

**Ústav biologie obratlovců AV ČR
Mendelova univerzita v Brně**

Certifikovaná metodika

METODIKA R20/2018

**Plán hospodaření na malých vodárenských nádržích typu Bojkovice
a Ludkovice**

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 R20/2018

**N_{MET} - CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 25. 1. 2019 dle certifikace MZe
5227/2019 – 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 978-80-7509-623-4

Obsah:

1. Cíl metodiky	4
2. Popis metodiky	5
2.1. Charakteristika nádrže VD Bojkovice	5
2.2. Charakteristika nádrže VD Ludkovice	5
2.3. Nádrže na našem území s podobnou charakteristikou	6
2.4. Kvalita vody	6
2.4.1. Monitoring jednotlivých parametrů	6
2.4.2. Fyzikálně-chemické parametry	7
2.5. Planktonní společenstva	10
2.5.1. Monitoring jednotlivých parametrů	10
2.5.2. Fytoplankton	11
2.5.3. Zooplankton	13
2.6. Rybí společenstvo	14
2.7. Zhodnocení kvality vody nádrže	14
2.8. Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže – voda	15
2.9. Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže – plankton	16
2.10. Doporučení pro monitoring – rybí společenstvo	16
2.10.1. Frekvence, termín	16
2.10.2. Způsoby monitoringu	17
2.10.3. Značení ryb	20
2.11. Manipulační zásahy v rámci rybí obsádky	22
2.11.1. Snížení četnosti planktonofágních druhů ryb	22
2.11.2. Zvýšení četnosti dravých druhů ryb	24
2.11.3. Doporučená struktura obsádky a její stabilizace pro vodárenské nádrže typu Bojkovice a Ludkovice	26
3. Srovnání novosti postupů	30
4. Popis uplatnění metodiky	30
5. Ekonomické aspekty	30
6. Poděkování	31
7. Seznam použité literatury	32
8. Seznam předcházejících publikací	34

1. Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout správcům a uživatelům malých vodárenských nádrží typu Bojkovice a Ludkovice na základě současné úrovně poznatků a realizovaného výzkumu při řešení projektu metodickou pomůckou pro optimalizace monitoringu kvality vody v těchto nádržích. Dále pak návrh metodiky monitoringu rybího společenstva, optimalizaci zásahů pro omezení nežádoucích druhů ryb a posílení stavu vhodných rybích druhů pro dosažení topdown 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 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 predančním 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 Bojkovice

Přehrada Bojkovice na potoce Kolelač se nachází asi 2 km severovýchodně od obce Bojkovice. Výstavba probíhala od října 1963 do prosince 1966. Vzhledem k primárně vodárenským účelům byla lokalizována na toku s převážně zalesněným povodím a bez soustředěné zástavby.

2.1.1. Základní technické parametry vodního díla hydrologické údaje

Plocha povodí: 14 km²

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

Zásobní prostor při kótě hladiny: 321 m n. m. – 0,77 mil. m³

Plocha: 15 ha

Celkový ovladatelný objem nádrže: 0,97 mil. m³

Hloubka maximální u hráze: 15,2 m

Teoretická udávaná doba zdržení vody v nádrži: cca 108 dnů

2.2. Charakteristika nádrže VD Ludkovice

Vodárenská nádrž Ludkovice na Ludkovickém potoce se nachází nad stejnojmennou obcí a je jednou z nejmenších nádrží v celém povodí Moravy. Nádrž byla vybudována v 60. letech minulého století, kdy se hledaly nové zdroje vody pro pokrytí potřeby vody regionu Luhačovice a okolí. Protože nádrž měla sloužit vodárenským účelům, byl pro její výstavbu vybrán potok, jehož povodí je většinou zalesněné a bez soustředěné zástavby. Hlavním účelem vodního díla je zajistit dostatek vody pro skupinový vodovod Luhačovice a zajistit minimální průtok v toku pod hrází.

2.2.1. 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: 284 m n. m. – 0,50 mil. m³

Plocha: 13 ha

Celkový ovladatelný objem nádrže: 0,69 mil. m³

Hloubka maximální u hráze: 14,7 m

Teoretická udávaná doba zdržení vody v nádrži: cca 73 dnů

Obě sledované nádrže jsou rozlohou malé, silně ovlivněné dotací živin z přítoků s malým potenciálem na vytvoření a udržení účelové rybí obsádky.

Obrázek 1 - Mapa nádrží Ludkovice a Bojkovice s vyznačením vzorkovacích profilů vzorkovaných v roce 2016 a 2017 (1 až 5), vzorkovací profily 1, 3, 6 až 9 jsou sledovány Povodím Moravy dlouhodobě). Profil 6 – Řetečovský potok, profil 7 - Ludkovický potok.



2.3. Nádrže na našem území s podobnou charakteristikou

Každá nádrž je svým způsobem originální, lze však v rámci určitých parametrů nalézt některé sobě blízké. Z nádrží na našem území, které jsou svým charakterem (zejména kvalita vody, plocha, objem, průměrný přítok, případně nadmořská výška) lze jmenovat například VN Jevišovice či VN Harcov.

2.4. Kvalita vody

2.4.1. 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 března až listopadu (6x až 7x) na jednom odběrovém místě. V cca měsíčním kroku v průběhu celého roku je sledována i kvalita vody hlavních přítoků do nádrže Ludkovice (Ludkovický a Řetečovský potok) a přítoků do nádrže Bojkovice (potok Kolečač a Vasilský potok).

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

2.4.2. Fyzikálně-chemické parametry

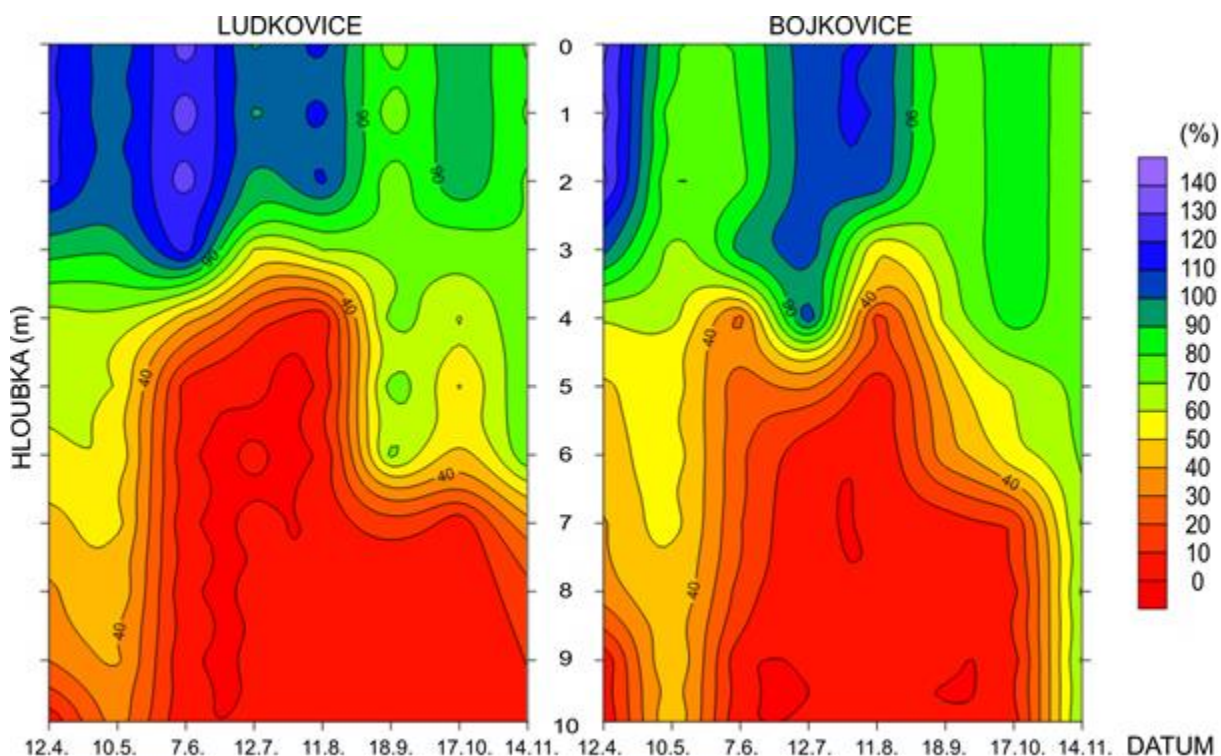
Stěžejním parametrem z hlediska životních podmínek pro vodní organizmy je koncentrace rozpuštěného kyslíku. Jak je patrné z grafu č. 1, je po celou vegetační sezonu dostatečný obsah kyslíku v hladinové vrstvě nádrží. Z pohledu obsahu kyslíku jsou problematické především vrstvy vody u dna nádrží, kdy se od konce května do konce vegetačního období vyskytují u dna nádrží kyslíkové deficity. Díky zdržení vody v nádržích od 70 do 110 dnů nedochází většinou v průběhu roku k promísení vody v nádržích a přísunu kyslíku do hlubších pater nádrže. Po celé vegetační období dochází v nádrži ke kyslíkové stratifikaci, kdy v závislosti na aktuálních podmínkách prostředí je vrstva od 4 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, při prvním zvýšení biomasy fytoplanktonu, pohybuje v zásadité oblasti nad pH 8. Po období clear water s postupným rozvojem převážně společenstva sinic vodního květu nedochází již k tak výraznému zvyšování hodnot pH v hladinové vrstvě. Maximální hodnoty pH v letních měsících dosahují hodnot pod pH 8, ale 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 negativního vlivu na společenstvo ryb.

Teplota vody v nádržích je mimo roční období ovlivněna i intenzitou přítoku a teplotou přitékající vody. V letních měsících dochází na nádržích ke standardní letní stratifikaci, kdy rozdíl teplot mezi hladinou a dnem může být i v rozsahu 15 °C. Vzhledem k typu nádrží s průměrnou délkou zdržením vody a nižší průměrnou hloubkou, většinou nedochází v nádržích v letním období k promísení celého vodního sloupce a teplotní stratifikace se udržuje po celé vegetační období.

Hodnoty sledovaných fyzikálně-chemických parametrů v hladinové vrstvě VN Bojkovice a Ludkovice odpovídají danému typu nádrží a jsou srovnatelné s obdobnými nádržemi v ČR. Vyšších hodnot je dosahováno u koncentrace celkového železa, amoniakálního dusíku a obsahu organických látek. Tento stav je zapříčiněn antropogenním znečištěním přítoků do obou nádrží převážně v důsledku nefunkčních ČOV.

Graf č. 1 - Obsah rozpuštěného kyslíku (mg.l^{-1}) u hráze nádrže Bojkovice a Ludkovice v průběhu roku.



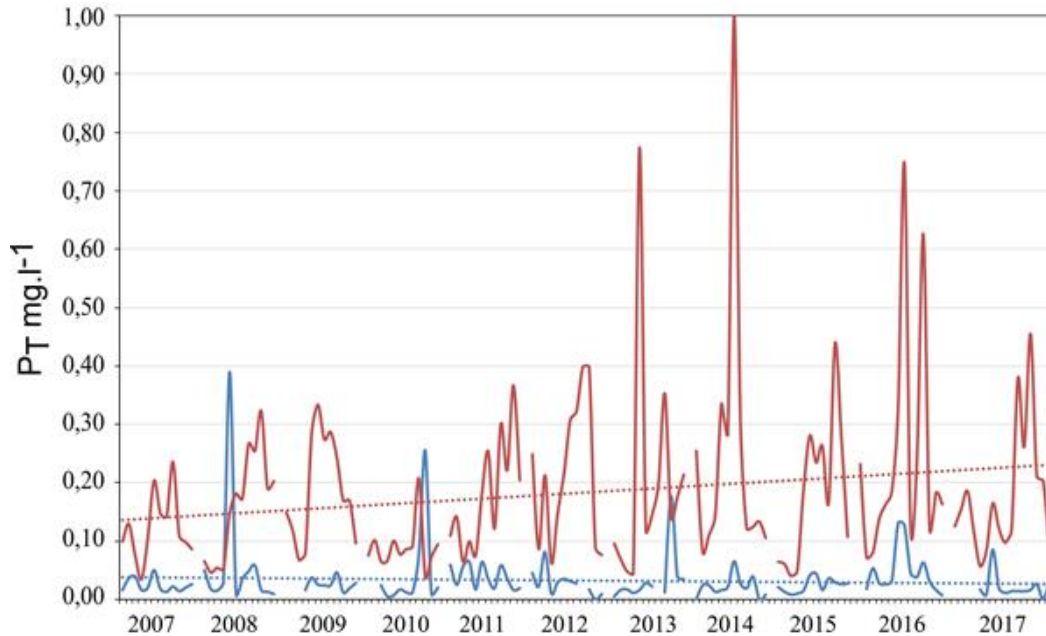
Jedním z hlavních faktorů ovlivňující kvalitu vody v nádrži je množství dostupných živin, především fosforu, který bývá nejčastějším limitujícím faktorem rozvoje fytoplanktonu. Stěžejním faktorem je množství fosforu v přítokové vodě do nádrže. Graf č. 2 a č. 3 ukazuje hodnoty celkového fosforu v přítocích do nádrží. Koncentrace celkového fosforu jsou velmi vysoké vyjma Vasilského potoka. Potok Kolelač obdobně jako Řetečovský potok mají negativní trend zvyšování koncentrace fosforu v průběhu sledovaného období. Ludkovický potok sice nevykazuje negativní trend zvyšování obsahu celkového fosforu, ale naměřené hodnoty jsou velmi vysoké. Hlavním zdrojem zvýšených koncentrací fosforu v přítokové vodě jsou špatně fungující ČOV.

Na základě průměrných přítoků v jednotlivých letech do nádrží Bojkovice a Ludkovice a průměrné hodnotě celkového fosforu v přítokové vodě přiteklo v letech 2007-2017 do nádrže Bojkovice kolem 150 kg fosforu ročně a do nádrže Ludkovice kolem 230 kg fosforu za rok. Po přepočtu na plochu nádrže dostaneme hodnoty ($1,1 \text{ g P}_T \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ Bojkovice, $2,1 \text{ g P}_T \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ Ludkovice) mnohem vyšší, 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 nádržích Bojkovice a Ludkovice 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.

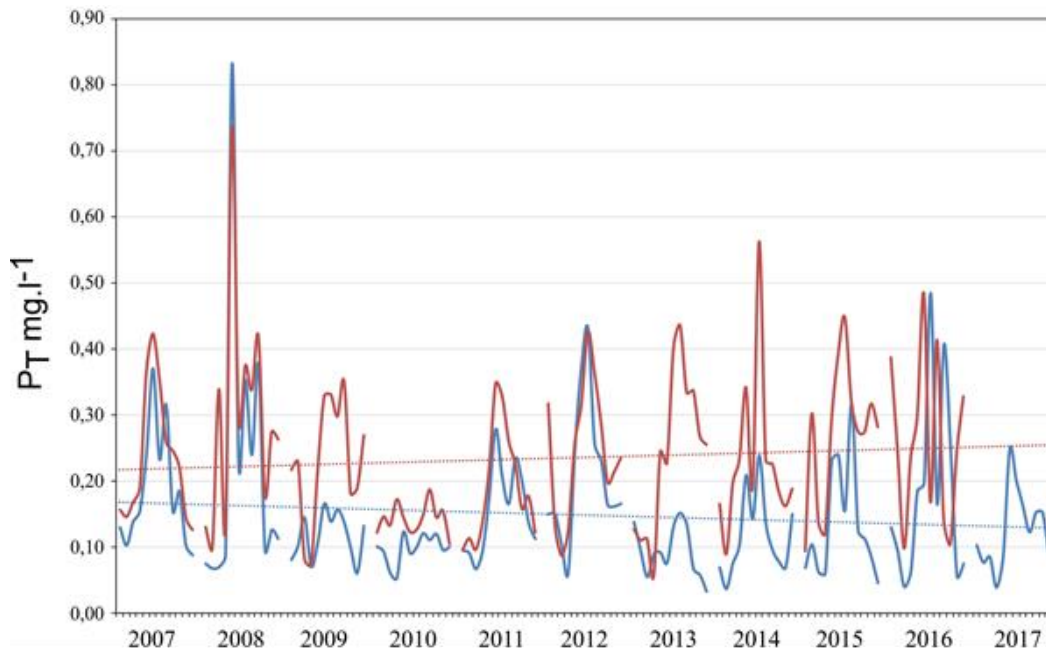
Z hlediska dlouhodobého sledování vývoje kvality vody v nádržích Bojkovice a Ludkovice lze za problematický považovat postupný trend snižování hodnoty průhlednosti vody (Graf č. 4). Nižší průměrné hodnoty průhlednosti vody indikují vyšší

rozvoj fytoplanktonního společenstva, což je na vodárenských nádržích jednoznačně negativní trend. Tento stav je nejvíce ovlivněn neklesajícím přísunem živin z povodí nádrží a rovněž zvyšováním průměrných teplot prostředí způsobených globálními změnami klimatu.

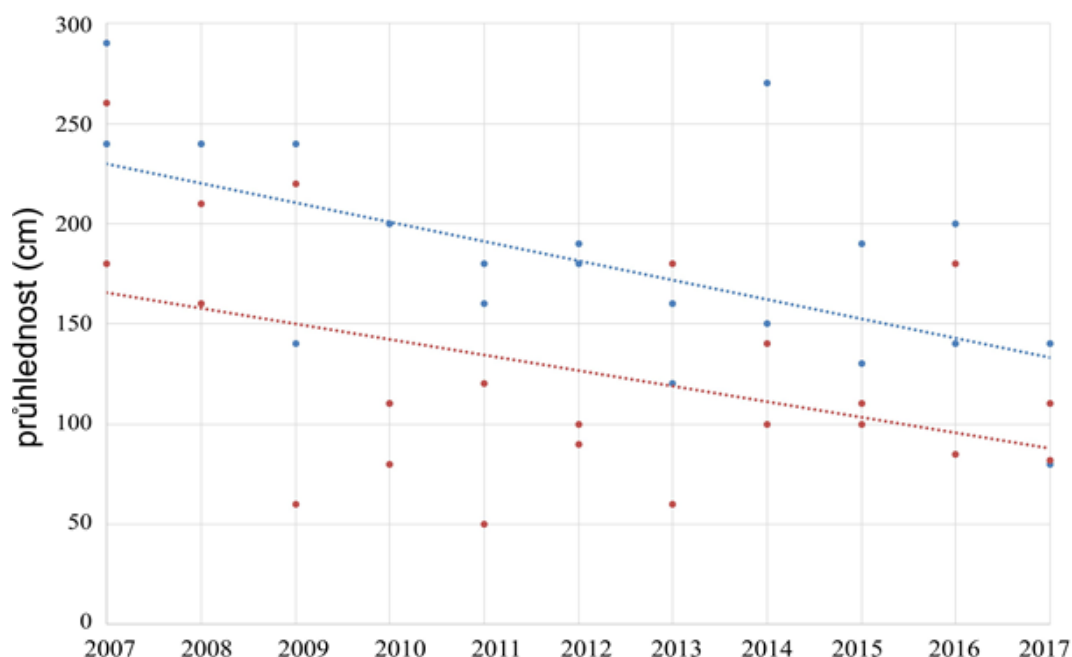
Graf č. 2 - Celkový fosfor v přítocích (Vasilský potok - modrá barva, potok Kolelač – červená barva) do nádrže Bojkovice v letech 2007 až 2017.



Graf č. 3 - Celkový fosfor v přítocích (Ludkovický potok - modrá barva, Řetečovský potok – červená barva) do nádrže Ludkovice v letech 2007 až 2017.



Graf č. 4 - Trend vývoje průhlednosti vody nádrží Bojkovice a Ludkovice z let 2007 až 2017.



2.5. Planktonní společenstva

2.5.1. Monitoring jednotlivých parametrů

V rámci standardního monitoringu prováděném každoročně pracovníky Povodí Moravy jsou odebírány vzorky pro stanovení fytoplanktonu 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 bývá prováděno ve vzorku konzervovaném Lugolovým roztokem za využití reverzního optického mikroskopu a vyjádřeno v počtu buněk v 1 ml.

Sledování zooplanktonu na nádržích Ludkovice a Bojkovice není pracovníky Povodí Moravy prováděno. Ke zjištění aktuálního stavu zooplanktonního společenstva byl ve vegetačním období roku 2016 proveden kvantitativní odběr vzorků zooplanktonu vertikálním tahem 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). Analýza zooplanktonu byla provedena 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.

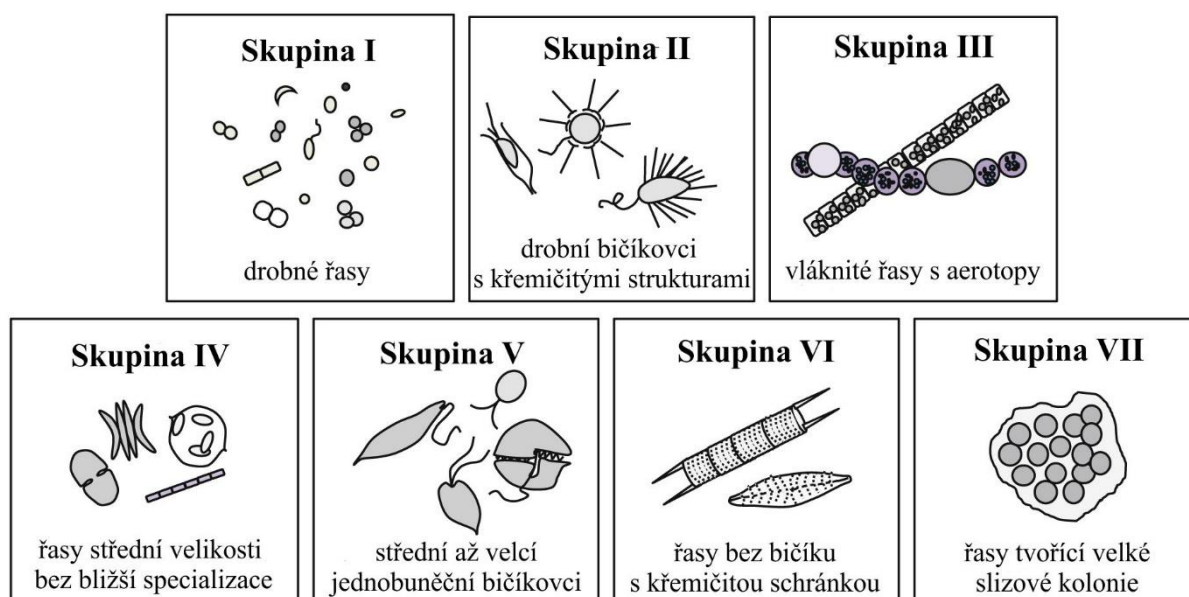
K vyhodnocení kvality vody nádrží Bojkovice a Ludkovice byly využity údaje o jednotlivých parametrech prostředí z let 2007 až 2017.

2.5.2. Fytoplankton

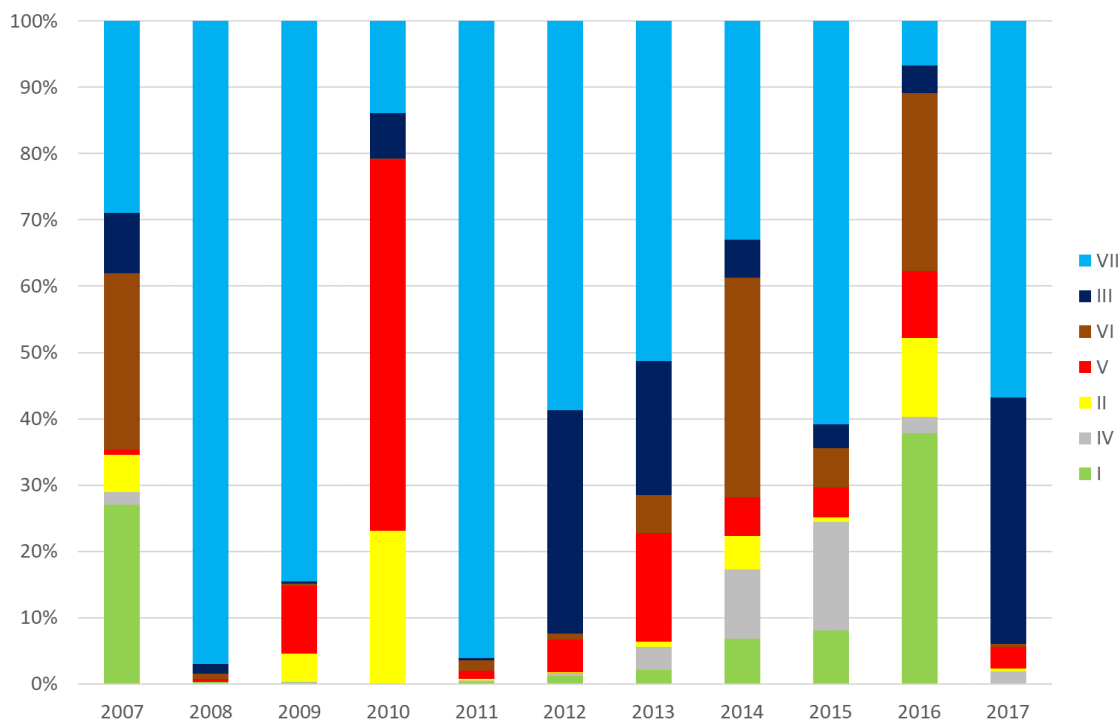
Společenstvo fytoplanktonu nádrží Bojkovice a Ludkovice je v jarním období tvořeno převážně skrytčkami, rozsivkami a zlativkami, v průběhu nejteplejších měsíců roku pak bývá doplněno či nahrazeno planktonními sinicemi. V případě teplotně nadprůměrných let pak abundance sinic běžně přesahuje 100 tisíc buněk v 1 ml hladinové vrstvy a stoupají i hodnoty chlorofylu a. V oblasti přítoku znečištěných potoků do nádrží je biomasa fytoplanktonu často významně vyšší než u oblasti hráze.

Pokud rozdělíme společenstvo fytoplanktonu nádrží Bojkovice a Ludkovice 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 (grafy č. 5 a 6). Tato skupina je velmi odolná vůči predančnímu tlaku zooplanktonu a zástupci ostatních funkčních skupin se na nádržích Bojkovice a Ludkovice vyskytují v minoritním zastoupení.

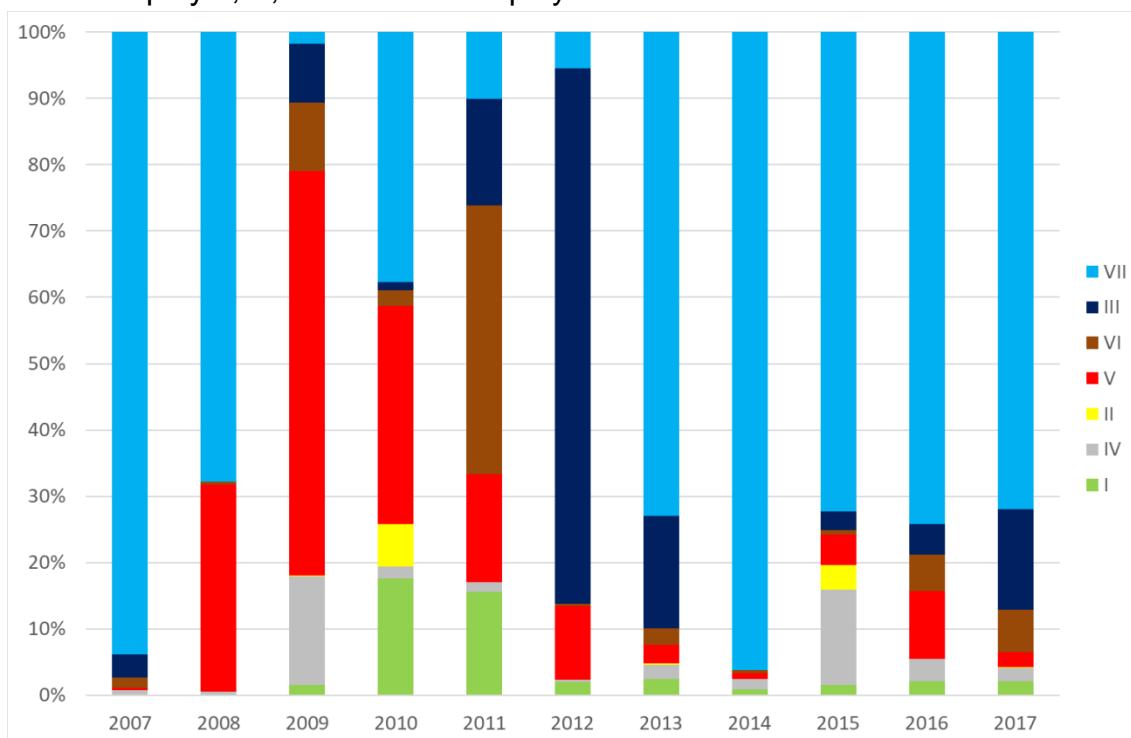
Obrázek č. 2 - Rozdělení fytoplanktonu do funkčních skupin na základě morfologie. Vnímavost k predančnímu tlaku zooplanktonu vysoká - skupiny I a IV, střední - skupiny II, V, VI a nízká - skupiny III a VII (upraveno dle KRUK a SEGURA 2012; KRUK et al. 2010, 2017; COLINA et al. 2016)



Graf č. 5 - Rozdělení fytoplanktonu nádrže Bojkovice v letech 2007 až 2017 do funkčních skupin na základě morfologie (v procentech průměrného počtu buněk dané skupiny za rok). Vnímatost k predáčnímu tlaku zooplanktonu vysoká - skupiny I a IV, střední - skupiny II, V, VI a nízká - skupiny III a VII.



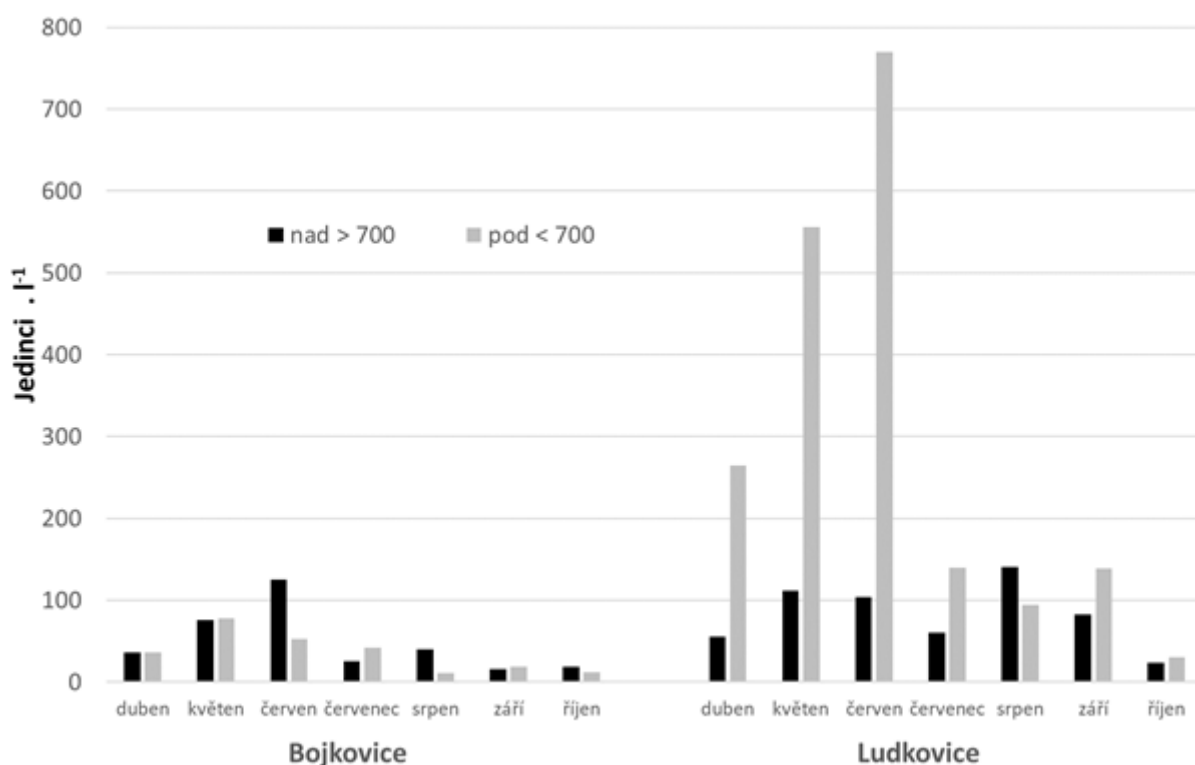
Graf č. 6 - Rozdělení fytoplanktonu nádrže Ludkovice v letech 2007 až 2017 do funkčních skupin na základě morfologie (v procentech průměrného počtu buněk dané skupiny za rok). Vnímatost k predáčnímu tlaku zooplanktonu vysoká - skupiny I a IV, střední - skupiny II, V, VI a nízká - skupiny III a VII.



2.5.3. Zooplankton

Jak je patrné z grafu. č. 7, tak celková abundance zooplanktonu na nádrži Bojkovice je nízká i když velikostní struktura zooplanktonu je z hlediska zlepšování kvality vody příznivá s mírnou převahou velikostně větších druhů. Naopak u nádrže Ludkovice převažují velikostně menší druhy s převahou zástupců ze skupiny vířníků a celková abundance zooplanktonu je výrazně vyšší než u nádrže Bojkovice. Hlavními rody nádrží Bojkovice a Ludkovice jsou *Bosmina*, *Daphnia*, *Asplanchna*, *Conochilus*, *Polyarthra*, *Keratella*, *Trichocerca* a nauplia *Cyclopoida*.

Graf č. 7 - Počet jedinců zooplanktonu (nad a pod 700 μm) na nádrži Landštejn v průběhu vegetačních sezóny 2016.



2.6. Rybí společenstvo

Monitoring rybího společenstva je na nádrži Bojkovice a Ludkovice prováděn téměř 20 let pracovníky podniku Povodí Moravy s. p. pomocí sady standardních nordických tenatních sítí (pelagické a bentické) a elektrolovem pomocí hlubinného agregátu z lodě podél břehové linie. Úlovky jsou hodnoceny semikvantativně.

V letech 2016 a 2017 probíhal nadto také monitoring ryb v rámci daného projektu. V nádržích Bojkovice a Ludkovice bylo zaregistrováno celkem 10 (VN Bojkovice) resp. 12 (VN Ludkovice) druhů ryb a jeden mezidruhový kříženec (plotice x cejn velký). Dominantním druhem v obou nádržích je plotice (četností i biomasou), resp. cejn velký, na nádrži Ludkovice je významně zastoupena i ouklej obecná.

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

Pro stanovení typu a ekologického potenciálu vodního útvaru Bojkovice a Ludkovice bylo nutné vyjít z jejich typologického zařazení v rámci vodních útvarů typu vodní nádrž dle BOROVICE 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 rybího společenstva. Index byl vypočten z dat získaných pomocí mnohoočkových 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 u VN Bojkovice 0,444, resp. 0,555 což odpovídá poškozenému, resp. střednímu potenciálu. V případě VN Ludkovice jsou tyto hodnoty 0,388, resp. 0,333, což odpovídá poškozenému potenciálu 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 vodárenských nádrží Bojkovice a Ludkovice poukázal na složitost a provázanost faktorů ovlivňujících kvalitu vodního prostředí. Velmi nekvalitní přítoková voda z potoků Kolelač, Ludkovický a Řetečovský nedává předpoklad udržení vysoce kvalitní vody v nádržích. Na nádrži Bojkovice je problematická především koncentrace amoniakálního dusíku, obsah organických látek a fosforu. Hlavním zdrojem těchto látek je přítok Kolelač, do kterého ústí velmi špatně fungující ČOV v obci Hostětín. Vysoký přísun živin způsobuje nadměrný rozvoj sinic a řas, zvyšuje se podíl organických látek ve vodě a v důsledku již zmiňovaných kyslíkových deficitů rovněž hodnoty železa, manganu a sulfanu, což způsobuje značné problémy úpravně vody. Na základě dlouhodobých dat Povodí Moravy lze na nádrži Bojkovice sledovat trend zhoršování ukazatelů kvality vody, snižování průhlednosti a zvyšování obsahu chlorofylu a. Situace na nádrži Ludkovice je obdobná. Hlavním

znečišťovatelem této nádrže je nedostatečně funkční ČOV a kanalizace v obci Provodov. Vyšší koncentrace fosforu v přítoku způsobuje nadměrný rozvoj sinic a řas a problémy s kvalitou vody s tím spojené. Při úpravě vody na vodu pitnou je největším problémem vysoký podíl organických látek. Pokud nedojde ke zlepšení současného stavu v zatížení nádrží zdrojovými toky, nelze předpokládat ani pozitivní efekt biomanipulací v těchto nádržích.

Klíčovým faktorem pro zlepšení kvality vody v nádržích Bojkovice a Ludkovice je omezení dostupnosti živin, především fosforu. Hodnoty celkového fosforu na přítoku do obou nádrží jsou dlouhodobě vysoké, velice žádoucí by bylo omezení antropogenního znečištění v povodí nádrží. Dostatek živin vede k rozvoji biomasy sinic v letních a podzimních měsících a má negativní vliv na průhlednost nádrže, vznik kyslíkových deficitů v hlubších vrstvách nádrže a zvýšení hodnot chlorofylu *a*. V podmínkách globálních změn klimatu, při zvyšování průměrných teplot v oblasti a výskytu déletrvajících období bez srážek lze očekávat další zhoršování kvality vody v nádržích, projevující se dalším zvýšením biomasy sinic a zhoršením oxických podmínek především v hypolimniu nádrží.

2.8. Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže - VODA

Současně prováděný monitoring kvality vody nádrží Bojkovice a Ludkovice, který zajišťuje Povodí Moravy, s. p. zahrnuje sledování fyzikálně-chemických parametrů 6-8 krát v průběhu vegetačního období na jednom místě nádrže. Hodnoty koncentrace celkového fosforu na přítocích do nádrží 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. Rovněž tak nelze zachytit nárazový přísun znečištění v přítocích např. při vyšších vodních stavech. 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 směsném 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). Velice žádoucí by bylo vyřešit problematiku zdrojů způsobující zvyšování koncentrace fosforu a dalších znečišťujících látek v přítokové vodě do nádrží.

2.9. Doporučení pro monitoring kvality vody nádrže – PLANKTON

Současně prováděný monitoring kvality vody nádrží Bojkovice a Ludkovice, který zajišťuje Povodí Moravy, s. p., zahrnuje sledování abundance a biomasy fytoplanktonu 6-8 krát v průběhu vegetačního období na jednom místě nádrže. Zooplankton není na těchto nádržích monitorován.

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.

Současný stav kvality vody obou nádrží je nevyhovující především v důsledku antropogenního znečištění v povodí nad nádržemi. V případě realizace nápravných opatření a snížení znečištění na přítoku do nádrží bude biomanipulace s rybí obsádkou, ke zlepšení kvality vody, nabývat na významu. Z hlediska sledování účinnosti prováděných biomanipulací by pak bylo vhodné pravidelně monitorovat změny v abundanci a velikostní struktuře zooplanktonu uvedených nádrží.

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 periodicita 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 rybářství 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 úlovky 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 100-150 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 změřit 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 v odpovídajících skupinách (druhy, resp. významné velikostní kategorie) 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 objektivitu a srovnatelnosti výsledků jednoznačně podmínkou instalovat sítě přes noc (12 h expozice). Odlovy během dne vzhledem k menšímu efektu mají z hlediska monitoringu nižší vypovídací hodnotu.

Pro všeobecnou porovnatelnost by měly být použity 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 a 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 10-20 ha lze doporučit aplikaci minimálně 4 tenat (2 bentické, 2 pelagické) 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. 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 poničení 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 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.

KLÍČ K URČENÍ VYBRANÝCH DRUHŮ KAPROVITÝCH RYB

	počet ploutevnických 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	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						

2.10.3. Značení ryb

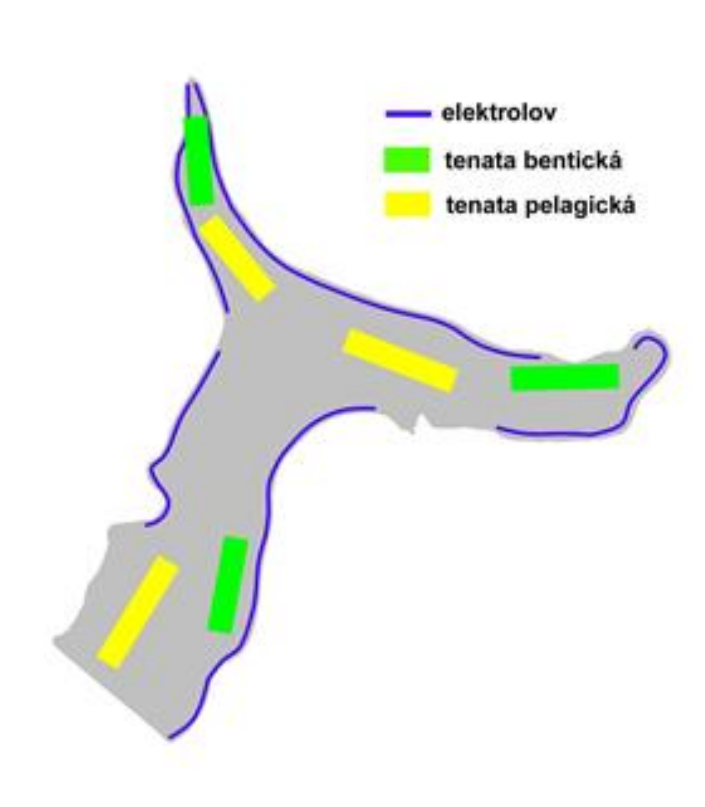
Na základě dosavadních zkušeností při studiu rybích obsádek v nádržích lze doporučit ověření existence přirozené reprodukce a úspěšnosti vysazování dravých druhů ryb. Pro tyto účely je vhodné využít značení ryb pomocí Alizarinové červeně (metodicky blíže viz HALAČKA a kol, 2017). Vysazované ryby se před vysazením označí barvivem, po předpokládané aklimatizaci a disperzi jedinců (tj. po několika týdnech) je proveden kontrolní odlov (elektrolov, plůdková zátahovka). Zejména v případě opakování monitoringu lze získat další informace, jakými je možný rozdíl v růstu a přežívání ryb z obou skupin.

Přímo na místě je pomocí přítomnosti či absence značení provedena kontrola, při níž se určí původ jedinců. 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 tohoročních jedinců je soustředěna do příbřežních vegetací zarostlých partií nádrže, možné k ověření úspěšného výtěru v daném roce využít i cílený monitoring (elektrolov, plůdková zátahovka) před vysazením.

Obrázek č.3 - Lokalizace monitoringu

Výběr míst k monitoringu na příkladu VN Bojkovice a Ludkovice



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 minimální 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 (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 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.

Vzhledem k profilu dna tohoto typu nádrže a poměrně nízké koncentraci cílových druhů ryb v reálně lovitelných úsecích se jeví elektrolov jako málo efektivní metoda k odstranění nežádoucích druhů ryb a nelze jej k danému účelu 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 písčítým až štěrkovitým dnem, bez kamenů, pařezů a jiných překážek. Hustá vodní vegetace je rovněž překážkou pro efektivní odlov.

Vzhledem k profilu dna nádrží tohoto typu nelze použití záťahové sítě k danému účelu 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 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 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 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 jeví jako nepotřebný.

2.11.2. **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.

2.11.2.1. *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.

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 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 trdliště 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 1-2 adultních jedinců 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, aktivní v noci.

Vytírá se od konce dubna do června při teplotě 5-12°C, vývoj jiker trvá obvykle 10-16 dní. Jako trdlišť vyhledává nezabahněná místa s písčítým, 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, čemuž 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 reprodukce 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 (Ca_r, Ca₁).

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.

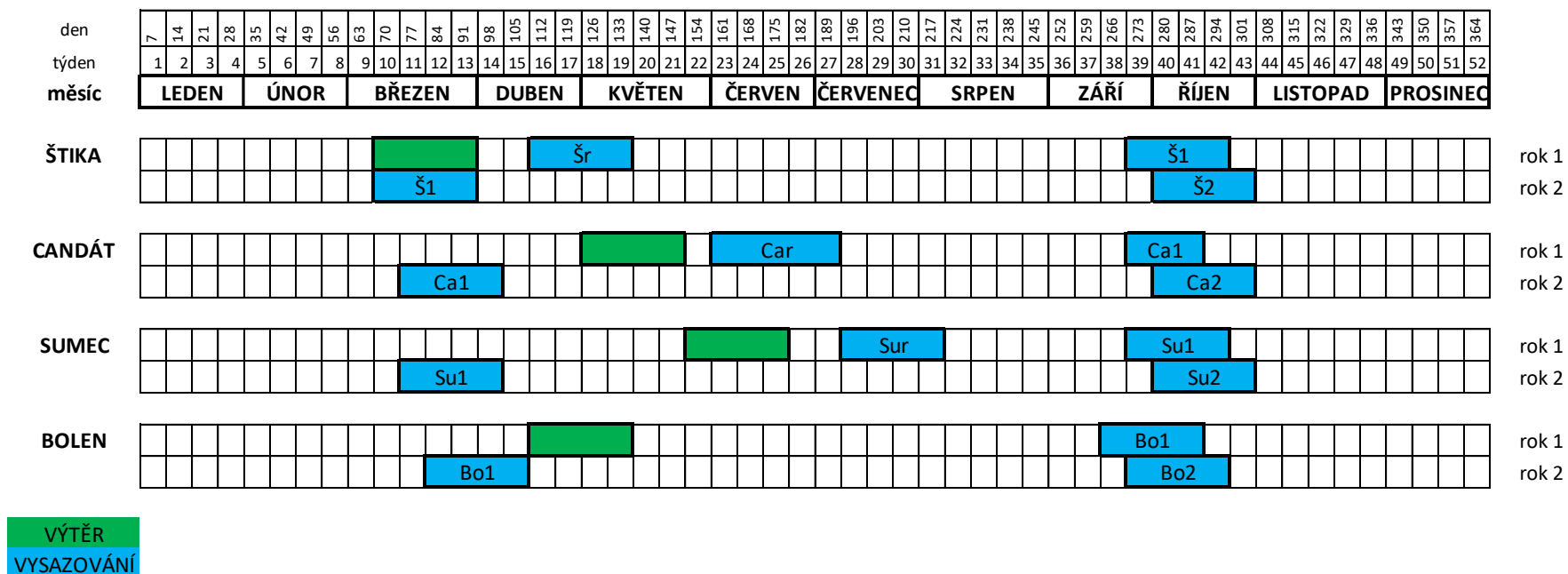
Jeho optimální početnost v nádrži bude záviset zejména na její ploše, doporučit lze přítomnost několika desítek adultních jedinců na 1 ha.

2.11.3. ***Doporučená struktura obsádky a její stabilizace pro vodárenské nádrže typu Bojkovice a Ludkovice:***

- Kvalita vody v nádržích je nízká a zásadním způsobem negativně ovlivňovaná antropogenními zdroji znečištění. Podíl složení rybí obsádky na formování dostatečné kvality vody je z toho důvodu nevýznamný.
- Zachování vhodného podílu dravců a tím vytvoření tlaku na omezení počtu ryb planktonofágních je však i za těchto podmínek vhodné s tím, že (a) v případě omezení důsledků negativních antropogenních faktorů bude dopracováno detailnější schéma postupů vhodných pro biomanipulace a (b) snížení potřebného predančního tlaku na planktonofágní ryby by vedlo k prohloubení negativních důsledků vysoké živinové zátěže na kvalitu vody těchto nádrží.
- Hromadné odlovné prostředky jsou na nádržích daného typu málo účinné. Koncentrace kaprovitých 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. Koncentrace kaprovitých ryb na omezeném prostoru je tudíž nízká a to i ve tření.

- Pro stabilizaci obsádky vodárenské nádrže typu Bojkovice a Ludkovice 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.

	kód	označení	velikost	hmotnost	cena	ks/100m
ŠTIKA	Šr	rychlý 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

	kód	označení	velikost	hmotnost	cena	ks/ha
CANDÁT	Car	rychlý 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

	kód	označení	velikost	hmotnost	cena	ks/ha
SUMEC	Sur	rychlý 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

	kód	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 vodárenských nádržích Bojkovice a Ludkovice 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 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 Bojkovice a Ludkovice.

4. Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena pro správce a uživatele vodárenských nádrží typu Bojkovice a Ludkovice. 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 topdown 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 nádržích typu Bojkovice a Ludkovice.

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.
- 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., MARTYNIAK, 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: 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 Bojkovice a Ludkovice

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: 35

ISBN 978-80-7509-623-4