

Ústav biologie obratlovců AV ČR
Mendelova univerzita v Brně

Certifikovaná metodika

METODIKA R19/2018

**Rybářské hospodaření na malých vodárenských nádržích typu
Hamry**

Ing. Karel Halačka, CSc., doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc., Dr. Ing. Pavel Jurajda,
prof. Dr. Ing. Jan Mareš, doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D, Ing. Jan Grmela, Ph.D.

Brno

2018

Metodika vznikla za podpory a je realizačním výstupem výzkumného projektu MZe ČR QJ1620240 Aplikace biomanipulací s využitím "topdown" efektu s cílem omezit negativní dopady zemědělství na eutrofizaci vodárenských nádrží Národní agentury pro zemědělský výzkum. Uvedený projekt přispěl k rozvoji výzkumných organizací ÚBO AV ČR v.v.i. a Mendelovy univerzity v Brně.

Podíl projektu: QJ1620240 100 %

Oponenti:

Oponent z praxe:

Doc. Ing. Stanislav Lusk, CSc.

Bohuslava Martinů 9,

602 00 Brno

Oponent za státní správu:

Ing. Petr Chalupa, Ph.D.

Ministerstvo zemědělství, Sekce lesního hospodářství, Odbor státní správy lesů,
myslivosti a rybářství

Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

Osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky R19/2018

**N_{met} - CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 28. 1. 2019 dle certifikace MZe
12678/2019 – MZE – 16232**

Vydalo:

Ministerstvo zemědělství, Sekce lesního hospodářství, Odbor státní správy lesů,
myslivosti a rybářství, Těšnov 17, Praha 1, 110 00

Adresa autorského kolektivu:

Ing. Karel Halačka, CSc., doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc., Dr. Ing. Pavel Jurajda

Ústav biologie obratlovců, Akademie věd ČR, Květná 8, 603 65 Brno

www.ivb.cz

prof. Dr. Ing. Jan Mareš, doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D, Ing. Jan Grmela, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství,
hydrobiologie a včelařství, Oddělení rybářství a hydrobiologie, Zemědělská 1, 613 00
Brno.

www.rybarstvi.eu

Mendelova univerzita v Brně

ISBN 978-80-7509-622-7

Obsah:

1. Cíl metodiky	4
2. Popis metodiky	5
2.1. Charakteristika nádrže	5
2.2. Základní technické parametry vodního díla hydrologické údaje	5
2.4. Kvalita vody.....	7
2.5.1. Fytoplankton	11
2.5.2. Zooplankton	13
2.6. Rybí společenstvo.....	14
2.7. Zhodnocení kvality vody nádrže	15
2.8. Doporučení pro monitoring rybího společenstva	16
2.8.1. Frekvence a termín	16
2.8.2. Způsoby monitoringu.....	17
2.8.3. Značení ryb.....	19
2.8.4. Lokalizace monitorovacích míst	21
2.9. Manipulační zásahy v rámci rybí obsádky	22
2.9.1. Snížení četnosti planktonofágních druhů ryb	22
2.10. Doporučená struktura obsádky a její stabilizace pro vodárenské nádrže typu Hamry	26
3. Srovnání novosti postupů	27
4. Popis uplatnění metodiky	27
5. Ekonomické aspekty:	27
6. Poděkování.....	28
7. Seznam použité literatury:.....	29
8. Seznam předcházejících publikací:	31

1. Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout správcům a uživatelům malých vodárenských nádrží typu Hamry na základě současné úrovně poznatků a realizovaného výzkumu při řešení projektu metodickou pomůckou pro monitoring rybího společenstva a optimalizaci zásahů pro omezení nežádoucích druhů ryb a posílení stavu vhodných rybích druhů pro dosažení top-down efektu a pro udržení nebo zlepšení kvality vody v těchto vodárenských nádržích. Hospodaření na jednotlivých nádržích je dle Instrukce ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR z roku 1977 je realizováno formou tzv. řízených rybích obsádek. Tento systém funguje na principu potravní pyramidy, kdy, zjednodušeně řečeno, podpora výskytu dravých druhů ryb a s tím související omezení zooplanktonofágních druhů ryb vede ke zvýšení rozvoje zooplanktonu, který pak svým zvýšeným predčním tlakem omezuje rozvoj fytoplanktonu. Tento systém je podporován patřičnými biomanipulačními zásahy, např. regulačními odlovy kaprovitých ryb, manipulací s vodní hladinou a především vysazováním dravých druhů ryb.

2. Popis metodiky

2.1. Charakteristika nádrže

Nádrž Hamry byla vybudována na řece Chrudimce v letech 1907 – 1912 s prvotním účelem ochrany před povodněmi. V roce 1961 bylo rozhodnuto o využití nádrže jako vodního zdroje pro zásobování Hlinecka pitnou vodou.

V současnosti je účelem vodního díla Hamry akumulace vody pro vodárenské účely, zajištění minimálního zůstatkového průtoku v Chrudimce pod nádrží, částečná ochrana území ležícího pod nádrží před velkými vodami. Ve smyslu vyhlášky MŽp137/1999 Sb. je vodní dílo Hamry vyhlášeno vodárenskou nádrží. Z toho vyplývá, že kolem nádrže jsou stanovena ochranná pásma a je zde prováděno účelové rybářské hospodaření se zákazem rybolovu. Do území ochranného pásma I. stupně je zakázán vstup a vodní plocha nesmí být využívána k rekreaci včetně koupání a plavby.

Nádrž je rozlohou menší (41,2 ha), ovlivněná dotací živin z přítoků a zejména depozicí živin v sedimentu, avšak s potenciálem na vytvoření a udržení účelové rybí obsádky.

2.2. Základní technické parametry vodního díla hydrologické údaje

Plocha povodí 57 km²

Průměrný dlouhodobý roční průtok 0,74 m³.s⁻¹

Zásobní prostor při kótě hladiny 597,9 m n. m. - 1,2 mil. m³

Plocha 41,2 ha

Celkový ovladatelný objem nádrže 2,4 mil. m³

Hloubka nádrže: průměrná 2 m, maximální u hráze 7,5 m

Teoretická udávaná doba zdržení vody v nádrži cca 70 dnů

Hospodaření s vodou a manipulace s hladinou je primárně podřízeno ochrannému účelu nádrže z hlediska povodní a zajištění odběru vody v množství maximálně 90 l.s⁻¹. Odběrná zařízení pro vodárenský odběr tvoří dvě potrubí o průměru 500 mm s osami na kótě 595,3 a 592,0 m n.m. Toto potrubí lze také využít jako spodní výpusť (Povodí Labe2015).

Obrázek 1: Mapa nádrže Hamry



2.3. Nádrže na našem území s podobnou charakteristikou

Každá nádrž je svým způsobem originální, v rámci určitých parametrů však lze nalézt nádrže srovnatelné. Z nádrží na našem území, které jsou svým charakterem (zejména geomorfologie nádrže, kvalita vody, plocha, objem, průměrný přítok, nadmořská výška) lze jmenovat například VN Pílskou u Žďáru či VN Fryšták.

2.4. Kvalita vody

V rámci pravidelného provozního monitoringu prováděného pracovníky Povodí Labe jsou sledovány pomocí multiparametrické sondy základní fyzikálně-chemické parametry a odebírány vzorky pro vybrané chemické, biologické a mikrobiologické analýzy. Odběry vzorků jsou prováděny pomocí hloubkového odběrového zařízení typu Friedinger. Průhlednost vody je stanovována pomocí Secchiho desky. Sledování a měření v tomto rozsahu probíhají každoročně v měsících březen (duben), květen (červen), červenec, září a listopad (od dubna do listopadu?) na třech odběrových místech.

K vyhodnocení kvality vody nádrže Hamry a k posouzení vlivu a efektivnosti průběžně realizovaných biomanipulačních zásahů do struktury a početnosti rybí obsádky byly využity údaje o jednotlivých parametrech prostředí z let 2007 až 2016.

S cílem získat informaci o zásobě celkového a dostupného (využitelného) fosforu v sedimentu nádrže byl v červenci 2015 realizován odběr sedimentu pomocí Ekmanova drapáku. Byly odebrány vzorky povrchové vrstvy sedimentu (cca 0-10 cm) na vybraných 20 místech po celé nádrži. Obsah celkového fosforu byl stanoven ve vodném výluhu dle ČSN EN 12457-4, ve výluhu dle Mehlich III a extrakcí lučavkou královskou dle standardních metodik.

2.4.1. Fyzikálně-chemické parametry

Stěžejním parametrem z hlediska životních podmínek pro vodní organizmy je koncentrace rozpuštěného kyslíku. Po celou vegetační sezonu je dostatečný obsah kyslíku v hladinové vrstvě nádrže. Z pohledu obsahu kyslíku jsou problematické především vrstvy vody u dna nádrže, kdy se od konce května do konce září vyskytují u dna nádrže kyslíkové deficity. Vzhledem k základním hydrodynamickým poměrům lze na nádrži Hamry vysledovat dva poměrně často se střídající stavy. Období se zvýšenými průtoky zvyšuje obměnu vody v nádrži a vznikající zkratové proudění obvykle dobře zásobuje kyslíkem spodní vrstvy nade dnem. Naopak za snížených průtoků, a to zejména v letním období, se u dna periodicky vyvíjejí kyslíkové deficity s nepříznivými důsledky pro jakost vody. S vývojem hydrologických poměrů a to zejména ve vegetačním období úzce souvisí i termická struktura nádrže – vývoj teplotní stratifikace. Vysoký podíl dostupného fosforu v sedimentu a jeho uvolňování pak může za těchto podmínek výrazně ovlivňovat rozvoj planktonního společenstva nádrže. V eufotické vrstvě se pak může jeho koncentrace nárazově zvýšit, především v případech, kdy dojde k promíchání vody v nádrži např. za zvýšených přítoků nebo za větrného počasí. Hypolimnetická anoxie může rovněž omezovat top-down efekt v eutrofních vodách díky narušení diurnálních migrací některých druhů zooplanktonu (Dawidowicz et al. 2002).

Hodnota pH se v jarních měsících pohybuje kolem neutrální oblasti a s postupným rozvojem fytoplanktonního společenstva dochází ke zvyšování hodnot

pH v hladinové vrstvě v závislosti na intenzitě fotosyntézy. Maximální hodnoty pH v letních měsících zde dosahují hodnot až kolem pH 10 a rozdíl v hodnotě pH mezi hladinou a dnem může činit i více než dvě jednotky. Celkově lze hodnotu pH zhodnotit jako odpovídající danému typu nádrže bez přímého významnějšího negativního vlivu na společenstvo ryb.

Teplota vody v nádrži je závislá především na ročním období, a je také určována velikostí přítoku i jeho teplotou. V letních měsících dochází na nádrži ke standardní letní stratifikaci, kdy rozdíl teplot mezi hladinou a dnem může dosahovat až 10 °C.

Hodnoty sledovaných fyzikálně-chemických parametrů v hladinové vrstvě VN Hamry odpovídají danému typu nádrže a jsou srovnatelné s obdobnými nádržemi v ČR. Vzhledem k chudšímu podloží nádrže a jeho povodí z hlediska obsahu minerálních látek jsou hodnoty kyselinové neutralizační kapacity (KNK), chloridů a vápníku nižší.

Jedním z hlavních faktorů ovlivňující kvalitu vody v nádrži je množství dostupných živin, především fosforu, který bývá nejčastějším limitujícím faktorem rozvoje fytoplanktonu. Stěžejním faktorem je množství fosforu v přítokové vodě do nádrže. Obr. 2 ukazuje relativně vysoké hodnoty celkového filtrovaného fosforu v přítoku do nádrže, které mají za uvedené období setrvalý trend. Je velmi pravděpodobné, že vzhledem k existenci čistíren odpadních vod (ČOV) a produkčně využívaných rybníků v povodí nad nádrží, nejsou krátkodobé epizody (výlov rybníků, odlehčení ČOV aj.), často ani zachyceny standardním monitoringem. Takové situace však podíl fosforu v nádrži významně zvyšují a zhoršují tak kvalitu vody.

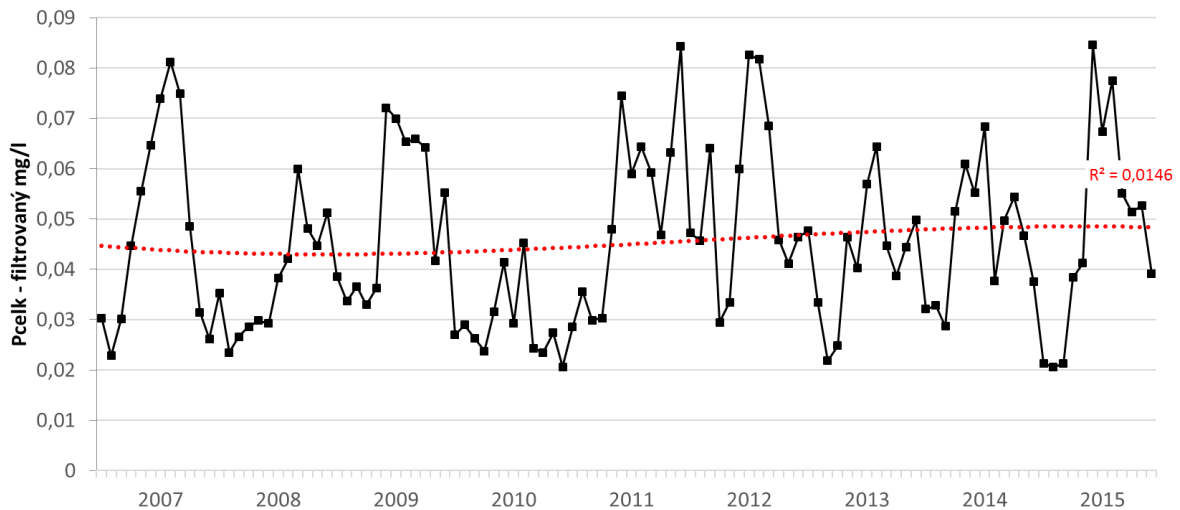
Podle bilančního modelu vypočítaného v programu LIMNOS 1.1.12.1 přiteklo v letech 2008-2015 do nádrže 600 až 1200 kg fosforu ročně, což jsou po přepočtu na plochu nádrže vyšší hodnoty než je horní limit (0,6-0,8 g P_T · m⁻² · rok⁻¹) udávaný Benndorf et al. (2002) pro pozitivní vliv účelových rybích obsádek na kvalitu vody v nádrži. Koncentrace fosforu v hladinové vrstvě v nádrži Hamry byla ve většině zdokumentovaných případů pod maximálním doporučeným limitem udávaným Jeppesen et al. (1990) pro udržení kvality vody v nádrži, ale k jeho překročení také občas v nádrži dochází.

Z hlediska dlouhodobého sledování vývoje kvality vody v nádrži Hamry lze za nežádoucí trend považovat snižování průhlednosti vody (Obr. 3). Nižší průměrné hodnoty průhlednosti vody indikují zvýšený rozvoj fytoplanktonního společenstva, což je na vodárenských nádržích jednoznačně negativní faktor. Tento stav je nejvíce ovlivněn neklesajícím přísunem živin z povodí nádrže a rovněž zvyšováním průměrných teplot prostředí způsobených globálními změnami klimatu.

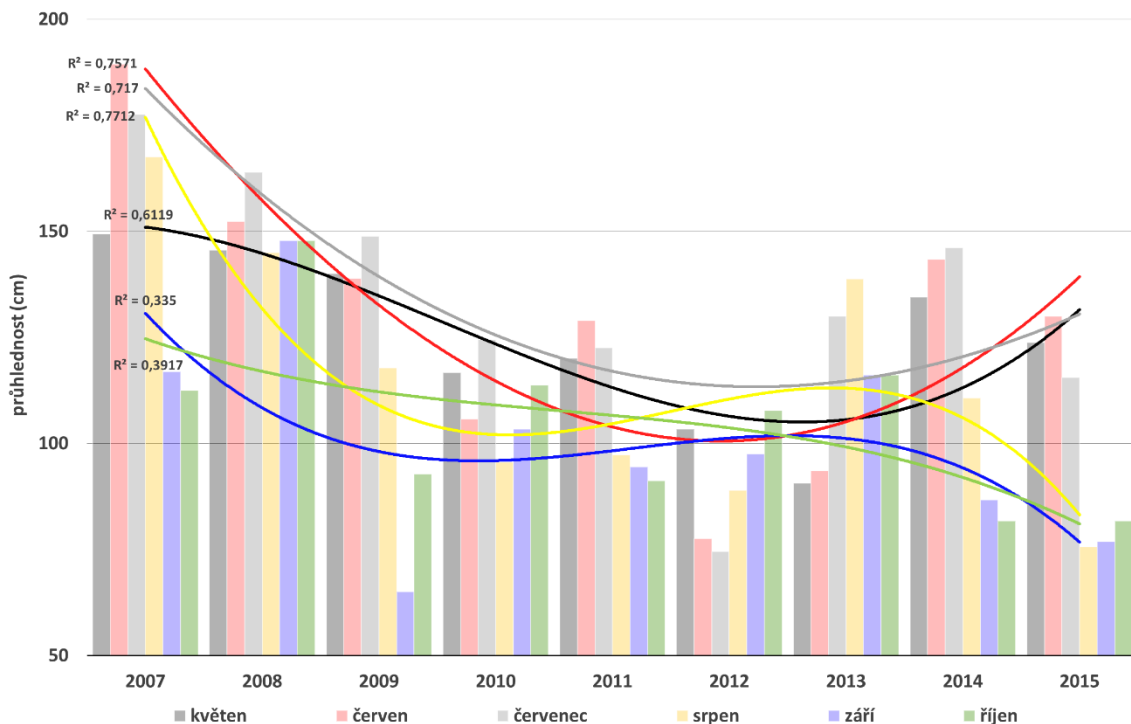
Sledování složení sedimentů nádrže Hamry, provedené v roce 2015 ve spolupráci s pracovníky Povodí Labe státní podnik ukázalo vysokou různorodost mezi jednotlivými vzorky. Sušina sedimentu z 20 odebraných vzorků kolísala v rozmezí od 16,8 do 78,0 %. Hodnoty koncentrace fosforu (Obr. 4) ve vodném výluhu kolísaly v rozmezí 1,1 až 2,9 mg.kg⁻¹ (průměr 1,67 mg.l⁻¹), ve výluhu dle

Mehlich III 17,5 až 83,0 mg.kg⁻¹ (průměr 45,6 mg.kg⁻¹) a koncentrace celkového fosforu (extrakce lučavkou královskou) se pohybovala v rozpětí od 0,169 do 1,730 g.kg⁻¹ (průměr 0,723 g.kg⁻¹) sušiny sedimentu. Při porovnání s jinými lokalitami jsou zjištěné hodnoty dostupného fosforu (Mehlich III) nádrže Hamry vysoké a dosahují hodnot srovnatelných s eutrofními rybníky (Potužák a Duras, 2015).

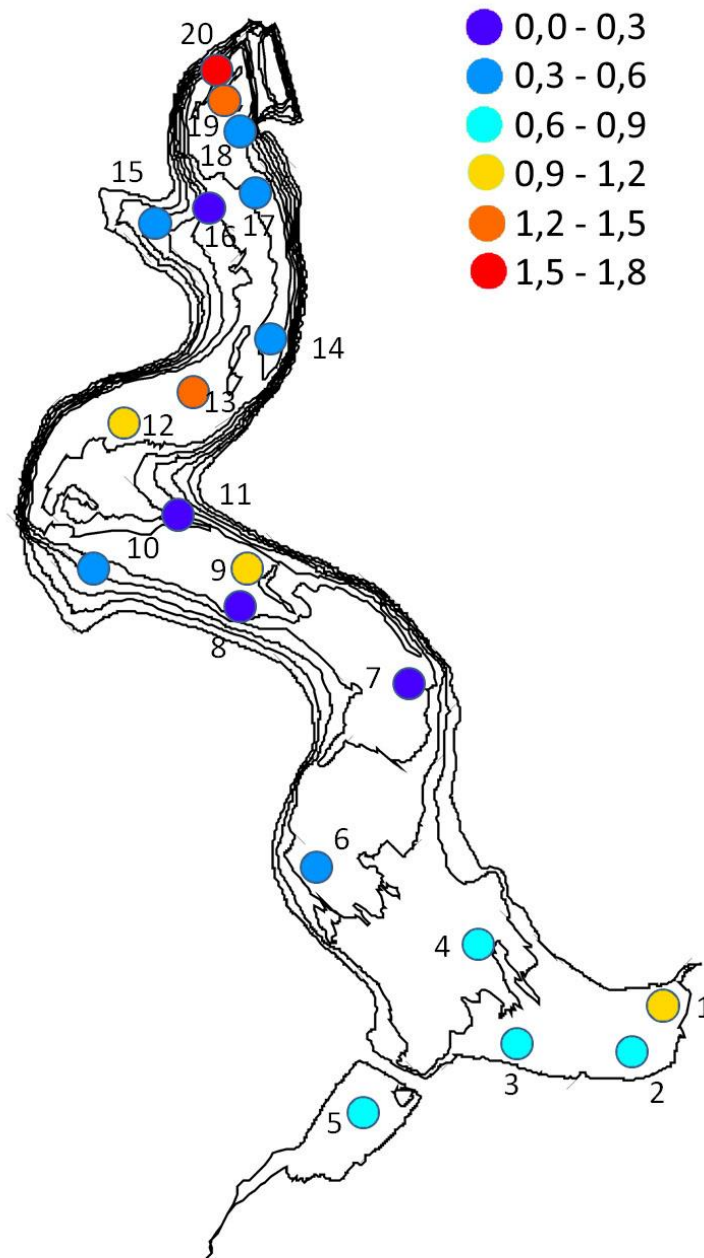
Obrázek 2. Průměrné měsíční koncentrace celkového filtrovaného fosforu na přítoku do nádrže Hamry v letech 2007 až 2015.



Obrázek 3. Průměrná měsíční průhlednost vody (květen-říjen) nádrže Hamry v letech 2007 až 2015.



Obrázek 4. Pcelk (g.kg⁻¹) v sedimentech VN Hamry 27.7.2015.



2.5. Planktonní společenstva

V rámci standardního monitoringu prováděném pracovníky Povodí Labe byly odebrány vzorky pro stanovení početnosti a struktury společenstva fytoplanktonu a zooplanktonu. Na třech odběrových místech v měsících březen (duben), květen (červen), červenec, září a listopad byly provedeny odběry bodových vzorků pomocí hloubkového odběrového zařízení typu Friedinger pro stanovení fytoplanktonu a současně odběry vzorků zooplanktonu vertikálním tahem (dno – hladina)

planktonní sítí pro stanovení zooplanktonu. K vyhodnocení kvality vody nádrže Hamry byly využity výsledky analýz z let 2007 až 2016.

2.5.1. Fytoplankton

Sezónní změny ve struktuře, početnosti a prostorové distribuci fytoplanktonu jsou přirozenou adaptivní reakcí na proměnlivost základních fyzikálních a chemických podmínek prostředí v ročním cyklu. Určujícími faktory pro autotrofní společenstvo jsou dostatek živin a světla. Typický je proto růst početnosti (a biomasy) ve dvou vrcholech – jarním a letním. Masový rozvoj a změny v druhové skladbě fytoplanktonu jsou indukovány živinovou zátěží (eutrofizací) a klimatickými změnami (teplotou a světelným požitkem) a jsou nejčastější příčinou snižování kvality vody v nádržích.

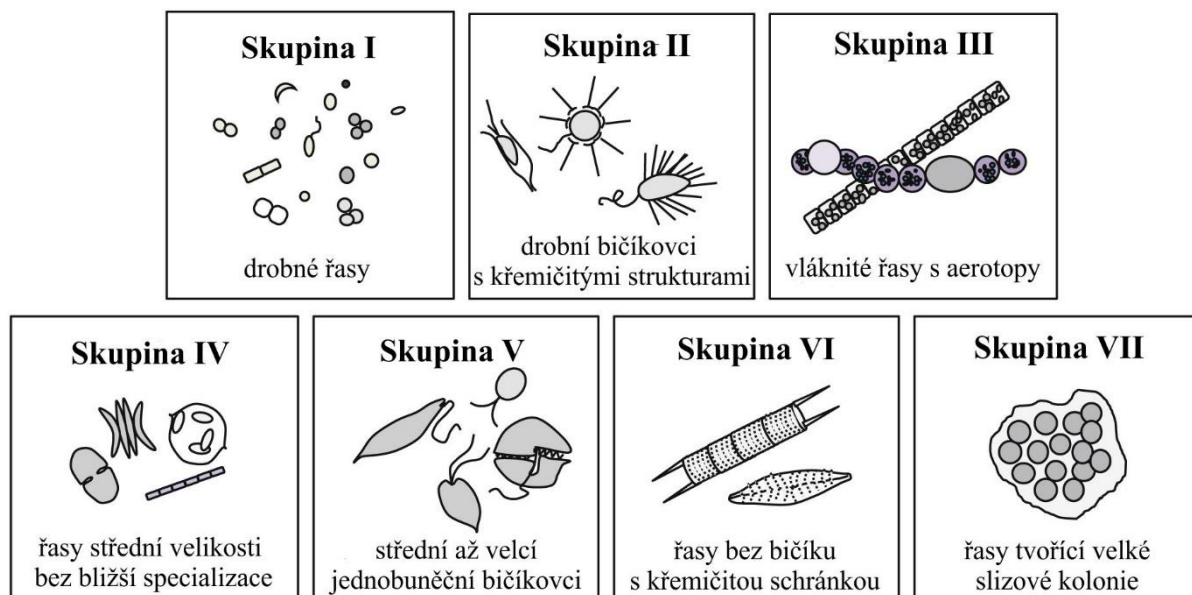
Společenstvo fytoplanktonu nádrže Hamry bylo v jarním období tvořeno převážně rozsivkami, skrytčkami a zlativkami, v průběhu nejteplejších měsíců roku pak bývá doplněno či nahrazeno planktonními sinicemi. Poměrně nízkých abundancí dosahují ve společenstvu zelené řasy. Od počátku sledovaného období dochází v nádrži Hamry ke zvyšování abundance kokálních planktonních sinic (především rod *Woronichinia*), které tvořily dominantní složku společenstva hlavně v závěru vegetačního období (srpen-říjen). Recentně, v závěru sledovaného období, se objevovaly vodní květy sinic již na počátku letního období (červenec) a jako dominantní byl rod *Microcystis*. V případě teplotně nadprůměrných let s nízkými průtoky vody pak abundance sinic běžně přesahovala 100 tisíc buněk v 1 ml hladinové vrstvy a výrazně narostly i hodnoty chlorofylu *a*.

Pokud rozdělíme společenstvo fytoplanktonu nádrže Hamry do morfologicky funkčních skupin (dle Kruk et al., 2010; Obr. 5), zjistíme ve většině sledovaných let dominanci skupiny VII, tedy sinic a řas tvořících velké slizové kolonie (Obr. 6). Společně se skupinou III (vláknité sinice s aerotopy) je skupina VII velmi odolná vůči predatornímu tlaku zooplanktonu a od začátku sledování má abundance těchto skupin rostoucí trend. Ostatní funkční skupiny, jednak díky jejich potravní dostupnosti pro zooplankton, jednak díky nižší schopnosti konkurence v podmínkách eutrofizace a měnících se klimatických podmínek, se vyskytují v průběhu sledování s klesajícím trendem.

Nejnižší abundance sinic a řas s vyšším podílem potravně přijatelnějších funkčních skupin pro zooplankton jsme na nádrži Hamry v průběhu sledování zaznamenali v letech 2010 a 2013. Důvody pro nižší biomasu fytoplanktonu můžeme hledat především v rozdílných klimatických a hydrologických podmínkách jednotlivých let. V roce 2010 a 2013 byly sumy teplot vzduchu a vody za vegetační období (březen-listopad) sledovaných let nejnižší, naopak v letech 2012, 2014 a 2015, kdy byla biomasa fytoplanktonu vysoká, byly zároveň naměřeny i nejvyšší sumy teplot vzduchu. Dalším faktorem, který výrazně mohl ovlivnit abundanci fytoplanktonu, byla intenzita přítoku. Vyšší průtoky způsobí promíchání vody v nádrži rozrušením stratifikace, které rozvoji sinic a řas funkční skupiny VII neprospívá.

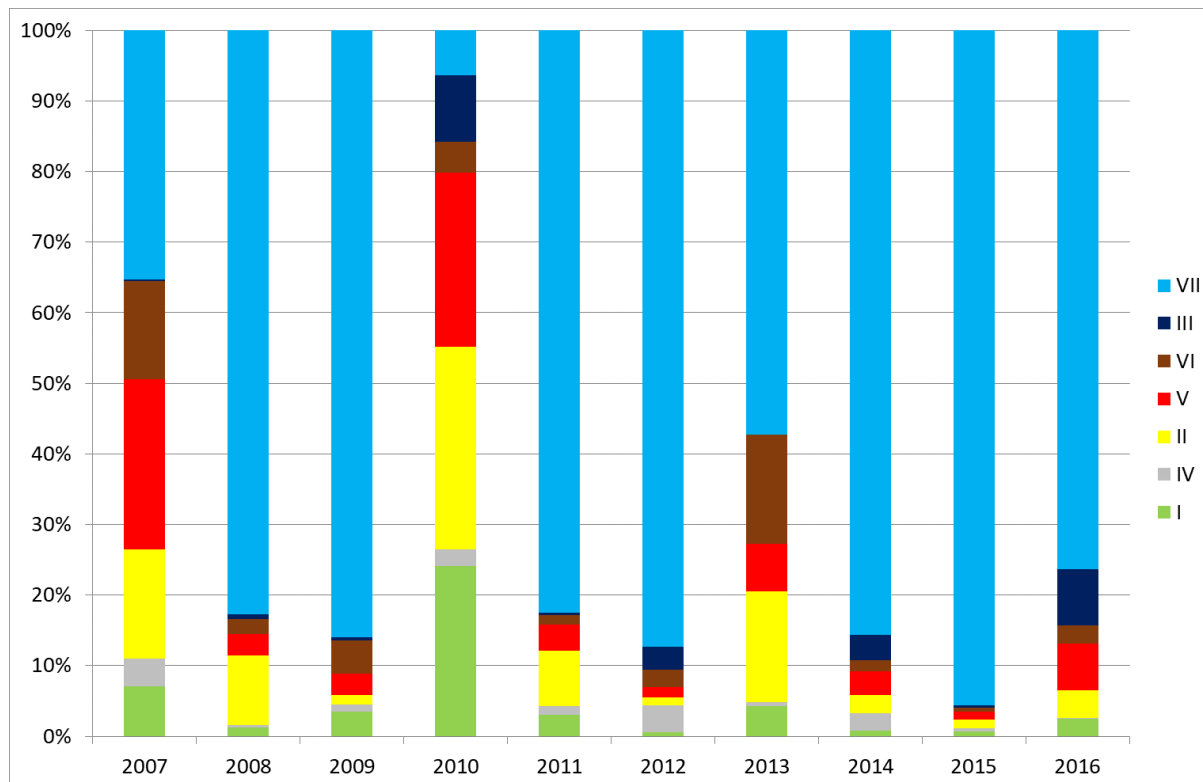
Přestože taková situace má většinou jen epizodní charakter, může docházet k podstatnému snížení jejich abundance. Klimatické podmínky v oblasti tak mají zásadní vliv na rozvoj fytoplanktonu v daném roce a jsou jedním z hlavních faktorů způsobujících meziroční rozdíly v kvantitě i kvalitě společenstva sinic a řas.

Obrázek 5. Rozdělení fytoplanktonu do funkčních skupin na základě morfologie. Vnímavost k predáčnímu tlaku zooplanktonu vysoká - skupiny I a IV, střední - skupiny II, V, VI a nízká - skupiny III a VII (upraveno dle Kruk a Segura 2012; Kruk et al. 2010, 2017; Colina et al. 2016)



Meteorologické a hydrologické faktory mají také vliv na rozdíly v abundanci fytoplanktonu v podélném profilu nádrže. Vedle přímého vlivu rozdílných stanovištních podmínek (hydromorfologie, hydrologie atd.) byly rozdíly ještě zvýrazněny při zvýšených průtocích a/nebo působením větru. Vítr v závislosti na směru zvyšuje abundanci sinic a řas na návětrné straně nádrže. V případě déletrvajících stabilních klimatických podmínek byly v nádrži Hamry rozdíly v abundanci mezi jednotlivými lokalitami zanedbatelné.

Obrázek 6. Rozdělení fytoplanktonu nádrže Hamry v letech 2007 až 2016 do funkčních skupin na základě morfologie (v procentech průměrného počtu buněk dané skupiny za rok). Vnímavost k predáčnickému tlaku zooplanktonu vysoká - skupiny I a IV, střední - skupiny II, V, VI a nízká - skupiny III a VII.



2.5.2. Zooplankton

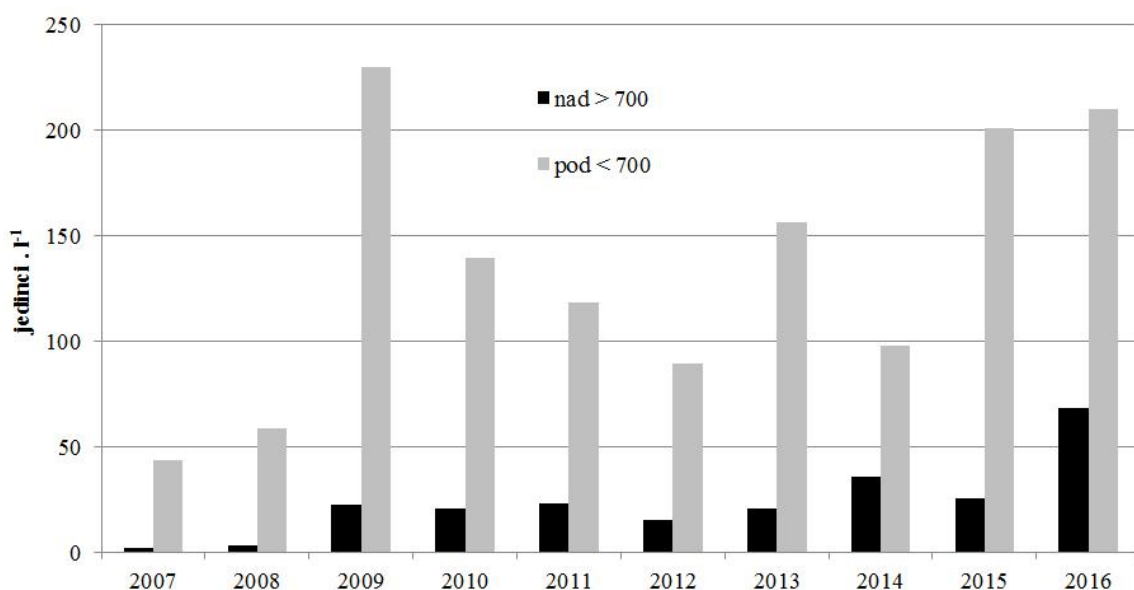
Úroveň primární produkce je obecně považována za určující pro strukturu a početnost společenstva zooplanktonu. Avšak komplexní vztahy v potravním řetězci (predace, konkurence, kompetice atd.) mohou významně zasáhnout do dynamiky struktury a početnosti v sezónním cyklu i z pohledu dlouhodobého vývoje.

Jak je patrné z Obr. 7, od roku 2009 docházelo ke zvýšení abundance i velikostní struktury zooplanktonu, což lze dát do souvislosti s počátkem biomanipulačních zásahů zaměřených na redukci planktonožravých ryb. V letech předcházejících (2004-2008) se velikostní skupina zooplanktonu nad 700 μm objevovala v nádrži jen sporadicky (Jurajda et al. 2013).

V jarních měsících převažují v zooplanktonu vířníci a juvenilní stadia klanonožců a později, v průběhu vegetační sezony, se pak zvyšuje zastoupení menších druhů perlooček. Na nádrži byl zaznamenán i pravidelný výskyt obou našich dravých druhů perlooček - ramenatky velké *Leptodorakindtii* jakož i velkoočky slatinné *Polyphemuspediculus*.

Přes zvýšení počtu větších filtrátorů (velkých druhů a/nebo velkých jedinců v populaci perlooček) v posledních letech, nedošlo v nádrži ke snížení biomasy fytoplanktonu. Zvýšený predanční tlak zooplanktonu přispěl ke snížení abundance sinic a řas drobné a střední velikosti, avšak abundanci vláknitých a koloniálních planktonních sinic v nádrži neovlivnil. Zastoupení této nežádoucí skupiny sinic, která disponuje konkurenčními výhodami a efektivním antipredančním potenciálem, ve společenstvu planktonních organismů v nádrži se postupně zvyšovalo.

Obrázek 7. Počet jedinců zooplanktonu (nad a pod 700 μm) na nádrži Hamry v letech 2007 až 2016 (průměrné roční hodnoty ze všech sledovaných lokalit).



2.6. Rybí společenstvo

Monitoring rybího společenstva je na nádrži Hamry prováděn každoročně od roku 2008, a to jak pomocí sady standardních nordických tenatních sítí (pelagické a bentické) tak i záťahovou sítí. Za toto období byl zaregistrován výskyt 18 druhů ryb a jednoho mezidruhového křížence.

V rybím společenstvu početně dominuje plotice nad cejnem velkým, v biomase je tomu však naopak. Ostatní planktonofágní druhy - cejnek malý a perlín ostrobřichý - mají jen velmi malou početnost.

Z dravců je nejhojnější bolen dravý a v posledních letech je poměrně dobře zastoupen i candát obecný. Štika obecná je pod silným pytláckým tlakem a její početnost je nízká. Ve společenstvu nádrže je významně zastoupen i okoun říční.

Na základě monitoringu byly na této nádrži současně prováděny i biomanipulační zásahy spočívající v odloveh nežádoucích druhů ryb (cejn velký a plotice) realizované zejména záťahovou sítí spolu s odstraňováním jiker okouna. Následkem těchto zásahů došlo k průkaznému poklesu jejich četnosti.

Pro stanovení ekologického potenciálu vodního útvaru Hamry bylo nutné vyjít z jeho typologického zařazení v rámci vodních útvarů typu vodní nádrž. Kódové označení pro vodní nádrž Hamry je 2-B-C-D-E-F-1-H. Od kódu nádrže se odvíjí metodika výpočtu hodnoty multimetrického indexu rybího společenstva (Borovec et al. 2013). Index byl vypočten z dat získaných pomocí mnohoočkových tenatních sítí dle metodiky Kubečka et al. (2010). V případě kódového označení VÚ Hamry byly zahrnuty parametry: biomasa ryb, biomasa cejna, biomasa okouna, početnost ježdíka a přítomnost 0+ ryb šesti běžných druhů. V letech 2015-2017 byla hodnota EQR mezi 0,500-0,625 což odpovídá podle klasifikace střednímu ekologickému potenciálu.

2.7. Zhodnocení kvality vody nádrže

Víceletý monitoring vodárenské nádrže Hamry poukázal na složitost a provázanost faktorů ovlivňujících kvalitu vodního prostředí. Dlouhodobě prováděné biomanipulace, s cílem snížení početnosti planktonožravých ryb, se sice zadařily a vedly ke zvýšení abundance větších druhů filtrujícího zooplanktonu, avšak adekvátně zlepšit kvalitu vody se stále nedaří. Zvýšený predanční tlak zooplanktonu snížil abundanci sinic a řas drobné a střední velikosti, naopak abundance vláknitých a koloniálních planktonních sinic, které zooplankton nedokáže konzumovat, zůstala stejná.

Jedním z hlavních faktorů umožňujících zvýšený rozvoj planktonních sinic je nadbytek živin, především dostupných forem fosforu. Rozvoj fytoplanktonu podporují i sedimenty bohaté na dostupný fosfor a jeho uvolňování do vody za anoxických podmínek u dna nádrže v průběhu letního období případně bioturbací bentickými druhy ryb (kapr, cejn) při hledání potravy v sedimentu. Meziroční rozdíly v abundanci a druhovém složení sinic a řas výrazně ovlivňují také klimatické podmínky v oblasti a s tím spojená doba zdržení vody v nádrži.

Klíčovým faktorem pro zlepšení kvality vody na nádrži Hamry je omezení dostupnosti živin, především fosforu. Hodnoty celkového fosforu na přítoku do nádrže se sice dlouhodobě udržují přibližně na stejné úrovni, ale vzhledem k jejich velikosti narůstá jejich akumulace v sedimentu nádrže. Dostatek živin vedoucí k rozvoji biomasy sinic v letních měsících má negativní vliv na průhlednost nádrže, vznik kyslíkových deficitů až anoxických epizod v hlubších vrstvách nádrže a zvýšení hodnot chlorofylu *a*. Tyto situace mají negativní dopad na vodárenské využití vody z nádrže Hamry a zpětně přispívají rovněž k uvolňování dalšího fosforu deponovaného v sedimentech. Bez snížení přísunu živin z povodí nad nádrží tedy nelze očekávat zlepšení aktuálního stavu kvality vody. V podmínkách globálních změn klimatu, při zvyšování průměrných teplot v oblasti a výskytu déletrvajících období bez srážek lze bez ohledu na úspěšné snižování biomasy planktonofágních ryb očekávat přinejmenším setrvale zhoršenou kvalitu vody v nádrži.

Rybí obsádka vodárenských nádrží je jedním z faktorů, které vývoj kvality jejich vody ovlivňují jak v krátkodobém (ročním), tak dlouhodobém časovém horizontu. Hlavními faktory, které se v tomto směru zásadně uplatňují, je (a) vyžírání tlak zooplanktonofágů, kterým jsou eliminovány populace velkých druhů filtrujícího zooplanktonu (perloočky rodu *Daphnia*), který účinně odstraňuje drobné planktonní řasy z vodního sloupce s pozitivním důsledkem ve zvýšené průhlednosti vody a (b) víření sedimentů bentofágními rybami, kterým dochází ke zvýšenému uvolňování živin (fosforu) ze sedimentů. Omezování populací planktonofágních i bentofágních (především kaprovitých) ryb, tedy biomanipulace, je tudíž logickým předpokladem pro úspěšné uplatnění komplexu dalších potřebných opatření ke zlepšení kvality surové vody pro vodárenské účely. I když s ohledem na existující živinovou zátěž našich povrchových vod se biomanipulační zásahy nemohou uplatnit přímým pozitivním efektem, je skutečností, že vynechání opatření regulujících populace drobných kaprovitých ryb by ve svém důsledku vedlo k zesílení negativních trendů ve vývoji kvality vody jak v ročním aspektu, tak dlouhodobě.

2.8. Doporučení pro monitoring rybího společenstva

Cílem ichtyologického monitoringu je získání kvalitativních a kvantitativních údajů, které spolu s informacemi z historických datových souborů umožní vyhodnotit trendy a tendence ve vývoji rybních obsádek na jednotlivých nádržích. Pro možnost objektivního srovnání je třeba monitoring realizovat podle zvolených standardů, které stanovují vhodný termín, frekvenci, způsob odlovu a vyhodnocení. Kromě druhové skladby a abundance je nutné získat informace i o úspěšnosti přirozené reprodukce dominantních druhů ryb a o úspěšnosti případného vysazování dravých druhů ryb. Získaná data je třeba archivovat způsobem umožňujícím tvorbu potřebných časových řad.

Pro získání objektivních informací je vzhledem k jejich specifickým vhodná kombinace více způsobů monitoringu.

2.8.1. Frekvence a termín

Pro účely monitoringu je postačující periodičita monitoringu 1x za 3 roky. V případě, že na nádrži probíhají biomanipulační opatření případně dochází k nečekaným změnám prostředí je vhodnější monitoring každoroční.

Vzhledem k již snížené početnosti kaprovitých ryb v rámci proběhlých manipulací na VN Hamry, nejvhodnějším termínem pro základní monitoring rybní obsádky je v období po vegetační sezóně, tj. září až říjen, kdy i tohoroční ryby jsou již součástí úlovku do tenatních sítí. Monitoring pomocí záťahové sítě (délka 100m, velikost ok 2x2 cm) nezachycuje tohoroční ryby ve vzorku, ale je méně invazivní pro odlovené ryby, vč. žádoucích druhů dravých (štika, candát, bolen).

Pro hodnocení přirozené reprodukce je vhodné zvolit doplňující monitoring plůdku v období prvních měsíců odrůstání (červenec-srpen) zaměřený na úspěšnost reprodukce a pak na začátku podzimu (září), kdy již můžeme hodnotit výslednou sílu daného ročníku pod tlakem predátorů.

2.8.2. Způsoby monitoringu

2.8.2.1. Elektrolov

Pro odlov elektrickým agregátem je nutné zvolit reprezentativní úseky, které jsou technicky i časově prolovitelné za různých hydrologických či povětrnostních podmínek. Délky úseků musí být dostačující k tomu, aby reprezentovaly nádrž, ale zároveň bylo možné úlovek během odpovídajícího časového úseku zpracovat, tj. provést determinaci a potřebná stanovení (měření, vážení, příp. vyšetření). Svým charakterem musí být úseky efektivně lovitelné (hloubka max. 1,5m) a musí reprezentovat alespoň v základní míře základní významné typy habitatu zastoupené v dané nádrži (tj. přítomnost či absence vegetace, struktura dna, hloubka a strmost dna, případně zastínění). Délka proloveného úseku ukaždého z habitatových typů u daného typu nádrží by měla být minimálně 200-300 m, dle možností v různých částech nádrže.

Úseky by měly být vybrány tak, aby bylo možné je v terénu snadno identifikovat (výrazný strom, skála, budova, bóje, atd.), nicméně zaznamenání GPS souřadnic začátku a konce úseků by měly být standardem, neboť představují významné zpřesnění pro opakovaný monitoring v následných obdobích.

Jednoleté (1+) a starší ryby je třeba všechny druhově určit a zapsat jejich velikost. Velikost vzorku by měla být vždy jen tak početná, aby bylo časově a personálně reálné všechny jedince individuálně změřit (délka těla nebo celková délka) a skupinově zvážit (podle jednotlivých druhů, případně i velikostních/věkových skupin).

Při měření a vážení vzorku se postupuje od dravých druhů (zejména candáta) ryb, přes kapra a vzácnější druhy po ryby planktono- a bentofágní (ve většině případů nejhojnější ve vzorku). Pokud tedy dojde z časových důvodů k úhynu těchto ryb, není to z hlediska managementu vodárenských nádrží problém, neboť ulovené planktonofágní a bentofágní ryby je vhodné nevypouštět zpět. Naopak dravé druhy je třeba šetrně a s minimálním prodlením vrátit do nádrže, pokud to jejich stav dovoluje.

Interpretace získaných údajů je nutná ve formě úlovku na jednotku úsilí (CPUE), tj. např. počet kusů nebo hmotnost na 100 m břehové linie, což umožní srovnatelnost výsledků jak mezi nádržemi, tak především z časového hodnocení meziročního vývoje v rámci dané nádrže. I z toho důvodu je vhodné využití funkcí GPS přístroje, který automaticky zachytí časoprostorový průběh akce.

2.8.2.2. *Tenata*

Při odlovu tenaty v případě vodárenských nádrží s malou hustotou ryb v pelagiálu je z důvodu objektivitu a srovnatelnosti výsledků jednoznačně podmínkou instalovat sítě přes noc (12 h expozice). Odlovy během dne vzhledem k malému efektu mají z hlediska monitoringu nízkou vypovídací hodnotu.

Pro všeobecnou porovnatelnost by měla být použity tenata s poli o různé velikosti ok (tzv. „víceočková“; Nordic multimesh gillnets, 12 polí, délka 30 m), tak aby bylo možné zachytit všechny velikostní kategorie > 1+ v populaci.

Pro monitorování co největšího spektra rybí obsádky je třeba použít tenata jak pelagická, tak i bentická. Vlastní umístění tenatních sítí závisí na podmínkách konkrétní nádrže, obecně lze říci, že pelagická tenata se umísťují v hlubších otevřených/volných částech nádrže, vzhledem k metodice hodnocení (EQR) je nutno některá umístit i v blízkosti přítoku. Bentická tenata se umísťují u pobřeží, a to v hloubkách podle kontury dna, kde chytají ryby migrující k nebo od břehu. Tenata stejného typu se obvykle spojují po více kusech za sebou.

Pro daný typ nádrže o ploše cca 40-80 ha lze doporučit aplikaci minimálně 12 tenat (9 bentických, 3 pelagických) s vědomím nutnosti zpracování materiálu následující den. Umístění sítí v jednotlivých nádržích by mělo v zásadě vycházet z dlouholetých zkušeností pracovníků s přihlédnutím k aktuálnímu stavu. Sítě by měly být umístěny tak, aby efektivně lovily ryby, ale zároveň nedocházelo k jejich předčasné amortizaci - jemné tenatní sítě jsou citlivé na překážky na dně a ve vodním sloupci (zatopené stromy, keře, pařezy apod.). V případě silného poškození tenatní sítě, kdy je účinná plocha některého z dílčích polí snížena o více než cca 20% je nutné ji vyměnit za síť novou, s odpovídající standardní efektivitou lovu.

Ryby ulovené tenatními sítěmi by měly být zpracovány analogicky jako vzorky z odlovu elektrickým agregátem. Všechny ryby je třeba druhově určit, individuálně změřit a skupinově podle druhu (případně se zohledněním velikostních kategorií) zvážit, potřebné je zaznamenat dobu expozice. Interpretace získaných údajů je nutná ve formě úlovku na jednotku úsilí (CPUE), tj. např. počet kusů nebo hmotnost na 1 sadu tenat za noc nebo na 1000m² tenatní sítě za noc, což umožní srovnatelnost výsledků jak mezi nádržemi, tak především z časového srovnání meziročního vývoje v rámci dané nádrže.

2.8.2.3. *Zátahová síť*

Zátahová síť je vhodnou metodou monitoringu ryb ve vodárenských nádržích tohoto typu, kde je dostatek vhodných lokalit bez překážek. Jedná se o šetrnou metodu odlovu vhodnou při vyšších koncentracích ryb na vhodných místech. Její efektivita a možnost použití je závislá na charakteru nádrže. Zátahové sítě lze použít pouze na vhodných místech s čistým písčitém až štěrkovitým dnem, bez kamenů, pařezů a jiných překážek. Hustá vodní vegetace nebo vrstva bahna jsou rovněž překážkou pro efektivní odlov. Výhodou je, že žádoucí dravé druhy ryb mohou být bez poškození vráceny zpět do nádrže, na rozdíl od odlovů tenatními sítěmi.

Využití záťahové sítě k monitoringu během dne je omezené její efektivitou. Pouze v době tření se ryby koncentrují podél břehu a je možné je efektivně odlovit, avšak to nelze považovat za reprezentativní metodu hodnocení společenstva. Pro efektivní monitoring záťahovou sítí je nutné provádět odlovy v nočních hodinách mimo dobu výtěru, tedy nejlépe koncem léta a začátkem podzimu. V noci se většina jednoletých a starších ryb koncentruje podél břehové linie a jejich reakce na odlovné prostředky je pomalejší než ve dne.

Ryby ulovené záťahovou sítí by měly být zpracovány analogicky jako vzorky z odlovu elektrickým agregátem či tenaty. Všechny ryby by měly být druhově určeny, individuálně změřeny a skupinově podle druhu (případně se zohledněním velikostních kategorií) zváženy. Potřebné je zaznamenat odlovenou plochu. Interpretace získaných údajů je možná v kvantitativní formě na plošnou jednotku (ks/m^2 nebo kg/m^2), což umožní srovnatelnost výsledků jak mezi nádržemi, tak především z časového srovnání meziročního vývoje v rámci dané nádrže.

2.8.2.4. Plůdková záťahovka

Lov tímto způsobem je zaměřen na zjištění úspěšnosti přirozené reprodukce. V letních měsících se většina druhů ryb (s výjimkou plůdku candáta) nachází v litorálu nádrže a proto je poměrně efektivní metodou vzorkování použití plůdkové záťahové sítě a je již v juvenilní periodě kdy se již poměrně snadno druhově určuje. V červenci postačí síť o délce 5-10 m s oky 1 mm. Vzorkování plůdku je na rozdíl od starších ryb vhodné provádět v denních hodinách. Odlovy lze provádět na vhodných typech břehové linie bez překážek, tj. na plážích případně na mírně svažitém břehu. S menší záťahovou sítí je možné vzorkovat i místa s vodní vegetací, pokud není příliš hustá.

K vyhodnocení juvenilních stádií kaprovitých druhů ryb lze použít níže uvedený klíč.

2.8.3. Značení ryb

Na základě dosavadních zkušeností při studiu rybích obsádek v nádržích lze doporučit ověření úspěšnosti přirozené reprodukce a vysazování dravých druhů ryb. Pro tyto účely je vhodné využít značení ryb pomocí barevných elastomerů (v případě jednoleté a starší násady) nebo pomocí lázně v Alizarinové červeně (v případě menšího plůdku; blíže viz Halačka et al. 2017). Vysazované ryby se před vysazením označí barvivem, po předpokládané aklimatizaci a disperzi jedinců (tj. po několika týdnech) je proveden kontrolní odlov (elektrolov, plůdková záťahovka). Zejména v případě opakovaní monitoringu lze získat další informace, jakými je možný rozdíl v růstu a přežívání ryb pocházejících z přirozené reprodukce nebo vysazování.

Přímo na místě je pomocí přítomnosti či absence značení provedena kontrola, která ukazuje na původ jedinců a na základě informací o poměru jedinců vysazených a z přirozeného výtěru bude následně možné optimalizovat způsob vysazování (počet ryb, případně jejich velikost, termín a místo vysazení).

KLÍČ K URČENÍ VYBRANÝCH DRUHŮ KAPROVITÝCH RYB

	počet ploutevních paprsků																												
	D			A																									
	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28							
PLOTICE																													
PERLÍN																													
BOLEN																													
OUKLEJ																													
CEJNEK																													
CEJN																													

	počet šupin v postranní čáře																												
	30	40							50							60							70						
	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4		
PLOTICE																													
PERLÍN																													
BOLEN																													
OUKLEJ																													
CEJNEK																													
CEJN																													

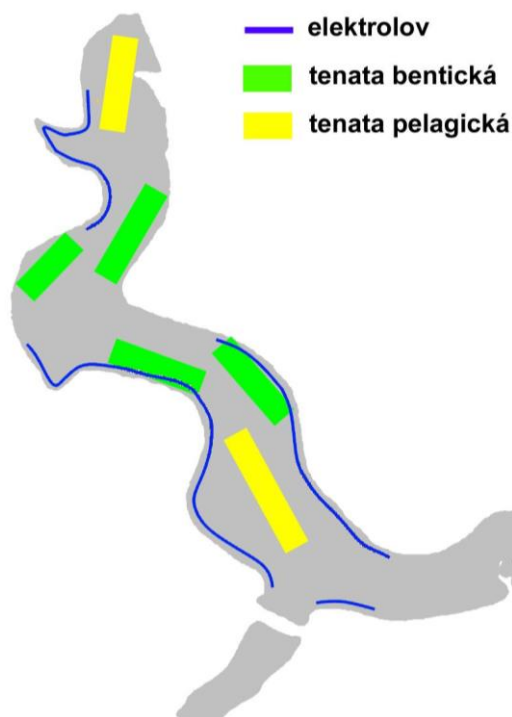
	postavení ploutví					
	V (báze) x D (začátek)		A (začátek) x D (konec)			
	výrazně před	pod	před	pod	za	výrazně za
PLOTICE						
PERLÍN						
BOLEN						
OUKLEJ						
CEJNEK						
CEJN						

2.8.4. Lokalizace monitorovacích míst

Úseky sledované v rámci monitoringu jednotlivé nádrže by měly vzhledem k časovým srovnávacím řadám zůstat u jednotlivých způsobů víceméně neměnné. Z toho důvodu lze doporučit jejich standardizaci. Při výběru jednotlivých úseků lze vycházet zejména z historických údajů, současných lokalizací, potřebě zahrnout odpovídající spektrum prostředí a velikost nádrže. Přihlížet je samozřejmě třeba i k technickým, časovým a personálním možnostem. Jednotlivé úseky by měly být vymezeny nejlépe pomocí GPS, což zefektivní jejich lokalizaci zejména na volné hladině a zvýší standardizaci. Vybrané úseky (Obr. 8) by měly být považovány za dlouhodobě stabilní, s tím, že jejich změnu/náhradu lze provést pouze jako nouzové řešení v případě jejich radikální změny (hloubka, dostupnost, charakter). Celkově by měl být monitoring prováděn tak, aby bylo reálné získat reprezentativní data, z nichž bude možné vyčíst potřebné informace nutné pro následný management nádrží. Velký důraz musí být kladen na zpracování materiálu v terénu a důslednou evidenci získaných dat. V takovém případě by bylo vhodnější provádět monitoring v úzké spolupráci s některou odbornou institucí (ústav AV ČR, univerzita, apod.).

Potřebné detailní informace o provádění monitoringu rybích obsádek na nádržích lze čerpat z Metodiky monitorování rybích společenstev nádrží a jezer (Kubečka et al., 2010), i když její přesné dodržení není pro potřeby provozního monitoringu vodárenských nádrží nutné, nicméně je alespoň v hlavních bodech vhodné.

Obrázek 8. Doporučené lokalizace monitoringu jednotlivými metodami odlovu
Výběr míst k monitoringu na příkladu VN Hamry



2.9. Manipulační zásahy v rámci rybí obsádky

Zásahy do složení rybí obsádky lze provádět odlovem druhů ryb, které při větším zastoupení přispívají k degradaci kvality vody (planktonofágní, tj. zejména cejn velký, plotice obecná a ouklej, případně cejnek malý a perlín ostrobřichý). Jiným způsobem biomanipulací je vysazování druhů, jejichž přítomnost je ve vodárenské nádrži žádoucí (dravci, tj. zejména štika obecná, bolen dravý, dále pak candát obecný, sumec velký a také okoun říční, jehož juvenilní stadia však při masovém výskytu představují v nádržích i významnou složku společenstva planktonofágního). Pro účinná biomanipulační opatření je udáván minimální podíl dravých druhů ryb větší než 1/3 biomasy obsádky.

2.9.1. Snížení četnosti planktonofágních druhů ryb

2.9.1.1. Tenatní sítě

Tenatní sítě jsou z hlediska biomanipulačních zásahů nejméně vhodné. Jsou druhově neselektivní a to i v případě použití vybraných velikostí ok. Pro účinné odlovy je nutná dlouhá expozice, obvykle přes noc, ulovené ryby jsou ve většině případů poškozené a nevhodné k dalšímu využití (např. vysazení). Jejich efektivita výrazně klesá s ulovením určitého množství, zejména větších ryb, které ve snaze se osvobodit síť srolují a sníží se tak její lovná plocha. Dalším negativem tenat je potřeba existence vhodných míst pro jejich aplikaci s absencí pomořených objektů (kořeny, větve, ostré kameny), které je poškozují a dochází tak k poměrně rychlé amortizaci finančně nákladných sítí.

Omezení četnosti planktonofágních druhů pomocí tenatních sítí nelze z výše uvedených důvodů doporučit.

2.9.1.2. Elektrolov

Elektrolov je vhodnou metodou hromadných odlovů v případě, že dochází k nahromadění většího počtu ryb, jako zejména při výtěru, a výtěr je omezen na části břehové linie, nejlépe na zátoky nebo přítok. Výhodou elektrolovu je šetrnost odlovu, zejména ve srovnání s tenaty a možnost zaměřit se pouze na cílové druhy ryb.

V případě absence morfologicky vhodných příbřežních úseků, které by poskytovaly rybám úkryt nebo poklesne-li koncentrace ryb (např. po předchozích biomanipulačních zásazích (VN Hamry) je elektrolov málo efektivní.

2.9.1.3. Zátahová síť

Zátahová síť je vhodnou metodou hromadných odlovů nežádoucích kaprovitých ryb. Jedná se o šetrnou metodu odlovu vhodnou při vyšších koncentracích ryb na vhodných místech. Její efektivita a možnost použití je závislá na charakteru nádrže. Zátahové sítě lze použít pouze na vhodných místech s čistým

písčitém až štěrkovitým dnem, bez kamenů, pařezů a jiných překážek. Hustá vodní vegetace je rovněž překážkou pro efektivní odlov.

Využití záťahové sítě během dne k omezení počtu nežádoucích ryb lze na nádrži toho typu (střední velikost, poměrně mělká) doporučit, vhodným termínem je duben až květen během výtěru dominantních druhů planktonofágních ryb (cejn velký, plotice) po dobu několika dní. Mimo období výtěru, kdy hustota ryb na plážových místech klesá, lze doporučit alternativní využití odlovů záťahovou sítí v nočních hodinách, kdy se ryby stahují do litorálu.

2.9.1.4. *Manipulace s vodní hladinou*

Početnost fytofilních a fyto-litofilních druhů ryb lze omezit pomocí manipulace s vodní hladinou. Tímto způsobem je možno:

a) Snížením vodní hladiny v době tření zamezit přístupu rybám na výtěrové substráty, tj. příbřežní porosty vodních rostlin

b) Zaplavením příbřežních vegetací porostlých partií rybám výtěr umožnit, avšak před vykulením nakladených jiker snížením vodní hladiny zamezit jejich vývoji. Současně se tak omezí úkrytová plocha pro juvenilní stadia těchto druhů, čímž je umožněna vyšší predace dravými druhy ryb.

Podle našich zkušeností tato metoda je vhodná jen v případě velmi vysokých hustot cílového druhu (cejn, plotice, ouklej), kdy je hlavní část tření velmi dobře patrná a je reálné snížit hladinu v nejvhodnější dobu a ponechat vytřené jikry na suchu. Ve společenstvech s nižší populační hustotou je tření většinou protažené na delší časový interval a je velmi obtížné určit termín optimální manipulace s hladinou, neboť vývoj jiker cejna i plotice trvá jen několik dní. Navíc tření plotic nebývá tolik nápadné jako tření cejnů velkých.

Optimální pro vodárenské nádrže je stabilní výška nadržení, kdy výška hladiny kolísá během roku kolem břehové linie a případně dosahuje až k břehové vegetaci, ale nedochází k jejímu zaplavování. Jarní a letní zaplavení břehové vegetace je využito k výtěru především nežádoucích kaprovitých ryb. Výtěr štiky je vždy méně efektivní než výtěr kaprovitých ryb. Dlouhodobější snížení hladiny (z jakéhokoliv důvodu) vede k zarůstání dna břehovou vegetací, která je pak následně zaplavena a vytváří vhodné podmínky pro výtěr a odrůstání především kaprovitých ryb. Při poklesu hladiny v podzimních měsících sice dochází ke snížení početnosti plůdku predací dravců a okouna, nicméně takový ročník je vždy silnější než ročníky s menší úspěšností přirozené reprodukce. Ideální vodárenská nádrž má většinu břehové linie tvořenou kamenitým, případně skalnatým substrátem bez vegetace.

2.9.1.5. *Sběr jiker*

Snížení početnosti tímto způsobem se prakticky týká jiker okouna. Okoun klade jikry na vodní rostliny nebo jiné potopené předměty ve formě charakteristických provazcovitých útvarů. Výtěr probíhá obvykle v květnu při teplotě vody nad 8°C, vývoj jiker trvá obvykle 14 dní.

Lze doporučit v případě pravidelné vysoké četnosti tohoročních jedinců okouna, v současnosti se na VN Hamry jeví jako nepotřebný.

2.9.2. Zvýšení četnosti dravých druhů ryb

V našich podmínkách se prakticky jedná o čtyři druhy ryb: štika obecnou, bolena dravého, candáta obecného a sumce velkého, případně okouna říčního.

2.9.2.1. Štika obecná

Osídluje příbřežní část nádrží zejména místa s vodní vegetací či potopenými dřevinami. Je výrazně stanovištní, kanibalismus je limitujícím faktorem pro její početnost v daném areálu. Tento fakt je třeba brát v úvahu při zarybňování, kdy je třeba důsledně dodržet pravidlo individuálního rozsazení jedinců podél břehové linie.

Přirozený výtěr v nádržích je většinou nedostatečný, a proto se do nádrží obvykle pravidelně vysazuje. Lze tedy důrazně doporučit v případě štiky pravidelnou kontrolu úspěšnosti možné přirozené reprodukce a následně provést korekci způsobu zarybňování.

Optimální početnost v nádrži souvisí zejména s délkou a charakterem břehové linie, obecně lze pro daný typ doporučit přítomnost cca 3 kusů adultních jedinců na 100 m břehu, čemuž je třeba přizpůsobit počet vysazovaných ryb, při vyšší početnosti stoupá nebezpečí kanibalismu.

Štika je aktivní během dne, její potravu tvoří zejména drobné kaprovité a okounovité ryby. Spolu s bolenem patří k hlavním druhům řízených rybích obsádek. Díky její dravosti je však její nevýhodou v řízených obsádkách její snadná ulovitelnost nelegálním rybolovem, což se projevuje její početností na většině našich vodních nádrží včetně vodárenských. I přes bezpečnostní agenturu na vodárenské nádrži Hamry dochází k výraznému snížení početnosti štiky a z tohoto důvodu její vysazování v současné době nedoporučujeme.

2.9.2.2. Bolen dravý

Zdržuje se ve volném vodním sloupci v blízkosti vodní hladiny dále od břehů, vytváří hejna. Vytírá se v polovině dubna při teplotě 8-10°C, vývoj jiker trvá přibližně týden. Jako trdliště vyhledává proudivé úseky se štěrkovitým dnem. V nádrži tento habitat představují přítoky. Jsou-li pro bolena přístupné a je-li na nich zachován přirozený hydrologický režim, bývá jeho výtěr úspěšný a může představovat významný zdroj jedinců pro udržitelnost místní populace. V opačném případě je populace značně závislá na umělé reprodukci a vysazování. Lze tedy stejně jako v případě štiky důrazně doporučit pravidelnou kontrolu úspěšnosti možné přirozené reprodukce a následně provést korekci způsobu zarybňování.

V případě vysazování je preferováno vysazování ryb větších velikostí. Vzhledem k jeho etologii, tj. absenci kanibalismu a schopnosti aktivní rychlé prostorové distribuci není nutno jedince rozsazovat jako v případě štiky.

Největší potravní aktivitu projevují na začátku a konci dne. Jejich potravou jsou převážně drobné kaprovité ryby vyskytující se v blízkosti hladiny, ale dokáže lovit i ve vodním sloupci.

Jeho optimální početnost v nádrži souvisí s její plochou, doporučit lze přítomnost 2 adultních jedinců na 1 ha. Výhodou bolena v řízených obsádkách je jeho malá ulovitelnost nelegálním rybolovem a i menší zájem o tento druh všeobecně.

2.9.2.3. *Candát obecný*

Žije při dně, s výjimkou velkých jedinců v hejnech, a je aktivní především v noci. Vytírá se od konce dubna do června při teplotě 5-12°C, vývoj jiker trvá obvykle 10-16 dní. Jako trdliště vyhledává nezabahněná místa s písčítým, či štěrkovitým dnem, samec před výtěrem buduje „hnízdo“ tj. očistí dno a kořínky rostlin. Výtěr probíhá v párech, samec vytřené jikry hlídá a čistí před sedimentem. Potravou candáta jsou především drobné kaprovité a okounovité ryby, které loví převážně v blízkosti dna.

V nádržích typu Hamry sice dochází k úspěšné přirozené reprodukci, avšak na zvýšení početnosti candáta by neměla zásadní podíl. Candát, podobně jako štika jsou cílem ilegálního rybolovu a jejich početnost je tak značně omezována. V současné době tedy nedoporučujeme candáta do nádrže Hamry vysazovat.

V budoucnu, pokud by se situace zlepšila, je třeba preferovat vysazování větších jedinců (Ca₂), kteří již nejsou pod predačním tlakem okouna. Optimální početnost u daného typu nádrže je přítomnost 2-3 adultních jedinců na 1 ha.

2.9.2.4. *Sumec velký*

Zdržuje se u dna, druh je stanovištní, aktivní je v noci zejména za vyšších teplot. Vytírá se na kořínky a kořenový systém stromů koncem května či začátkem června při teplotě 19-22°C, vývoj jiker trvá několik dní. Potravou sumce jsou drobné (ale i větší) kaprovité a okounovité ryby. Podle podmínek prostředí jednotlivých nádrží mohou tvořit různě vysoký podíl v jeho potravě i větší vodní bezobratlí (raci). Za daných klimatických podmínek k úspěšné přirozené reprodukce v nádrži Hamry pravděpodobně nedochází a jeho výskyt je tak závislý na dřívějším vysazování. Z předchozích výzkumů vyplynulo, že sumec na podobné nádrže není vhodný.

2.9.2.5. *Okoun říční*

Obvykle obývá příbřežní partie, v nádržích jej však lze nalézt i na volné vodě nebo u dna. Okoun našel vhodné prostředí ve většině vodárenských nádrží, v nichž se i úspěšně přirozeně rozmnožuje.

Juvenilní jedinci jsou velmi významní i jako planktonofágové, větší jedinci se stávají draví. Vyskytují-li se v nádrži větší jedinci ve vyšší hustotě, mohou svoji predací významně působit na početnost menších kaprovitých ryb, což je z vodárenského hlediska pozitivní. Velmi rozšířený je u okouna i kanibalismus. Při

nedostatku potravních ryb mohou tvořit významný podíl potravy rovněž planktonní i bentičtí bezobratlí.

Jeho optimální početnost v nádrži bude záviset zejména na její ploše, doporučit lze přítomnost několika desítek adultních jedinců na 1 ha. V nádrži Hamry je v současné době stabilizovaná populace okouna se zvyšující se individuální hmotností a není třeba žádné omezující ani podpůrné zásahy.

2.10. Doporučená struktura obsádky a její stabilizace pro vodárenské nádrže typu Hamry

- Kvalita vody v nádrži je průměrná, negativně ovlivněná dotací živin z přítoků a v současnosti zejména depozicí živin v sedimentu, avšak s potenciálem na udržení účelové rybí obsádky.
- Zachování vhodného podílu dravců a tím vytvoření tlaku na omezení počtu planktonofágních ryb je však i za těchto podmínek vhodné s tím, že v případě omezení důsledků negativních antropogenních faktorů bude dopracováno detailnější schéma postupů vhodných pro biomanipulace.
- Hromadné odlovné prostředky jsou na nádržích typu „Hamry“ proveditelné, vhodná je metoda odlovu záťahovými sítěmi, případně elektrolov v třecím období na vhodných úsecích.
- Pro stabilizaci obsádky vodárenské nádrže typu Hamry je vhodné použít strategii vysazování zaměřenou v současné době především na bolena a to minimálně dvoutetě násady. Vzhledem k stále přetrvávajícímu pytláckému tlaku je vysazování ostatních druhů dravců nejen neefektivní ale i neekonomické. Přestože na nádrži Hamry působí hlídací agentura, je existence ilegálního rybolovu na nádrži Hamry přetrvávajícím a nezpochybnitelným jevem, neboť při monitoringu elektrolovem i záťahovými sítěmi v litorálu byly opakovaně nacházeny šňůry s nastraženými rybkami nebo dokonce ulovenými dravci (především candát). Je otázkou, do jaké míry by byla rybí obsádka vodárenské nádrže poškozena, kdyby nádrž byla ponechána zcela bez dozoru.

3. Srovnání novosti postupů

Metodika přináší nové postupy v souladu s §2, odst. 1, písm. a) bod 2 zákona č. 130/2002 Sb. Popsaných metodických postupů bylo dosaženo systematickou tvůrčí prací v aplikovaném výzkumu, kterým byly experimentální a teoretické práce prováděné s cílem získání nových poznatků zaměřených na budoucí využití v praxi.

V předložené metodice jsou shrnuty poznatky dosažené při sledování a hodnocení vybraných parametrů kvality vody, planktonních a rybích společenstev na vodárenské nádrži Hamry za poslední roky. Zároveň obsahuje vyhodnocení aplikovaných zásahů, zaměřených zejména na rybí obsádku. Jednalo se o odlovy nežádoucích druhů ryb a vysazování ryb dravých se snahou o optimalizaci složení rybího společenstva pro pozitivní ovlivnění kvality vody v nádrži běžné označované jako účelová rybí obsádka.

Metodika zahrnuje doporučení pro monitoring ryb a doporučené manipulační zásahy v rámci rybí obsádky. Metodika poskytuje pokyny a informace pro optimalizaci monitoringu a zásahů pro malé vodárenské nádrže typu Hamry.

4. Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena pro správce a uživatele vodárenských nádrží typu Hamry. Jedná se o malé vodárenské nádrže ve vyšších polohách, potenciálně průtočných a zasažené dotací živin z povodí nádrže. Metodika bude uplatněna „Smlouvou o uplatnění certifikované metodiky“ uzavřenou mezi Ústavem biologie obratlovců AV ČR v.v.i. v Brně a podnikem Povodí Labe s.p. se sídlem v Hradci Králové.

5. Ekonomické aspekty:

Předpokládané ekonomické a další přínosy jsou v zefektivnění monitoringu a v realizaci zásahů týkajících se společenstva ryb. Jedná se zejména o optimalizaci metod odlovu a omezení výskytu nežádoucích rybích druhů a zásahy směřující k posílení stavu rybích druhů žádoucích k dosažení top-down efektu pro zlepšení kvality surové vody, a to včetně návrhu schématu vysazování dravých rybích druhů. S ohledem na skutečnost, že v ceně vody dodávané z vodárenských nádrží vodárenským společnostem není zahrnuta její kvalita, nelze tento parametr do vyhodnocení ekonomických přínosů zahrnout.

Celkově lze shrnout přínosy uplatnění metodiky do zlepšení nebo optimalizaci postupů při péči o kvalitu vody ve vodárenských nádržích typu Hamry.

6. Poděkování

Metodika vznikla za finanční podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum, projektu QJ1620240 Aplikace biomanipulací s využitím "topdown" efektu s cílem omezit negativní dopady zemědělství na eutrofizaci vodárenských nádrží

7. Seznam použité literatury:

- BENNDORF, J., BOING W., KOOP J., NEUBAUER I. (2002): Top-down control of phytoplankton: the role of time scale, lake depth and trophic state. *Freshwater Biology*, 47: 2282–2295.
- 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 jezero. Certifikovaná metodika MŽP ČR 1828/ENV/15. Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav, České Budějovice: 39 s.
- COLINA, M., CALLIARI, D., CARBALLO, C. A KRUK, C. (2016): A trait-based approach to summarize zooplankton-phytoplankton interactions in freshwaters. *Hydrobiologia* 767: 221–233.
- ČSN EN ISO 6878 (757465) (2005): Jakost vod – Stanovení fosforu Spektrofotometrická metoda s molybdenanem amonným. 24 s.
- ČSN EN 12457-4 (2003): Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 4: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 10 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním). 24 s.
- ČSN ISO 10260 (1996): Jakost vod. Měření biochemických ukazatelů. Spektrofotometrické stanovení koncentrace chlorofylu-a. 12 s.
- DAWIDOWICZ, P., PREJS, A., ENGELMAYER, A., MARTYNIK, A., KOZŁOWSKI, J., KUFEL, L., PARADOWSKA, M. (2002): Hypolimnetic anoxia hampers top-down food-web manipulation in a eutrophic lake. *Freshwater Biology* 47: 2401–2409.
- HORÁKOVÁ, M. (ed.) (2007): Analytika vody. VŠCHT Praha, 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.
- JEPPESEN, E., JENSEN, J.P., KRISTENSEN, P., SØNDERGAARD, M., MORTENSEN, E., SORTKJAER, O., OLRİK, K. (1990): Fish manipulation as a lake restoration tool in shallow, eutrophic, temperate lakes 2: three should levels, long-term stability and conclusions. *Hydrobiologia* 200/201: 219–227.
- JURAJDA, P., ADÁMEK, Z., JANÁČ, M., VALOVÁ, Z., REDERER, L., ZAPLETAL, T., KOZA, V., ŠPAČEK J. (2013): Zhodnocení čtyřletého úsilí o uplatnění biomanipulačních opatření na vodárenské nádrži Hamry. In: Kosour, D. (ed.): Vodní nádrže, 25.–26. 9. 2013, Brno.
- JURAJDA, P., JANÁČ, M., ROCHE, K., MIKL, L., ŠLAPANSKÝ, L., KRECHLER, I., ADÁMEK, Z., JURAJDOVÁ, Z., HALAČKA, K. (2018): Rybí společenstva pěti vodárenských nádrží v povodí Moravy. In: KOPP, R., MAREŠ, J., GRMELA, J. (eds.) (2018): Účelové rybí obsádky na vodárenských nádržích. Sborník příspěvků, 11.10.2018 Brno

- KRUK, C., HUSZAR, V., PEETERS, E., BONILLA, S., LURLING, M., REYNOLDS, C., SCHEFFER, M. (2010): A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater Biology* 55: 614–627.
- KRUK, C. a SEGURA, A. (2012): The habitat template of phytoplankton morphology-based functional groups. *Hydrobiologia* 698: 191–202.
- KRUK, C., SEGURA, A., COSTA, L., LACEROT, G., KOSTEN, S., PEETERS, E., HUSZAR, V., MAZZEO, N. a SCHEFFER, M. (2017): Functional redundancy increases towards the tropics in lake phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 39(3): 518–530.
- KUBEČKA, J., FROUZOVÁ, J., JŮZA, T., KRATOCHVÍL, M., PRCHALOVÁ, M. and ŘÍHA, M. (2010): Metodika monitorování rybích společenstev nádrží a jezer. České Budějovice; Biologické centrum AV ČR, v.v.i. Hydrobiologický ústav.
- POTUŽÁK, J. a DURAS, J. (2015): Retence živin v rybnících – význam, hodnocení a možnosti jejího využití. *Vodní hospodářství* 7: 7–15.
- POVODÍ LABE, státní podnik, (2015): *Manipulační řád pro vodní dílo Hamry na Chrudimce v ř.km 93,133*. Nепublikováno, 38s.

8. Seznam předcházejících publikací:

- BLABOLIL, P., MATĚNA, J., HALAČKA, K., DURAS, J., KUBEČKA, J. (2018): Monitoring tohoročních štik obecných a bolenů dravých ve vodní nádrži Švihov. In: KOPP, R., MAREŠ, J., GRMELA, J. (eds.) (2018): Účelové rybí obsádky na vodárenských nádržích. Sborník příspěvků, 11.10.2018 Brno
- HALAČKA, K., POŠTULKOVÁ, E., KOPP, R., MAREŠ, J. (2018): Alternativní značení vysazovaných ryb pro umožnění jejich následného sledování. OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE R17/2017, MENDELU Brno, 18 s.
- HALAČKA, K., POŠTULKOVÁ, E., KOPP, R., MAREŠ, J., VETEŠNÍK, L. (2018): Možnosti značení vysazovaných ryb pomocí ARS – aplikace a detekce. In: KOPP, R., MAREŠ, J., GRMELA, J. (eds.) (2018): Účelové rybí obsádky na vodárenských nádržích. Sborník příspěvků, 11.10.2018 Brno
- HALAČKA, K., POŠTULKOVÁ, E., MAREŠ, J., VETEŠNÍK, L. (2018): Možnost využití značení štik pomocí Alizarinové červeně a způsob terénní detekce značených ryb. OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE R18/2018, MENDELU Brno, 16 s.
- JURAJDA, P., JANÁČ, M., ROCHE, K., MIKL, L., ŠLAPANSKÝ, L., KRECHLER, I., ADÁMEK, Z., JURAJDOVÁ, Z., HALAČKA, K. (2018): Rybí společenstva pěti vodárenských nádrží v povodí Moravy. In: KOPP, R., MAREŠ, J., GRMELA, J. (eds.) (2018): Účelové rybí obsádky na vodárenských nádržích. Sborník příspěvků, 11.10.2018 Brno
- KOPP R., MUSILOVÁ, B., RADOJIČIĆ, M., KOSOURL, D., GERIŠ, R., JUREK, L., GRMELA, J. (2018): Vývoj kvality vody ÚN Bojkovice a ÚN Ludkovice. In: KOPP, R., MAREŠ, J., GRMELA, J. (eds.) (2018): Účelové rybí obsádky na vodárenských nádržích. Sborník příspěvků, 11.10.2018 Brno
- KOPP, R., MAREŠ, J., GRMELA, J. (eds.) (2018): Účelové rybí obsádky na vodárenských nádržích. Sborník příspěvků, 11.10.2018 Brno, 44 s.
- MIKL, L., ADÁMEK, Z., ŠLAPANSKÝ, L., VŠETIČKOVÁ, L., JURAJDA, P. (2018): Potrava dravých ryb vodárenských nádrží povodí Moravy. In: KOPP, R., MAREŠ, J., GRMELA, J. (eds.) (2018): Účelové rybí obsádky na vodárenských nádržích. Sborník příspěvků, 11.10.2018 Brno

Plán hospodaření na malých vodárenských nádržích typu Hamry

Halačka, Karel, Adámek Zdeněk, Jurajda Pavel, Mareš Jan, Kopp Radovan, Grmela Jan

Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno.

Tisk: Ediční středisko Mendelovy univerzity v Brně

Vydání: první, 2018

Náklad: 100 ks

Počet stran: 32

ISBN 978-80-7509-622-7