19,0	68,0	47,0	41,0	25,5	18,0	22,0	56,0	18,0
P-PO ₄	61,7	41,6	62,1	55,3	13,5	66,4	21,8	16,6	55,9	35,1	32,0	20,9	13,9	18,0	44,5	12,2
Sušina	20,3	16,8	34,3	31,1	26,1	64,2	74,3	78,0	29,8	66,5	71,3	32,2	21,0	59,0	45,7	17,4

Tab. 17: Velikostní struktura (<0,7mm; >0,7mm) čtyř základních skupin zooplanktonu na nádrži Hamry, zjišťovaná v jednotlivých termínech a kontrolních bodech.

		Zooplankton: ks . l-1						Zoo: ks. l-1	
odběr vzorku		Cladocera		Copepoda		Nauplia	Rotifera	SUMACE	
lokality	datum	< 0,7	> 0,7	< 0,7	> 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	> 0,7
Ha01	23.3.	0,24	0,04	0,03	0,05	0,36	8,50	9,13	0,09
Ha02		0,06	0,01	0,01	0,21	0,14	1,50	1,71	0,22
Ha03		0,02	0,02	0,05	0,04	0,50	20,30	20,87	0,06
Ha04		0,14	0,01	0,02	0,07	0,33	25,86	26,35	0,08
Ha05		0,22	0,00	0,10	0,06	0,08	1,85	2,25	0,06
Ha06		0,04	0,00	0,07	0,05	0,18	26,60	26,89	0,05
Ha07		0,03	0,01	0,01	0,03	0,23	9,24	9,51	0,03
Ha08		0,10	0,02	0,02	0,06	0,06	6,00	6,18	0,08
Ha01	20.4.	0,31	0,08	0,30	0,51	0,39	13,45	14,45	0,59
Ha02		0,61	0,12	0,91	0,40	0,29	25,77	27,58	0,52
Ha03		0,39	0,15	0,58	0,52	0,41	14,40	15,78	0,67
Ha04		0,07	0,01	0,09	0,08	0,13	2,52	2,81	0,09
Ha05		0,09	0,02	0,12	0,16	0,14	5,61	5,96	0,18
Ha06		0,17	0,06	0,08	0,17	0,26	8,20	8,71	0,23
Ha07		0,28	0,06	0,42	0,49	0,56	15,95	17,21	0,55
Ha08		0,00	0,00	0,09	0,07	0,09	1,78	1,96	0,07
Ha01	14.5.	9,72	2,69	1,49	0,78	3,71	10,72	25,64	3,47
Ha02		2,73	1,48	4,17	3,81	1,01	2,36	10,27	5,29
Ha03		2,10	0,52	2,01	2,42	1,73	5,10	10,94	2,94
Ha04		1,81	0,87	1,61	2,51	2,60	7,08	13,10	3,38
Ha05		3,67	1,46	2,63	2,89	3,83	6,96	17,09	4,35
Ha06		1,50	0,68	5,33	3,09	2,83	44,76	54,42	3,77
Ha07		0,53	0,46	2,05	2,40	4,61	28,49	35,68	2,86
Ha08		2,02	0,26	1,11	1,24	2,47	17,77	23,37	1,50
Ha01	8.6.	23,88	4,95	3,67	1,22	2,09	2,00	31,64	6,17
Ha02		19,31	5,30	2,35	0,78	3,73	3,41	28,80	6,08
Ha03		17,48	11,35	2,50	1,99	4,34	5,55	29,87	13,34
Ha04		11,77	4,70	2,24	1,88	4,27	8,95	27,23	6,58
Ha05		10,04	3,76	1,36	1,46	5,33	16,79	33,52	5,22
Ha06		7,39	4,17	2,25	2,43	3,75	45,08	58,47	6,60
Ha07		3,53	3,58	3,15	1,44	7,85	45,29	59,82	5,02
Ha08		1,66	1,10	1,08	1,23	1,49	7,08	11,31	2,32

		Zooplankton: ks . l-1						Zoo: ks. l-1	
odběr vzorku		Cladocera		Copepoda		Nauplia	Rotifera	SUMACE	
lokality	datum	< 0,7	> 0,7	< 0,7	> 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	> 0,7
Ha01	1.7.	3,67	5,54	2,67	4,06	7,72	59,21	73,27	9,60
Ha02		3,98	8,40	6,06	10,77	18,42	162,28	190,74	19,17
Ha03		4,06	7,33	4,10	4,82	14,65	73,76	96,57	12,15
Ha04		4,68	9,59	4,73	6,75	21,98	97,53	128,92	16,34
Ha05		3,03	6,08	12,53	3,31	11,49	93,47	120,52	9,39
Ha06		2,85	9,73	6,59	9,65	14,85	66,54	90,83	19,38
Ha07		2,69	5,07	6,13	5,36	23,26	55,78	87,86	10,43
Ha08		1,28	2,02	2,92	4,98	10,20	52,30	66,70	7,00
Ha01	13.7.	1,69	4,06	4,53	3,89	3,27	20,20	29,69	7,95
Ha02		3,38	7,30	5,41	5,38	6,24	17,82	32,85	12,68
Ha03		2,14	5,09	3,11	4,62	3,47	24,16	32,88	9,71
Ha04		1,94	4,32	2,02	2,20	3,45	17,78	25,19	6,52
Ha05		4,48	12,36	4,00	6,19	6,93	20,90	36,31	18,55
Ha06		3,07	9,90	3,98	6,12	17,82	56,04	80,91	16,02
Ha07		4,64	10,61	3,36	5,06	16,34	49,41	73,75	15,67
Ha08		0,98	1,98	1,74	2,10	13,17	25,83	41,72	4,08
Ha01	27.7.	0,96	3,33	1,08	1,42	0,50	2,18	4,72	4,75
Ha02		5,86	12,36	5,70	6,89	5,55	23,21	40,32	19,25
Ha03		3,99	6,87	9,11	11,29	8,91	24,26	46,27	18,16
Ha04		3,73	4,89	4,13	5,07	7,62	27,33	42,81	9,96
Ha05		2,99	10,38	4,50	10,95	1,09	1,09	9,67	21,33
Ha06		6,04	10,09	4,40	5,32	7,57	24,42	42,43	15,41
Ha07		5,87	10,63	1,85	2,96	9,27	26,56	43,55	13,59
Ha08		1,59	2,43	0,97	2,78	4,90	10,96	18,42	5,21
Ha01	10.8.	7,49	11,48	1,27	1,14	9,44	4,53	22,73	12,62
Ha02		8,31	15,39	25,75	2,43	17,82	0,77	52,65	17,82
Ha03		6,10	10,06	1,76	2,21	11,77	1,39	21,02	12,27
Ha04		9,71	19,76	3,08	5,39	18,88	0,58	32,25	25,15
Ha05		14,09	33,86	2,91	3,73	17,77	0,64	35,41	37,59
Ha06		6,50	13,41	1,97	2,42	21,51	10,92	40,90	15,83
Ha07		10,23	43,60	2,02	2,70	8,24	0,64	21,13	46,30
Ha08		13,27	28,90	3,30	3,13	43,66	0,86	61,09	32,03

		Zooplankton: ks . I-1						Zoo: ks. I-1	
odběr vzorku		Cladocera		Copepoda		Nauplia	Rotifera	SUMACE	
lokality	datum	< 0,7	> 0,7	< 0,7	> 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	> 0,7
Ha01	24.8.	20,61	20,97	2,49	2,16	5,84	21,29	50,23	23,13
Ha02		9,60	10,40	3,21	2,13	3,56	7,33	23,70	12,53
Ha03		7,39	12,81	1,79	0,89	2,97	9,11	21,26	13,70
Ha04		4,42	7,76	1,84	1,53	2,57	15,84	24,67	9,29
Ha05		5,39	7,78	1,61	0,87	2,28	12,87	22,15	8,65
Ha06		4,60	4,02	1,21	1,36	1,49	10,99	18,29	5,38
Ha07		4,44	5,81	2,36	2,10	2,41	6,15	15,36	7,91
Ha08		3,65	6,42	2,64	3,78	2,32	9,80	18,41	10,20
Ha01	7.9.	49,55	7,93	0,67	2,33	4,28	5,67	60,17	10,26
Ha02		34,36	10,59	1,75	3,38	3,32	8,88	48,31	13,97
Ha03		38,21	9,41	0,71	1,11	3,64	6,42	48,98	10,52
Ha04		18,58	7,97	3,51	5,59	7,92	3,96	33,97	13,56
Ha05		35,68	12,15	4,74	8,43	5,46	2,89	48,77	20,58
Ha06		32,67	13,89	2,68	4,81	6,53	3,43	45,31	18,70
Ha07		20,48	11,62	3,96	6,75	10,92	4,17	39,53	18,37
Ha08		37,44	19,82	2,05	3,73	3,53	0,75	43,77	23,55
Ha01	21.9.	31,61	10,88	0,88	0,84	3,85	5,14	41,48	11,72
Ha02		37,33	19,39	2,18	2,74	6,74	9,53	55,78	22,13
Ha03		51,43	15,89	0,81	1,11	4,82	6,21	63,27	17,00
Ha04		17,34	4,07	0,70	1,01	5,67	9,85	33,56	5,08
Ha05		27,62	7,81	1,79	3,13	5,89	14,13	49,43	10,94
Ha06		18,53	3,30	1,56	1,76	13,80	19,26	53,15	5,06
Ha07		19,18	7,89	0,92	0,69	8,99	21,51	50,60	8,58
Ha08		4,52	0,73	0,29	0,40	1,77	0,27	6,85	1,13
Ha01	5.10.	7,57	3,67	6,69	2,67	6,44	4,94	25,64	6,34
Ha02		62,67	20,38	8,14	6,63	8,35	10,06	89,22	27,01
Ha03		17,40	14,45	8,89	9,20	12,84	12,20	51,33	23,65
Ha04		14,37	8,86	10,74	5,63	5,03	8,99	39,13	14,49
Ha05		11,32	9,44	9,81	4,53	10,17	10,92	42,22	13,97
Ha06		7,60	9,95	9,09	6,21	5,89	11,02	33,60	16,16
Ha07		6,06	6,25	26,50	10,75	23,97	8,99	65,52	17,00
Ha08		1,48	2,91	4,18	2,99	7,17	11,02	23,85	5,90
Ha01	9.11.	2,45	3,29	4,62	2,71	7,43	12,38	26,88	6,00
Ha02		3,71	6,00	5,63	2,99	5,55	10,99	25,88	8,99
Ha03		2,50	6,52	4,44	2,30	5,55	5,35	17,84	8,82
Ha04		2,37	2,77	5,82	4,28	4,55	14,56	27,30	7,05
Ha05		2,28	3,97	9,98	7,24	5,15	7,13	24,54	11,21
Ha06		2,43	9,16	15,05	10,50	8,32	10,10	35,90	19,66
Ha07		2,56	7,25	4,43	4,48	7,33	7,23	21,55	11,73
Ha08		1,98	4,95	8,00	3,88	6,63	2,87	19,48	8,83

11 SEZNAM PŘÍLOH

Obr. 26: Candát obecný vykazuje na Hamrech setrvale nízkou populační tendenci

Obr. 27: štika obecná je na Hamrech čím dál vzácnější

Obr. 28: Bolen dravý má na Hamrech perspektivu. Jeho populace vykazuje vzrůstající tendenci

Obr. 29: Adultní jedinec okouna říčního sice snižuje počet drobných kaprovitých ryb, jeho výskyt na Hamrech je však z vodárenského hlediska nežádoucí

Obr. 30: Plotice obecná je na přehradě Hamry nežádoucím druhem

Obr. 31: Cejn velký. Druhý nežádoucí druh na vodárenské nádrži Hamry

Obr. 32: Hybrid cejna velkého a plotice obecné (*Abramis brama* x *Rutilus rutilus*) se občas také vyskytuje v regulačních odlovech.

Obr. 33: Úlovek cejna velkého v záťahové síti při biomanipulačním odlovu

Obr. 34 a 35: Oba naše dravé druhy perlooček jsou na Hamrech přítomny; zleva *Polyphemus pediculus* a *Leptodora kindtii* (40x a 20x zvětšeno).

Obr. 36: Hrbatka jezerní *Holopedium gibberum* je relativně vzácnější perloočkou přítomnou na Hamrech v jarním zooplanktonu (40 x zvětšeno).

Obr. 37: skladba vzorku zooplanktonu z Hamrů; perloočky, vířníci a nauplius (40 x zvětšeno).

Tab. 1: Hodnoty hydrochemických parametrů vody naměřených na VN Hamry za sezonu 2015

Tab. 2: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 23. 3. 2015

Tab. 3: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 20. 4. 2015

Tab. 4: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 14. 5. 2015

Tab. 5: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 8. 6. 2015

Tab. 6: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 1. 7. 2015

Tab. 7: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 13. 7. 2015

Tab. 8: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 27. 7. 2015

Tab. 9: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 10. 8. 2015

Tab. 10: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 24. 8. 2015

Tab. 11: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 7. 9. 2015

Tab. 12: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 21. 9. 2015

Tab. 13: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 5. 10. 2015

Tab. 14: Hodnoty fyzikálně chemických parametrů vody v termínu 9. 11. 2015

Tab. 15: Obsah fosforu v sedimentu v mg na kg sušiny (vodní výluh)

Tab. 16: Obsah fosforu v sedimentu v mg na kg sušiny (výluh Mehlich III)

Tab. 17: Velikostní struktura (<0,7mm; >0,7mm) čtyř základních skupin zooplanktonu na nádrži Hamry, zjišťovaná v jednotlivých termínech a kontrolních bodech.