

Ústav biologie obratlovců AV ČR
Mendelova univerzita v Brně

Certifikovaná metodika

METODIKA R21/2018

Plán hospodaření na malých vodárenských nádržích typu Landštejn

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 "top-down" 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 R21/2018

**N_{met} - CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 28. 1. 2019 dle certifikace MZe
4723/2019 – 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 978-80-7509-624-1

Obsah:

1	Cíl metodiky.....	4
2	Popis metodiky	4
2.1	Charakteristika nádrže VD Landštějn	4
2.2	Základní technické parametry vodního díla hydrologické údaje	4
2.3	Nádrže na našem území s podobnou charakteristikou.....	5
2.4	Monitoring jednotlivých parametrů.....	6
2.4.1	Fyzikálně-chemické parametry	6
2.5	Planktonní společenstva.....	9
2.5.1	Fytoplankton	10
2.5.2	Zooplankton	11
2.6	Rybí společenstvo	11
2.7	Zhodnocení kvality vody nádrže	12
2.8	Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže - voda:.....	13
2.9	Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže – plankton:	13
2.10	Doporučení pro monitoring – rybí společenstvo:	13
2.10.1	Frekvence, termín.....	14
2.10.2	Způsoby monitoringu	14
2.11	Manipulační zásahy v rámci rybí obsádky	19
2.11.1	Snížení četnosti planktonofágních druhů ryb.....	19
2.11.2	Zvýšení četnosti dravých druhů ryb	21
2.11.3	Doporučená struktura obsádky a její stabilizace pro vodárenské nádrže typu Landštějn:	23
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 Landštějn na základě současné úrovně poznatků a realizovaného výzkumu při řešení projektu metodickou pomůckou pro optimalizaci monitoringu kvality vody v těchto nádržích. Dále pak návrh metodiky monitoringu 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 predáčním 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 VD Landštějn

Vodárenská nádrž Landštějn na toku Pstruhovec. Výstavba probíhala v letech 1971-73. Protože měla sloužit vodárenským účelům, byl pro její výstavbu vybrán potok, jehož povodí je většinou zalesněné a bez soustředěné zástavby. Hlavním účelem vodního díla je zajištění odběru pro úpravnu vody ve Starém Městě pod Landštějmem, zajištění minimálního průtoku v toku pod hrází a snížení povodňových průtoků.

Jelikož hlavním účelem vodního díla je zajistit odběry vody, jsou ve dvou výškových úrovních umístěny vodárenské odběry, kterými lze podle vývoje jakosti vody v nádrži optimalizovat kvalitu odebírané vody.

2.2 Základní technické parametry vodního díla hydrologické údaje

Plocha povodí: 13 km²

Průměrný dlouhodobý roční průtok: 0,09 m³.s⁻¹

Zásobní prostor při kótě hladiny: 573 m n. m. – 2,59 mil. m³

Plocha: 40 ha

Celkový ovladatelný objem nádrže: 3,27 mil. m³

Hloubka maximální u hráze: 21 m

Teoretická udávaná doba zdržení vody v nádrži: cca 390 dnů

Nádrž je rozlohou malá, poměrně málo ovlivněná dotací živin z přítoků s potenciálem na vytvoření a udržení účelové rybí obsádky.

Obrázek 1: Mapa nádrže Landštejn s vyznačením vzorkovacích profilů.
Profil: 1 – nádrž, Profil 2 – potok Pstruhovec



2.3 Nádrže na našem území s podobnou charakteristikou

Každá nádrž je svým způsobem originální, avšak v rámci určitých parametrů lze nalézt srovnatelné. Z nádrží na našem území, které jsou svým charakterem (zejména kvalita vody, plocha, objem, průměrný přítok, případně nadmořská výška) podobné, lze jmenovat například VN Nová Říše, VN Karolínka nebo VN Boskovice.

2.4 Monitoring jednotlivých parametrů

V rámci standardního monitoringu prováděném pracovníky Povodí Moravy jsou sledovány pomocí multiparametrické sondy základní fyzikálně-chemické parametry (koncentrace rozpuštěného kyslíku, procentuální nasycení vody kyslíkem, teplota vody) ve vertikále hladina-dno v kroku 1 m. Odebírány jsou vzorky pro vybrané chemické 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 až listopad (6x až 8x) na jednom odběrovém místě. V cca měsíčním intervalu je v průběhu celého roku sledována i kvalita vody hlavního přítoku do nádrže Landštejn (potok Pstruhovec).

Hodnoty sledovaných chemických parametrů jsou stanovovány za využití standardních metod dle schválených pracovních postupů chemické laboratoře Povodí Moravy. K vyhodnocení kvality vody nádrže Landštejn byly využity údaje o jednotlivých parametrech prostředí z let 2007 až 2017.

2.4.1 Fyzikálně-chemické parametry

Stěžejním parametrem z hlediska životních podmínek pro vodní organizmy je koncentrace rozpuštěného kyslíku. Jak je patrné z grafu č. 1, je po celou vegetační sezonu dostatečný obsah kyslíku v hladinové vrstvě nádrže. Problematické se však ukazuje především kyslíkový režim v hypolimniu, kde se od konce května do konce vegetačního období vyskytují kyslíkové deficity. Díky delšímu zdržení vody v nádrži a její poměrně malé průtočnosti nedochází v průběhu roku k promísení vody a přísunu kyslíku do hypolimnia nádrže. Po celé vegetační období dochází ke kyslíkové stratifikaci nádrže, kdy v závislosti na aktuálních podmínkách prostředí je vrstva od 10 až 12 metrů směrem ke dnu nádrže v podstatě bez kyslíku (viz graf č. 1). Anoxické podmínky u dna mohou způsobovat uvolňování fosforu ze sedimentu a zvyšovat tak trofii nádrže. 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 k zvyšování hodnot pH v hladinové vrstvě v závislosti na intenzitě fotosyntézy. Maximální hodnoty pH v letních měsících dosahují 9 a více a rozdíl v pH mezi hladinou a dnem může činit i více než tři jednotky. Celkově lze hodnotu pH hodnotit jako odpovídající danému typu nádrže bez přímého negativního vlivu na společenstvo ryb.

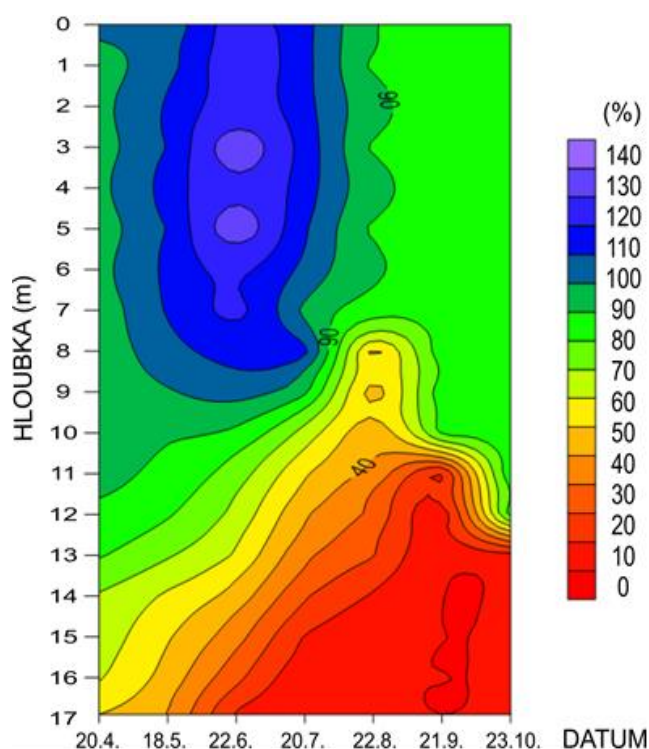
Teplota vody v nádrži je mimo roční období ovlivněna i intenzitou přítoku a teplotou přitékající vody. V letních měsících dochází na nádrži ke standardní letní stratifikaci, kdy rozdíl teplot mezi hladinou a dnem může být i v rozsahu 15 °C. Vzhledem k typu nádrže s delším zdržením vody a vyšší průměrnou hloubkou,

nedochází v nádrži v letním období k narušení teplotní stratifikace, která se tak udržuje po celé vegetační období.

Hodnoty sledovaných fyzikálně-chemických parametrů v hladinové vrstvě VN Landštejn 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 dusičnanového dusíku a vápníku nižší.

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících 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. Graf č. 2 ukazuje hodnoty celkového fosforu v přítoku do nádrže. Přes negativní mírně rostoucí trend hodnot jsou koncentrace celkového fosforu velmi nízké.

Graf č. 1 Nasycení vody kyslíkem (%) u hráze nádrže Landštejn v průběhu roku.

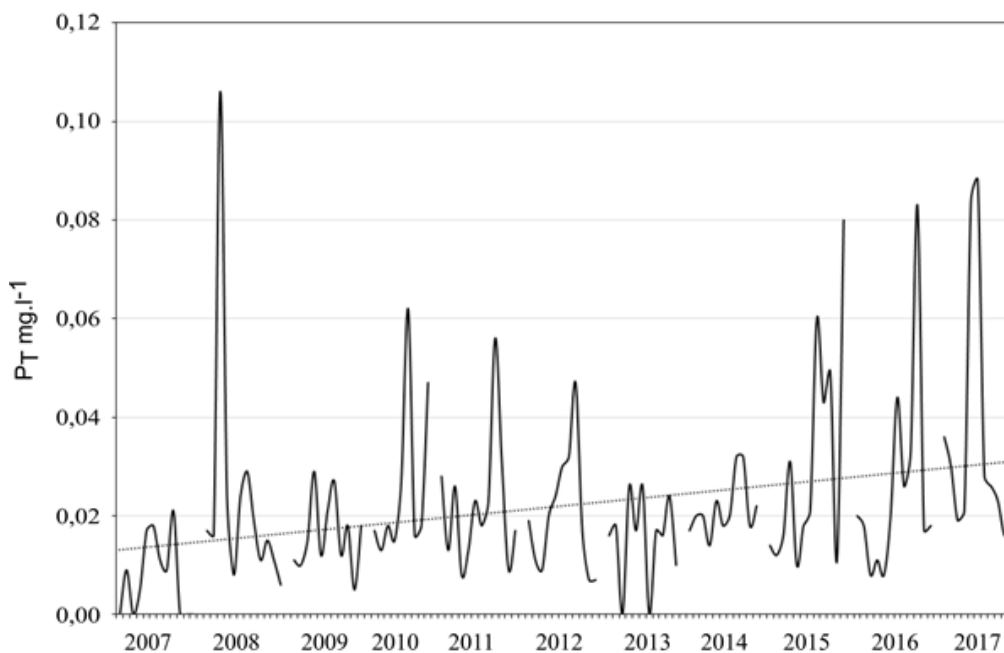


Na základě průměrných přítoků v jednotlivých letech do nádrže Landštejn a průměrné hodnotě celkového fosforu v přítokové vodě ($0,02 \text{ mg.l}^{-1}$) přiteklo v letech 2007-2017 do nádrže 40 až 60 kg fosforu ročně, což jsou po přepočtu na plochu nádrže významně nižší hodnoty ($0,11$ až $0,17 \text{ g P}_T \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$) než je horní limit ($0,6$ - $0,8 \text{ g P}_T \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$) udávaný BENNDORF et al. (2002) pro pozitivní vliv účelových rybích obsádek na kvalitu vody v nádrži. Hladinový fosfor v nádrži Landštejn byl ve všech případech pod maximálním doporučeným limitem ($0,1 \text{ mg.l}^{-1}$), udávaným JEPPESEN et al. (1990) pro udržení kvality vody v nádrži.

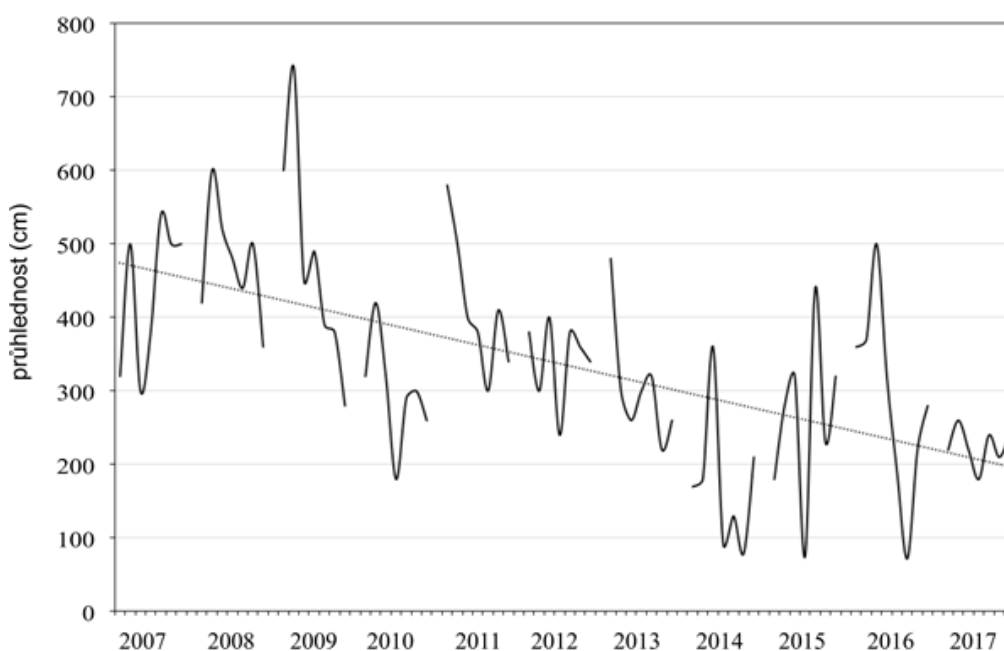
Z hlediska dlouhodobého sledování vývoje kvality vody v nádrži Landštejn lze za problematický považovat postupný trend snižování hodnot průhlednosti vody

(Graf č. 3). Hodnoty průhlednosti jsou sice stále velmi přijatelné, ale pokles průměrné průhlednosti vody o více než 2 metry mezi roky 2007 a 2017 je alarmující. Nižší průměrné hodnoty průhlednosti vody indikují vyšší rozvoj fytoplanktonního společenstva, což je na vodárenských nádržích jednoznačně negativní trend. Tento stav je nejvíce ovlivněn neklesajícím přísunem živin z povodí nádrže a rovněž zvyšováním průměrných teplot prostředí způsobených globálními změnami klimatu.

Graf č. 2. Koncentrace celkového fosforu (mg.l^{-1}) na přítoku do nádrže Landštejn v letech 2007 až 2017.



Graf č. 3. Průměrná měsíční průhlednost vody (březen-listopad) nádrže Landštejn v letech 2007 až 2017.



2.5 Planktonní společenstva

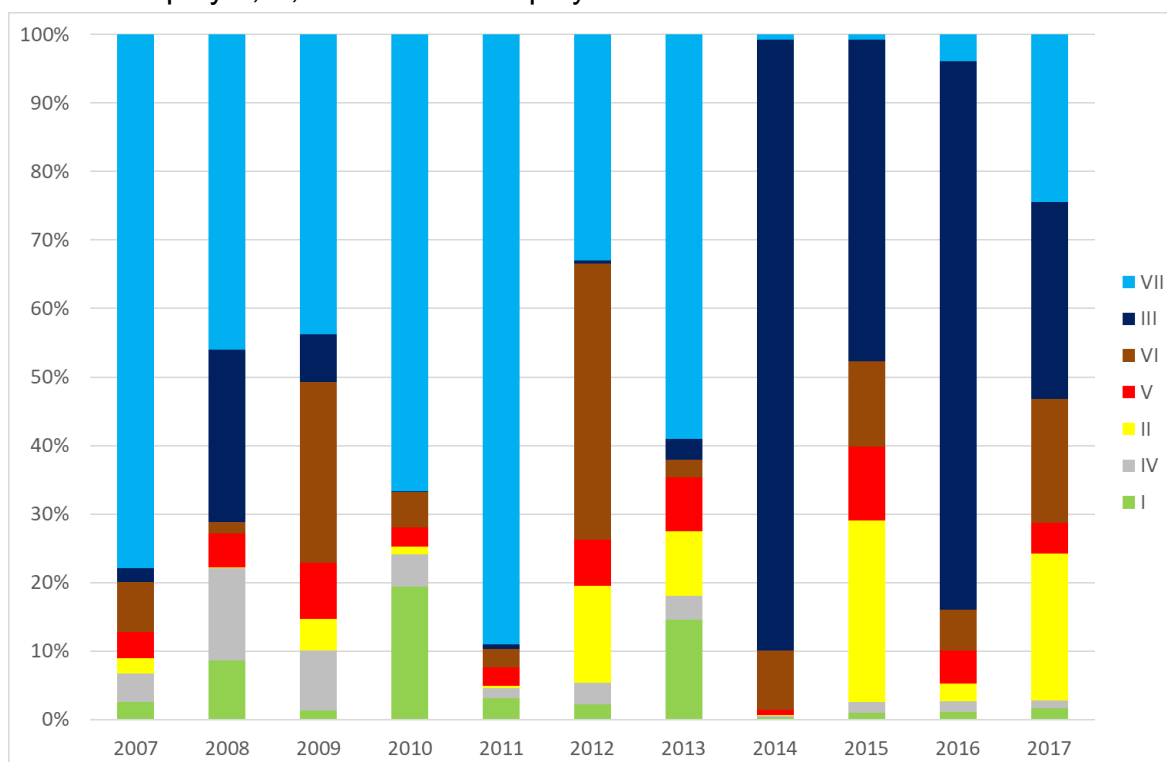
Monitoring jednotlivých parametrů

V rámci standardního monitoringu prováděném každoročně pracovníky Povodí Moravy jsou odebírány vzorky pro stanovení fytoplanktonu a zooplanktonu v měsících březen až listopad na jednom odběrovém místě. Odběry vzorků jsou prováděny pomocí hloubkového odběrového zařízení typu Friedinger. Determinace a stanovení počtu buněk fytoplanktonu je prováděno ve vzorku konzervovaném Lugolovým roztokem za využití reverzního optického mikroskopu a vyjádřeno v počtu buněk v 1 ml.

Pro kvantitativní stanovení zooplanktonu byl prováděn vertikální tah planktonní sítíkou typ Apstein v délce tahu 4 m, a po zkoncentrování zooplanktonu byl vzorek převeden do lahvičky s konzervačním roztokem 4% formaldehydu (PŘIKRYL, 2006). V letech 2007 až 2015 byl zooplankton determinován pouze dle odhadní stupnice hojnosti. Od roku 2016 je analýza zooplanktonu prováděna v Sedgwick-Rafterově komůrce. Po taxonomické identifikaci dominantních druhů jsou spočítáni zástupci z jednotlivých taxonomických skupin (perloočky, klanonožci a vířníci). Pro zhodnocení filtrační efektivity byla použita velikostní kategorizace jedinců nad a pod 0,7 mm.

K vyhodnocení kvality vody nádrže Landštejn byly využity údaje o jednotlivých parametrech prostředí z let 2007 až 2017.

Graf č. 4. Rozdělení fytoplanktonu nádrže Landštejn v letech 2007 až 2017 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.

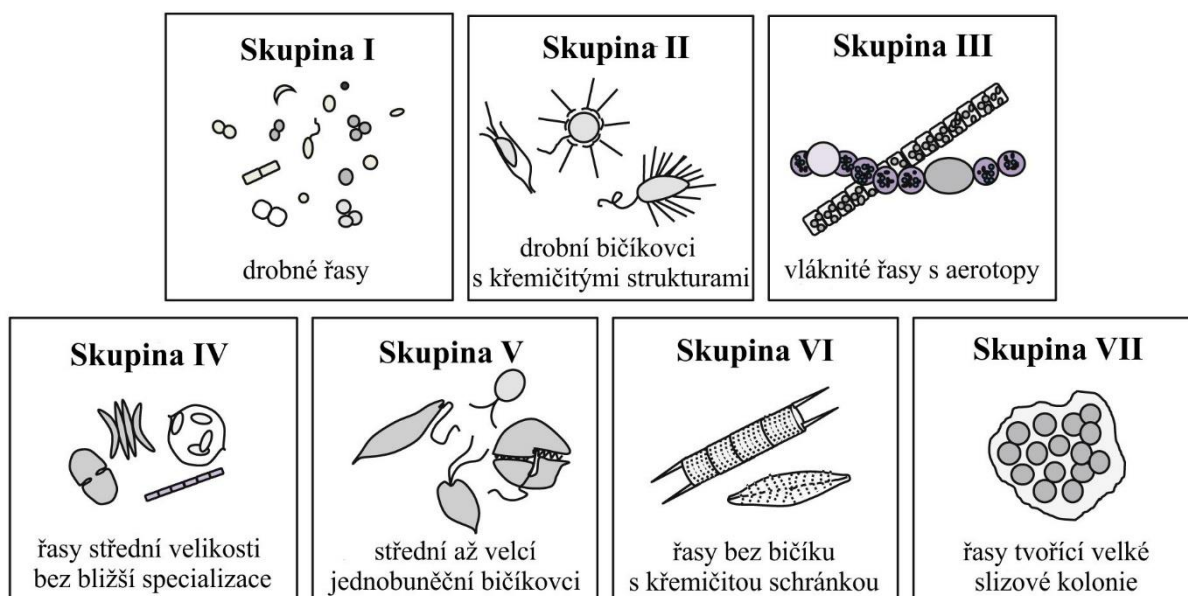


2.5.1 Fytoplankton

Společenstvo fytoplanktonu nádrže Landštejn je v jarním období tvořeno převážně skrytčkami, zelenými chlorokokálními řasami a zlativkami, v průběhu nejteplejších měsíců roku pak bývá doplněno či nahrazeno planktonními sinicemi. V roce 2014 došlo k výraznému rozvoji vláknitých sinic, zřejmě jako reakce na nízké koncentrace dusičnanového dusíku ve vodě, na kterém nejsou tyto druhy sinic závislé. Tento stav se opakoval i v letech následujících, teprve v roce 2017 došlo ke snížení jejich abundance. V případě teplotně nadprůměrných let pak abundance sinic běžně přesahuje 100 tisíc buněk v 1 ml hladinové vrstvy a stoupají i hodnoty chlorofylu a.

Pokud rozdělíme společenstvo fytoplanktonu nádrže Landštejn do morfologicky funkčních skupin (dle KRUK et al., 2010) zjistíme ve většině sledovaných let dominanci skupiny VII, tedy sinic a řas tvořících velké slizové kolonie a od roku 2014 dominanci skupiny III, která je tvořena vláknitými sinicemi s aerotopy (graf č. 4). Obě tyto skupiny jsou velmi odolné vůči predačnímu tlaku zooplanktonu a zástupci ostatních funkčních skupin se na nádrži Landštejn vyskytují v minoritním zastoupení.

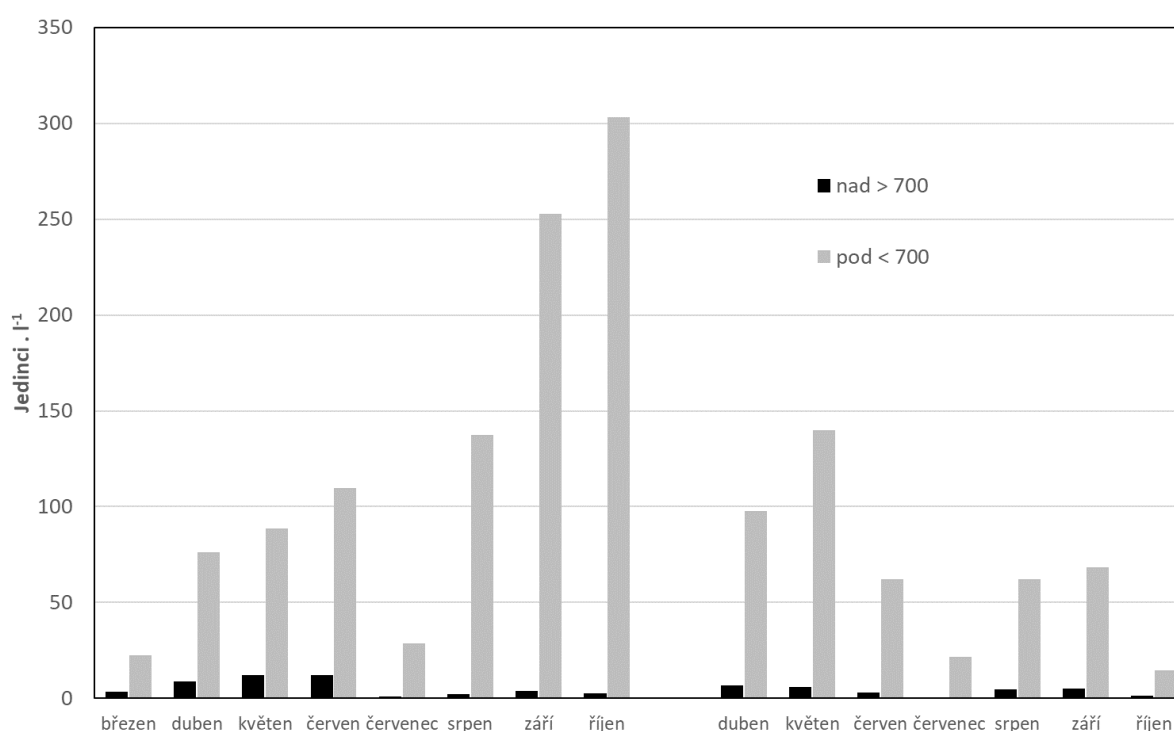
Obrázek č. 2: Rozdělení fytoplanktonu do funkčních skupin na základě morfologie. Vnímavost k predačnímu tlaku zooplanktonu vysoká - skupiny I a IV, střední - skupiny II, V, VI a nízká - skupiny III a VII (upraveno dle Kruk a Segura 2012; Kruk et al. 2010, 2017; Colina et al. 2016)



2.5.2 Zooplankton

Jak je patrné z grafu. č. 5, velikostní struktura zooplanktonu je z hlediska ovlivňování kvality vody nevhodná s převahou velikostně menších druhů. Výskyt zástupců zooplanktonu nad 700 μm je sporadický. V průběhu celé vegetační sezóny převažují zástupci ze skupiny vířníků, případně naupliová stadia buchaneček. Hlavními rody nádrže Landštejn jsou Kellicottia, Bosmina, Polyarthra, Keratella, Conochilus a nauplia Cyclopoida. V předchozích letech byla struktura zooplanktonního společenstva obdobná.

Graf č. 5. Počet jedinců zooplanktonu (nad a pod 700 μm) na nádrži Landštejn v průběhu vegetačních sezón 2016 a 2017.



2.6 Rybí společenstvo

Monitoring rybího společenstva je na nádrži Landštejn prováděn od roku 2001 v nepravidelných intervalech pracovníky podniku Povodí Moravy s. p.. Monitoring je prováděn pomocí sady standardních nordických tenatních sítí (pelagické a bentické) a elektrolovem pomocí hlubinného agregátu s ručně ovládanou anodou z lodě podél břehové linie. Úlovky jsou hodnoceny semikvantitativně.

V letech 2016 a 2017 bylo na dané nádrži zaregistrováno celkem 11 druhů ryb a jeden mezidruhový kříženec (plotice x cejn velký). V obou letech významně dominovala početně plotice. V roce 2016 byla zaznamenána úspěšnou reprodukci plotice na nově zaplavené vegetaci a tím vytvoření silného ročníku. To se následně projevilo ve vysoké četnosti plotice v roce 2017 (84%). Druhým nejpočetnějším druhem byl okoun říční následovaný perlínem ostrobřichým, dále pak cejn velký.

Z dravců je nejhojnější štika obecná. Celkově v biomase zauímají dravci 30-50% což je dáno především biomasou štiky a sumce velkého, který sice není tak početný jako štika, ale jedná se o větší jedince.

Pro stanovení typu a ekologického potenciálu vodního útvaru Landštejn bylo nutné vyjít z jeho typologického zařazení v rámci vodních útvarů typu vodní nádrž dle Borovce et al. (2013). Kódové označení pro daný typ vodní nádrže je 2-B-C-D-E-F-2-H. Od kódu nádrže se odvíjí metodika výpočtu hodnoty multimetrického indexu rybiho společenstva (Borovec et al. 2013). Index byl vypočten z dat získaných pomocí mnohačkových tenatních sítí dle metodiky Kubečka et al. (2010). Zahrnuty byly parametry: Biomasa ryb u hráze a přítoku, početnost ryb, biomasa cejna velkého, okouna říčního, perlína ostrobřichého a lososovitých ryb, početnost ježdíka obecného a přítomnost 0+ ryb šesti běžných druhů. V letech 2016 a 2017 byla hodnota EQR 0,611, resp. 0,444 což odpovídá střednímu, resp. poškozenému potenciálu.

2.7 Zhodnocení kvality vody nádrže

Víceletý monitoring vodárenské nádrže Landštejn poukázal na složitost a provázanost faktorů ovlivňujících kvalitu vodního prostředí. Kvalitní přítok (potok Pstruhovec) dává předpoklad udržení vysoce kvalitní vody i v nádrži. Nicméně stále se mírně zvyšující hodnoty celkového fosforu v přítoku, spolu s nízkými hodnotami dusičnanového dusíku, vyššími teplotami vody a sníženou hladinou nádrže vedly v posledních letech k nadměrnému rozvoji vláknitých druhů sinic se schopností využívat jako zdroj dusíku jeho atmosférickou formu. V letech 2014 až 2016 tak klesala průhlednost i pod 1 metr a hodnoty chlorofylu a dosahovaly hodnot přes 40 $\mu\text{g.l}^{-1}$. V roce 2017 došlo k mírnému zlepšení sledovaných parametrů a snížení biomasy nežádoucích sinic.

Meziroční rozdíly v abundanci a druhovém složení sinic a řas výrazně ovlivňují především klimatické podmínky v oblasti, množství anorganického dusíku a manipulace s vodní hladinou (GERIŠ a KOSOUR, 2015).

Klíčovým faktorem pro zlepšení (udržení) kvality vody na nádrži Landštejn je omezení dostupnosti živin, především fosforu. Hodnoty koncentrace celkového fosforu na přítoku do nádrže (Graf č. 2) se dlouhodobě mírně zvyšují, velice žádoucí by ale byl opačný trend. Vzhledem k absenci antropogenního znečištění v povodí nad nádrží, způsobuje zvyšování koncentrací fosforu v přítoku pravděpodobně snižování množství přitékající vody v důsledku klimatické změny. Dostatek živin vedoucí k rozvoji biomasy sinic v letních a podzimních měsících má negativní vliv na průhlednost nádrže, vznik kyslíkových deficitů v hlubších vrstvách nádrže a zvýšení hodnot chlorofylu a. Hlavním faktorem zhoršení kvality vody v nádrži byla manipulace s výškou vodní hladiny a zvýšení dostupnosti živin ze dna nádrže. Při standardních podmínkách manipulace s vodou by ke zhoršování kvality vody v nádrži nemělo docházet ani v podmínkách globálních změn klimatu, při zvyšování průměrných teplot v oblasti a výskytu déletrvajících období bez srážek.

2.8 Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže - voda:

Současně prováděný monitoring kvality vody nádrže Landštejn, který zajišťuje Povodí Moravy, s. p. zahrnuje sledování fyzikálně-chemických parametrů 6-8 krát v průběhu vegetačního období na jednom místě nádrže. Hodnoty celkového fosforu na přítoku do nádrže jsou sledovány 1 krát měsíčně po celý rok. Takto prováděný monitoring dá dobrou představu o fungování nádrže z hlediska dlouhodobého cyklu, nemusí ale zachytit epizodní situace v kvalitě vodního prostředí, ke kterým v nádrži dochází především v důsledku výrazných změn klimatických podmínek. K zachycení epizodních situací by bylo vhodné zvýšit četnost odběrů především na přítoku do nádrže.

Pro zhodnocení kvality vody doporučujeme monitoring zachovat v cyklu odběrů cca 1x měsíčně ve vegetačním období (březen-říjen) tzn. 8 odběrů. Vzhledem k velikosti vodní plochy dostačuje jedno vzorkovací místo v nejhlubší části nádrže. Mimo sledování základních fyzikálně-chemických parametrů ve vertikálním profilu přímo při odběru (teplota vody, obsah rozpuštěného kyslíku, hodnota pH, průhlednost vody a konduktivita) považujeme za stěžejní monitorovat i hodnotu celkového fosforu ve smíšeném vzorku epilimnia.

Z hlediska zlepšení kvality vody nádrže doporučujeme monitoring celkového fosforu na přítoku do nádrže navázat na intenzitu přítoku do nádrže (období sucha, zvýšený přítok do nádrže). Takto prováděné sledování by umožnilo lépe bilancovat celkové množství fosforu, které do nádrže přiteče.

2.9 Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže – plankton:

Současně prováděný monitoring kvality vody nádrže Landštejn, který zajišťuje Povodí Moravy, s. p. zahrnuje sledování abundance a biomasy planktonu 6-8 krát v průběhu vegetačního období na jednom místě nádrže.

Pro zhodnocení rozvoje planktonních společenstev doporučujeme monitoring v měsíčním cyklu ve vegetačním období (březen-říjen) tzn. 8 odběrů, při zachování jednoho vzorkovacího místa. Z hlediska monitoringu rozvoje fytoplanktonu považujeme za stěžejní monitorovat koncentraci chlorofylu *a*, objemovou biomasu fytoplanktonu ($\text{mm}^3 \cdot \text{l}^{-1}$) a podíl sinic na celkové biomase fytoplanktonu.

Monitoring zooplanktonu v rozsahu prováděném v letech 2016 a 2017 považujeme za dostačující k vyhodnocení změn v druhové i velikostní struktuře společenstva.

2.10 Doporučení pro monitoring – rybí společenstvo:

Cílem ichtyologického monitoringu je získání kvalitativních a kvantitativních údajů, které spolu s informacemi z historických datových souborů umožní vyhodnotit trendy a tendence ve vývoji rybích 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. 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.

2.10.1 Frekvence, termín

Pro dané účely je plně postačující periodičita monitoringu 1x za 2-3 roky.

Nejvhodnějším termínem pro základní monitoring rybí obsádky je v období po výtěru většiny druhů ryb, tj. konec května až červen, kdy jsou tohoroční ryby ještě malé a nejsou součástí úlovku pomocí tenatních sítí. Současný lov adultních ryb a plůdku není vhodný jak z praktického hlediska z pohledu zpracování, navíc může při této invazní metodě docházet ke zbytečné decimaci cenného plůdku candáta či okouna. Pro hodnocení přirozené reprodukce pak vhodné zvolit následný doplňující monitoring v pozdějším období (červenec-srpen) zaměřený na tato stádia s využitím odpovídajících, méně invazních odlovných prostředků (plůdková zátahovka).

2.10.2 Způsoby monitoringu

2.10.2.1 Elektrolov

Pro odlov elektrickým agregátem je nutné zvolit podle dlouholetých zkušeností pracovníků útvaru rybníků 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 u každého z habitatových typů u daného typu nádrží by měla být minimálně 150-200 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 výrazné zpřesnění pro opakovaný monitoring v následných obdobích.

Jednoleté (1+) a starší ryby je třeba všechny druhově určit a zapsat jejich velikost. Velikost vzorků by měla být vždy jen taková, 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). Podle zkušeností z dané nádrže by tedy i délky úseků měly odpovídat potenciální velikosti úlovku. Ulovené ryby je třeba zvážit - pro možnost sledování i vývoje biomasy jednotlivých druhů všechny ryby z úlovku, nikoliv jen větší jedince.

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 odstranit a 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 hlediska časového hodnocení meziročního vývoje v rámci dané nádrže. I z toho důvodu je vhodné využití funkcí GPS přístroje, který automaticky zachytí časoprostorový průběh akce.

2.10.2.2 *Tenata*

Při odlovu tenaty v případě vodárenských nádrží s malou hustotou ryb v pelagiálu je z důvodu objektivity a srovnatelnosti výsledků jednoznačně podmínkou instalovat síť 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 použita tenata s poli o různé velikosti ok (tzv. „víceočková“; Nordic multimesh gillnets, 12 polí, 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 40-50 ha lze doporučit aplikaci minimálně 8 tenat (4 bentická, 4 pelagická) s vědomím nutnosti zpracování materiálu následující den. Umístění sítí v jednotlivých nádržích by mělo v zásadě vycházet z dlouholetých zkušeností pracovníků útvaru rybářství s přihlédnutím aktuálního stavu. Síť by měly být umístěny tak, aby efektivně lovily ryby, ale zároveň nedocházelo k jejich předčasné amortizaci - jemné tenatní síť 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 1.000 m² tenatní sítě za noc, což umožní srovnatelnost výsledků jak mezi nádržemi, tak především z hlediska časového srovnání meziročního vývoje v rámci dané nádrže.

2.10.2.3 *Plůdková zátahovka*

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 zátahové sítě. Plůdek se v létě nachází již v juvenilní periodě a tudíž se již poměrně snadno a hlavně spolehlivě druhově určuje. V červenci postačí zátahová 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 zátahovou sítí je možné vzorkovat i místa s vodní vegetací, pokud není příliš hustá

K vyhodnocení juvenilních stádií kaprovitých druhů ryb lze použít následující klíč.

2.10.2.5 *Značení ryb*

Na základě dosavadních zkušeností při studiu rybích obsádek v nádržích lze doporučit nutnost ověření úspěšnosti přirozené reprodukce a vysazování dravých druhů ryb. Pro tyto účely je vhodné využít značení ryb pomocí Alizarinové červeně (metodicky blíže viz Halačka a kol, 2017). Vysazované ryby se před vysazením označí barvivem, po předpokládané aklimatizaci a disperzi jedinců (tj. po několika týdnech) je proveden kontrolní odlov (elektrolov, plůdková zátahovka). 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).

V případě štiky je vzhledem k tomu, že výtěr a následná lokalizace tohoto ročních jedinců je soustředěna do příbřežních vegetací zarostlých partií nádrže, vhodné k ověření úspěšnosti výtěru v daném roce využít i cílený monitoring (elektrolov, plůdková zátahovka) před vysazením.

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			10	10	11																							
PERLÍN	8	9		10	11																							
BOLEN						12	13	14																				
OUKLEJ	8									16	17	18	19															
CEJNEK	8												19	20	21	22	23											
CEJN		8																							26	27	28	

	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	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4		
PLOTICE				1	2	3	4	5	6																														
PERLÍN	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8																												
BOLEN																																							
OUKLEJ		8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2																							
CEJNEK					2	3	4	5	6	7	8	9	0	1																									
CEJN																																							

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

Obrázek č.3: Výběr míst k monitoringu na příkladu VN Landštejn



Úseky sledované v rámci monitoringu konkrétní 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, velikosti nádrže a potřeby zahrnout odpovídající spektrum habitatů. 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 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, MENDELU, apod.).

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

2.11 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 potřebný podíl dravých druhů ryb větší než 1/3 biomasy obsádky.

2.11.1 Snížení četnosti planktonofágních druhů ryb

2.11.1.1 Odlov

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), konzumace (krmivo, potravina)). 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 ponořených 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.

Elektrolov

Elektrolov je vhodnou metodou hromadných odlovů v případě, že dochází k lokálnímu nahromadění většího počtu ryb, jako zejména při výtěru a výtěr je omezen pouze 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.

Nevýhodou elektrolovu je nízká vodivost vody na vodárenských nádržích s dobrou kvalitou vody, což způsobuje výrazné omezení lovného dosahu. Současně poměrně nízká hustota ryb cílových druhů v těchto typech nádrží dále snižuje efektivitu tohoto způsobu odlovu. Z těchto důvodů nelze využití elektrolovu doporučit.

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 písčitým až štěrkovitým dnem, bez kamenů, pařezů a jiných překážek. Hustá vodní vegetace je rovněž překážkou pro efektivní odlov. Kromě toho nízká hustota ryb cílových druhů v těchto typech nádrží omezuje efektivitu tohoto způsobu odlovu.

Vzhledem k výše uvedeným důvodům nelze u tohoto typu nádrží k danému účelu odlov zátahovou sítí doporučit.

2.11.1.2 *Manipulace s vodní hladinou*

Výskyt zejména fytofilních 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.

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 nejhodnější 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 a vede ke zvýšení trofie nádrže. 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.

Realizace výše uvedených opatření jsou závislé na dostatečném přítoku vody do dané nádrže. Vzhledem k současné hydrologické situaci, kdy je třeba s objemy vod v nádržích zacházet velmi úsporně, se tato metoda jeví jako nereálná. Bylo by možné o ní uvažovat jen v případě, kdy by ke změnám ve výšce hladiny mělo dojít z jiných (například provozních) důvodů a bylo by možné jejich časově spojení.

2.11.1.3 *Sběr jiker*

Snížení početnosti planktonofágních ryb tímto způsobem se prakticky týká pouze 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 tohotočasných jedinců okouna, v současnosti je jeví jako nepotřebný.

2.11.2 *Zvýšení četnosti dravých druhů ryb*

Jednotlivé druhy ryb

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

2.11.2.1 *Štika obecná*

Osídluje přibřežní 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.

Vytírá se v březnu až dubnu při teplotě 2-9°C na zaplavenou vegetaci, vývoj jiker trvá obvykle 10-20 dní. Přirozený výtěr v nádržích se považuje za nedostatečný, a proto se do nádrží obvykle pravidelně vysazuje. Naše sledování však naznačují, že alespoň v některých případech je přirozená reprodukce dostačující a kvantitativní zastoupení štik v dané nádrži je stabilní i při absenci dotačního vysazování.

Lze tedy důrazně doporučit v případě štiky pravidelnou kontrolu úspěšnosti možné přirozené reprodukce a následně provést korekci způsobu zarybňování.

Štika je aktivní je během dne, její potravu tvoří zejména drobné kaprovité a okounovité ryby. Spolu s bolenem patří k hlavním druhům řízené rybí obsádky.

Optimální početnost v nádrži souvisí zejména s délkou a charakterem břehové linie, obecně lze pro daný typ doporučit přítomnost cca 3-5 kusů adultních jedinců na 100 m břehu, čemuž je třeba přizpůsobit počet vysazovaných ryb podle minimálních doporučených hodnot v tabulce č. 1, při vyšší četnosti stoupá nebezpečí kanibalismu.

2.11.2.2 *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 trdlišť vyhledává proudivé úseky se šterkovitým 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 třeba jako reprodukčního materiálu nutno využít generační ryby z dané nádrže, preferováno by mělo být vysazování ryb větších ryb. 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 anebo u dna.

Patří se štikou k hlavním druhům řízené rybí obsádky. Jeho optimální početnost v nádrži souvisí s její plochou, doporučit lze přítomnost 1 adultního jedince na 1 ha čemuž je třeba přizpůsobit počet vysazovaných ryb podle maximálních doporučených hodnot v tabulce č. 1.

2.11.2.3 *Candát obecný*

Žije při dně, s výjimkou velkých jedinců v hejnech, je aktivní 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 písčitém, šterkovitým či hlinitým dnem, samec před výtěrem buduje „hnízdo“ tj. očistí dno a kořínky rostlin. Výtěr probíhá v párech, samec vytřené jikry hlídá a čistí před nánosy.

V nádržích tohoto typu lze předpokládat úspěšnou přirozenou reprodukci, její úspěšnost však bude do zásadní míry ovlivněna klimatickými poměry v daném roce. V případě vysazování je třeba preferovat větší jedince (Ca2), vzhledem k chování vysazovaných jedinců (jedinci vytvoří hejno, v němž zůstávají po několik desítek dní a mají tendenci plavat směrem k odtoku) lze doporučit hromadné vysazení v dopoledních hodinách (omezení výše ztrát predací především okouna) v dostatečné vzdálenosti od odběrového místa vody z nádrže (eliminace průniku jedinců do odtoku). V případě, že počet jedinců v nádrži neodpovídá intenzitě vysazování je třeba před dalším vysazením realizovat podrobnější studium příčiny ztrát.

Potravou candáta jsou především drobné kaprovité a okounovité ryby, které loví převážně v blízkosti dna.

Optimální početnost v nádrži bude záviset (za předpokladu absence hlubokých hypoxických částí) zejména na její ploše, u daného typu lze doporučit přítomnost 2-3 adultních jedinců na 1 ha. Tomu je třeba přizpůsobit počet vysazovaných ryb v rámci doporučených hodnot v tabulce č. 1.

2.11.2.4 *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.

K úspěšné přirozené reprodukci v nádržích tohoto typu pravděpodobně nedochází a jeho výskyt je tak závislý na vysazování.

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).

Jeho optimální početnost v nádrži závisí (za předpokladu absence hlubokých hypoxických částí) zejména na její ploše, u daného typu lze doporučit přítomnost 1 adultního jedince na 1 ha, čemuž je třeba přizpůsobit počet vysazovaných ryb podle maximálních doporučených hodnot v tabulce č. 1.

2.11.2.5 *Okoun říční*

Obvykle obývá příbřežní partie, v nádržích jej však lze nalézt i na volné vodě nebo u dna.

Vzhledem k tomu, že typickým výtěrovým habitatem jsou mělčí příbřežní partie s tvrdým (štěrk, písek) dnem, se v nádržích okoun obvykle přirozeně vytírá.

Juvenilní jedinci jsou velmi významní i jako planktonofágové s maximální aktivitou za úsvitu a při soumraku, kdy vytváří hejna migrující do příbřežních partií litorálu, větší jedinci bývají teritoriální. Vyskytují-li se v nádrži větší jedinci ve vyšší hustotě, mohou svoji predací působit jako významný negativní faktor během vysazování, zejména v případě candáta (C_{ar} , C_{a1}).

Potravou dospělců jsou drobné kaprovité a okounovité ryby, velmi rozšířený je u okouna i kanibalismus. Při nedostatku potravních ryb mohou tvořit významný podíl potravy rovněž planktonní i bentičtí bezobratlí.

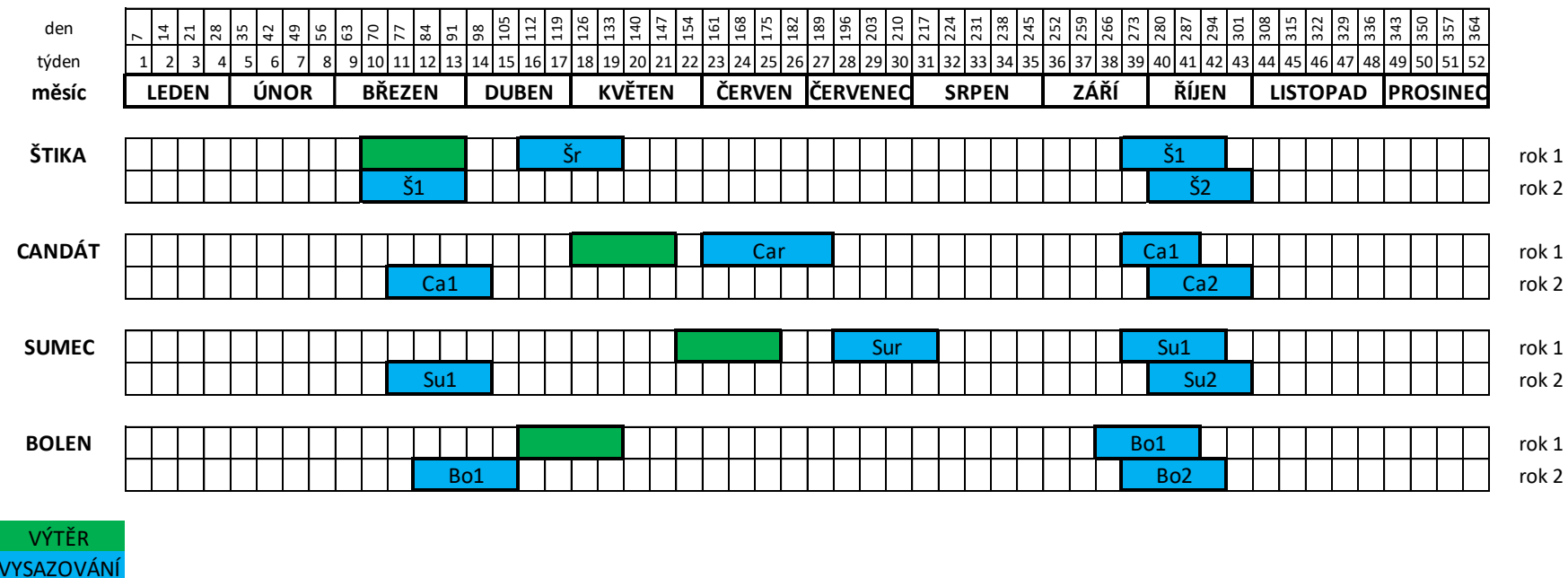
Jeho optimální početnost v nádrži bude záviset zejména na její ploše, doporučit lze přítomnost několika desítek adultních jedinců na 1 ha.

2.11.3 *Doporučená struktura obsádky a její stabilizace pro vodárenské nádrže typu Landštejn:*

- Kvalita vody v nádrži je poměrně dobrá, její kvalita není zásadním způsobem negativně ovlivňována antropogenními zdroji znečištění. Význam složení rybí obsádky pro zachování dostatečné kvality z toho důvodu může být využitelný a při správném uplatnění biomanipulačních opatření i relativně důležitý
- Hromadné odlovné prostředky jsou na nádržích typu „Landštejn“ málo účinné. Koncentrace planktonofágních druhů ryb na omezeném prostoru je malá a to i ve tření. Výtěr plotice probíhá na více místech nádrže. Početnost cejna velkého není vysoká a tření není příliš patrné. Koncentrace na trdlištích je nízká.

- V dané situaci, kdy je v nádrži silná populace žádoucího okouna říčního, není vhodné vysazovat násady dravých ryb v kategorii menší než je roček. Podle výsledků experimentů dochází během vysazování k intenzivní predaci vysazeného plůdku okounem a vysazování se míjí účinkem.
- Početnost štiky je poměrně vysoká a další vysazování by se vzhledem k jejímu kanibalismu významně neprojevovalo na zvýšení její početnosti.
- Candát se v nádrži i přes vysazování nevyskytuje, příčinou je pravděpodobně současný systém vysazování. V budoucnu bude třeba při vysazování candáta preferovat větší jedince, místo vysazení posunout k přítokové části. Úspěšnost vysazování bude vhodné monitorovat.
- Pro stabilizaci obsádky vodárenské nádrže typu Landštějn je vhodné použít strategii vysazování uvedenou v navazujícím schématu vysazování dravých druhů ryb a početnost nasazovaných jednotlivých druhů ryb uvedenou v následné tabulce. Obecně je možné ještě doporučit upřednostnění nasazování jarních násad nebo dvouletých ryb.

Schéma č. 1: Doporučené vysazování dravých ryb:



Tabulka č. 1. Doporučné množství nasazovaných ryb jednotlivých druhů a velikostí.

	kod	označení	velikost	hmotnost	cena	ks/100m
ŠTIKA	Šr	rychlený plůdek	3 - 4 cm	3 - 5 g	3 Kč/ks	75-150
	Š1	roček (podzimní lovení)	15 - 25 cm	50-150 g	160 Kč/kg	8-15
	Š1	roček (jarní lovení)	15 - 25 cm	50-150 g	160 Kč/kg	8-15
	Š2	násada	40 - 50 cm	500 - 1000 g	160 Kč/kg	4-8

	kod	označení	velikost	hmotnost	cena	ks/ha
CANDÁT	Car	rychlený plůdek	2 - 3 cm	1 - 3 g	5 Kč/ks	100 - 300
	Ca1	roček (podzimní lovení)	8 - 15 cm	10 - 30 g	1 Kč/cm	15 - 30
	Ca1	roček (jarní lovení)	8 - 12 cm	10 - 30 g	1 Kč/cm	15 - 30
	Ca2	násada	20 - 25 cm	100 - 150 g	340 Kč/kg	5 - 10

	kod	označení	velikost	hmotnost	cena	ks/ha
SUMEC	Sur	rychlený plůdek	3 - 5 cm	2 - 5 g	0,70 Kč/ks	50 - 100
	Su1	roček (podzimní lovení)	10 - 20 cm	50 - 200 g	0,80 Kč/cm	5 - 10
	Su1	roček (jarní lovení)	10 - 20 cm	50 - 200 g	0,80 Kč/cm	5 - 10
	Su2	násada	25 - 40 cm	300 - 500 g	190 Kč/kg	3 - 5

	kod	označení	velikost	hmotnost	cena	ks/ha
BOLEN	Bo1	roček (podzimní lovení)	8 - 12 cm	10 - 20 g	4 Kč/ks	10 - 20
	Bo1	roček (jarní lovení)	8 - 12 cm	10 - 20 g	4 Kč/ks	10 - 20
	Bo2	násada	15 - 25 cm	100 - 200 g	70 Kč/kg	5 - 10

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 Landštějň 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 obsádku.

Metodika zahrnuje doporučení pro monitoring kvality vody v nádrži, a to včetně monitoringu planktonního společenstva, 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 Landštějň.

4. Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena pro správce a uživatele vodárenských nádrží typu Landštějň. Jedná se o malé vodárenské nádrže vybudované na vodním toku 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., Mendelovou univerzitou v Brně a podnikem Povodí Moravy s. p. se sídlem v Brně.

5. Ekonomické aspekty:

Předpokládané ekonomické a další přínosy jsou v zefektivnění monitoringu kvality vody ve vodárenské nádrži a monitoringu a realizovaných zásahů týkající se společenstva ryb. Jedná se zejména o frekvenci, počet parametru a počet odběrných míst v rámci vzorkování kvality vody. Dále zejména 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 cena vody dodávané z vodárenských nádrží vodárenským společenstvem neodráží její kvalitu, 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 nádrží typu Landštějň.

6. Poděkování

Metodika vznikla za finanční podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum, projektu QJ1620240 Aplikace biomanipulací s využitím "top-down" 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.
- CARLSON, R.E. a SIMPSON. J. (1996): A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society. 96 pp.
- 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.
- GERIŠ, R., KOSOUR, D. (2015): nadměrný rozvoj sinic a řas ve dřívě oligo – mezotrofní nádrži Landštejn. In: Vodárenská biologie 2015, 4. – 5. února 2015, Praha, Česká republika, Říhová Ambrožová, J., Petráková Kánská, K. (edit.), 95-99.
- 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: threshold 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.
- 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.
- MARVAN, P. (1957): K metodice kvantitativního stanovení nanoplanktonu pomocí membránových filtrů.– *Preslia* 29: 76–83.
- 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, (2006): *Manipulační řád pro vodní dílo Hamry na Chrudimce v ř.km 93,133*. Nepublikováno, 35 s.
- POVODÍ LABE, státní podnik, (2009): *Zpráva o průběhu účelového rybářského hospodaření v roce 2009*. Nepublikováno, 15 s.
- PŘIKRYL, I. (2006): Metodika odběru a zpracování vzorků zooplanktonu stojatých vod. Metodika VÚV TGM Praha, 14 s.

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 Landštejn

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 978-80-7509-624-1