

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD**

**Hospodárný postup dávkování krmiva pro produkci  
lehké tržní ryby**

**L. Veselý, M. Let, M. Říha, I. Šetlíková, I. Kuklina, M. Bláha, D.  
Hlaváč, J. Vrba, M. Buřič, J. Kubec**

**č. 218**

**Vodňany**

*ISBN 978-80-7514-242-9*

**Publikace byla zpracována za finanční podpory následujících projektů:**

Výsledky byly získány za finanční podpory Ministerstva zemědělství České republiky – projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum **ZEMĚ QK21010131**. – 100 %



## Obsah

Cíl metodiky .....	4
Vlastní popis metodiky .....	4
Úvod .....	5
Metodika pokusu .....	8
Časová posloupnost .....	8
Výběr lokalit .....	8
BAU .....	10
PPB, PPP, PPP* .....	11
Nasazení ryb a výpočet dávky příkrmování .....	11
Další nasazené druhy ryb .....	12
Vzorkování rybníků .....	14
Výsledky a jejich interpretace .....	14
Vylovená biomasa ryb a mimořádné události v letech 2021–2025 .....	14
Odezvy biotických komunit rybníků na management rybníků .....	17
Vliv ementu rybníka na fyzikálně chemické parametry vody .....	21
Potravní preference kapra obecného .....	24
Diskuze a zdůvodnění k jednotlivým výsledkům .....	28
Biotické komunity .....	28
Fyzikálně chemické parametry vody .....	28
Potravní preference kapra obecného .....	29
Závěr .....	29
Srovnání „novosti postupů“ .....	30
Popis uplatnění certifikované metodiky .....	30
Ekonomické aspekty .....	30
Seznam použité související literatury .....	36
Dedikace .....	40

## **Cíl metodiky**

Tato metodika navazuje a rozšiřuje metodiku s názvem Optimalizace příkrmování jednohorkových kaprových rybníků pro produkci lehké tržní ryby. Tato metodika poskytuje seznam doporučení, kdy začít příkrmovat a v jakých dávkách. Zároveň zdůrazňuje, že aktuální přístup, kdy začít příkrmovat, založený, na abundanci zooplanktonu není vhodný při produkci lehké tržní ryby (K2-K3), jelikož tato ryba již zooplankton nepřijímá jako svůj hlavní zdroj potravy. Tato metodika také vyzdvihuje důležitost přípravy rybníka před nasazením ryb či správného nasazení pro zachování dostatku přirozené potravy v průběhu celé vegetační sezóny.

# Úvod

Rybníky jsou pro produkci ryb využívány již po staletí. Historické prameny dokládají, že rybníční akvakultura existovala již ve starověku a později ve středověké Evropě, kde byly konstruovány a cíleně obhospodařovány umělé vodní nádrže určené k produkci ryb (Hoffmann, 2005, Bonow, 2016; Hartman a Regenda, 2016). Podrobný přehled vývoje rybníkářství ve střední a východní Evropě poskytuje Adámek a kol., (2023), kteří zdůrazňují význam rybníků pro kulturní krajinu, regionální ekonomiku a potravinovou bezpečnost již od 14. století. První písemné zmínky o rybníční akvakultuře ve střední Evropě pocházejí právě z období středověku. Kapr obecný (*Cyprinus carpio*, L. 1758) se postupně stal – a dodnes zůstává – dominantním druhem chovaným v evropských rybnících (Hoffmann, 2005, Froese a Pauly, 2018, CABI, 2019, FAO, 2023, Horváth a kol., 2023). Kapr byl preferován pro svou ekologickou toleranci, omnivorní potravní chování, rychlý růst a kulturní význam (Adámek a kol., 2023). Po staletí byla produkce ryb zcela závislá na přirozené produktivitě rybníčních ekosystémů, což vedlo k relativně nízkým výnosům – vody rybníků byly převážně oligotrofní. K prvnímu výraznému posunu v hospodaření došlo v 19. století, kdy byly zpřesněny zarybňovací plány a ryby se začaly systematicky vysazovat podle velikosti a věkových tříd (Hartman a Regenda, 2016). Tato inovace zvýšila produkci ryb na hektar, avšak většina rybníků si zachovala oligotrofní až mezotrofní charakter (Pechar a kol., 2002). Ve 20. století nastala zásadní transformace rybníční akvakultury: rozšířilo se používání minerálních a organických hnojiv, zvýšily se hustoty obsádek ryb a doplňkové krmění se stalo standardní součástí hospodaření.

Nicméně tyto zásahy do rybníčního ekosystému nebyly zadarmo. Intenzivní hospodaření v druhé polovině 20. století zvýšilo produkci ryb až desetinásobně, ale zároveň vedlo k eutrofizaci či hypertrofizaci mnoha rybníků (Pechar a kol., 2002, Kajgrová a kol., 2024, Vrba a kol., 2024). Podle studií Roy a kol., (2020) a Adámek a kol., (2023) způsobila intenzifikace rybníčního hospodaření tak vysoké vstupy dusíku (N) a fosforu (P) do rybníčních ekosystémů, že množství těchto živin v rybníčním prostředí je podobné jako u intenzivně obhospodařovaných zemědělských polí (např. kukuřice, řepka, obilniny). Zároveň Schagerl a kol. (2025) ukazují, že rybníky s vysokým živinovým zatížením vykazují extrémně vysoké biomasy fytoplanktonu a časté sinicové květy, které mohou tvořit až 60–90 % celkové biomasy fytoplanktonu. Důsledky intenzifikace byly významné: zhoršení stavu biotických společenstev, změny v cyklech prvků a výrazné zhoršení fyzikálně-chemických parametrů vody. Ačkoliv je intenzifikace hospodaření významným faktorem, který způsobil eutrofizaci rybníčního prostředí, není jediným. V druhé polovině 20. století došlo ke změně využívání krajiny a intenzifikaci polního hospodářství a zároveň čištění jak komunálních, tak i průmyslových vod nebylo na tak vysoké úrovni jako v současné době. Tím pádem k eutrofizaci rybníčního prostředí přispěly jak splachy z polí, tak i nedokonale vyčištěné odpadní vody (Pechar a kol., 2002, Potužák a kol., 2007, Kocour a kol., 2025).

V současné době dominuje v české a středoevropské akvakultuře polointenzivní kaprové hospodaření. Produkce rybí biomasy spoléhá na přirozenou potravu doplňovanou doplňkovým krměním. Nicméně důsledky předchozí intenzifikace přetrvávají a mnohé rybníky trpí chronickou eutrofizací (Pechar a kol., 2002, Adámek a kol., 2023, Kajgrová a kol., 2024, Schagerl a kol., 2025). Tradiční polointenzivní hospodaření stále zahrnuje aplikaci organického hnojení. Objem aplikace organických hnojiv však postupně klesá v důsledku rostoucích nákladů na hnojení i pracovní sílu a také vlivem legislativních omezení, která jeho využití limitují (FAO, 2012, Drózdž a kol., 2020). Z obecného hlediska organická hmota z hnojení výrazně zvyšuje bakteriální respiraci, což vede ke zvýšenému odběru kyslíku a riziku nočních hypoxií během léta (Rutegwa a kol. 2019, Baxa a kol. 2021, Schagerl a kol., 2025). Hypoxie

následně podporuje denitrifikaci, která snižuje koncentrace minerálního dusíku (Vrba a kol., 2024), přičemž nedostatek minerálního dusíku ve vodním prostředí s nízkým poměrem rozpuštěného anorganického dusíku ku celkovému fosforu (DIN:TP) favorizuje sinice, které mohou fixovat atmosférický dusík (de Kluijver a kol., 2012, Baxa a kol., 2021, Kajgrová a kol., 2024).

V důsledku těchto procesů se v rybničním ekosystému hromadí nezužitkované živiny. Pokud rybník současně přijímá hnojení i doplňkové krmení, představují tyto praktiky 70–80 % celkového ročního vstupu dusíku a fosforu. Pouze malá část živin je inkorporována do rybí biomasy, zatímco převážná většina zůstává ve vodním sloupci či sedimentech nebo uniká ve formě plynných emisí během denitrifikace (Rutegwa a kol., 2019, Roy a kol., 2020). Sediment navíc často funguje spíše jako dočasné než trvalé úložiště živin. Fosfor se během letního období při sníženém redoxním potenciálu a vyšších teplotách opakovaně uvolňuje zpět do vody, čímž posiluje eutrofizační spirálu (Søndergaard a kol., 2003). Optimalizace managementu hospodaření je tak žádoucí, a to nejenom kvůli ekologickým následkům, ale i z hlediska finanční stability produkce daných rybníků. Jedním v praxi dostupným opatřením, jak částečně stabilizovat rybniční hospodaření, je zimování rybníků – krátkodobé odvodnění a vysušení sedimentu. Tento proces umožňuje aeraci dna, mineralizaci organické hmoty, snížení dostupného amoniaku a fosforu a celkově zlepšuje redoxní podmínky, což může významně přispět k regeneraci rybničního ekosystému (Girard a kol., 2024, Šetlíková a kol., 2025, Veselý a kol., 2026).

Současné studie zdůrazňují, že příkrmování zásadně ovlivňuje růst, přežití i kondici ryb. Zároveň také ovlivňuje koloběh živin, biotické komunity (zooplankton, fytoplankton a zoobentos) včetně jejich vývoje a také fyzikálně chemické parametry rybniční vody (Hlaváč et al., 2014; Roy et al., 2022, Šetlíková a kol., 2025), přičemž faktor příkrmování může mít na tyto parametry vliv jak pozitivní, tak i negativní, a to v závislosti na jeho kvantitě, kvalitě i načasování v průběhu vegetační sezóny. Berzi-Nagy a kol. (2021) v polointenzivních kaprových rybnících v Maďarsku prokázali, že různé typy krmiv mají odlišný vliv na živinové zatížení rybničního prostředí. Zatímco krmiva s vyšším obsahem proteinu vedou k rychlejšímu zhoršení kvality vody, obilná krmiva způsobují pozvolný, ale dlouhodobý přísun organické hmoty. V současné době se v kaprovém hospodářství nejčastěji krmí obilovinami či jejich směsmi (pšenice, ječmen, kukuřice, žito a triticales) ve formě zrna nebo v granulované úpravě, např. KP-1 nebo KP-2 (Hlaváč a kol., 2014, 2015, 2016). Z obecného hlediska se zdá, že upravené krmivo (tepelně či tlakem) má lepší stravitelnost a jeho konverze do rybí biomasy je snazší. Zároveň tento typ krmiv zlepšuje retenci fosforu v těle kapra, čímž snižuje zatížení rybničního prostředí nadbytečnými depozity fosforu, které jsou následně při výlovu odplaveny do nižších částí povodí daných rybníků. Nehledě na retenci živin, tento typ krmiv má také významný pozitivní vliv na komunitu zooplanktonu a zoobentosu. Nicméně načasování a dávkování krmiva se zdají být kritickým faktorem (Hlaváč a kol., 2015, 2016). Podobné výsledky potvrdila i studie Šetlíková a kol. (2025) uvádějící, že mírné příkrmování triticales (200 kg/ha získané rybí biomasy příkrmováním) má zlepšující se vliv na biotické komunity rybníka. Roy a kol. (2023) ukazují, že nevyvážený poměr C:N:P v krmivu je klíčovým rizikem eutrofizace. Koncept „Balanced Pond Nutrition“ usiluje o sladění množství krmiva a jeho živinového poměru s dostupností přirozené potravy, což snižuje riziko chronické eutrofizace a nerovnováhy poměru DIN:TP, který je důležitým parametrem pro rozvoj sinicového květu v rybnících (Kajgrová a kol., 2024, Vrba a kol., 2024).

Doporučená denní dávka krmiva u kapra obecného vychází mezi 1-5 % hmotnosti obsádky v závislosti na věkové kategorii, hustotě obsádek a cílové hmotnosti ryby (Hartman a Regenda,

2016, FAO, 2023, Kajgrová a kol., 2024), přičemž tradiční přístup často využívá dvou – až trojnásobnou dávku krmiva zejména na konci vegetační sezóny, kdy přirozená potrava v tradičně obhospodařovaných rybnících mizí. Nicméně tento fakt může mít za následek nadměrnou aplikaci krmiva a jeho následnou sedimentaci na dno rybníků, což vede ke zhoršení fyzikálně-chemických parametrů vody v rybníce a ekonomickým ztrátám (Kajgrová a kol., 2024). Nejčastěji se krmivo aplikuje do mělčích částí rybníků, Berzi-Nagy a kol. (2021) a Schagerl a kol. (2025) upozorňují, že aplikace krmiva do mělčin zvyšuje riziko lokální hypoxie a bentické degradace. Doporučený časový interval krmení je 3× týdně, zároveň výsledky studie Říha a kol. (2025), doporučují krmení v ranních či večerních hodinách, kdy je aktivita kaprů nejvyšší a tím pádem bude nejvyšší šance že předkládané krmivo bude maximálně využito. Zároveň autoři doporučují časovou pravidelnost v krmných dávkách a nepřekračoval třídní rozestup. Nehledě na příkrmování je potřeba zmínit, že z hlediska metabolických potřeb je přirozená potrava (zoobentos, zooplankton, náletový hmyz) důležitou součástí potravy kapra, ze které získává esenciální živiny (mastné kyseliny a aminokyseliny), které není schopen sám biosyntetizovat. Doplnkové krmivo je následně použito jako zdroj energie a částečně také na stavbu tkání (Mazurkiewicz & Przybył, 2003, Pilecky a kol., 2002, Roy et al., 2023).

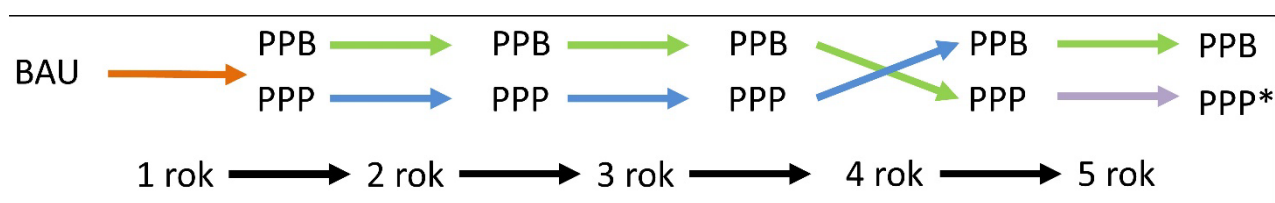
Různé způsoby hospodaření a styly příkrmování mohou vést k různým ekonomickým výsledkům a různým vlivům na rybníční ekosystém. Tato metodika porovnává čtyři různé typy příkrmování po dobu pěti let, a to z hlediska biotických společenstev, potravních preferencí kapra obecného a fyzikálně-chemických parametrů vody. Tato metodika má za cíl optimalizovat systém příkrmování z hlediska množství předkládaného krmiva a jeho správného načasování. Zároveň přináší vhled do přípravy rybníka před nasazením ryb s ohledem na množství nasazených ryb tak, aby nebyla překročena nosná kapacita daného rybníka.

# Metodika pokusu

## Časová posloupnost

Výsledky této metodiky vycházejí z pětiletého experimentu (2021-2025, Obr. 1) provedeného na čtyřech rybnících ve správě společnosti Blatenská ryba s.r.o. Tato metodika navazuje na metodiku Optimalizace příkrmování jednohorkových kaprových rybníků při vytváření lehké tržní ryby. V prvním roce (2021) byl zachován původní management hospodaření rybníků společnosti Blatenská ryba s.r.o. (BAU – *business as usual*). V letech 2022 a 2023 byl aplikován upravený rybníční management zahrnující dva režimy: přirozená produkce bez příkrmování (PPB) a přirozená produkce s příkrmováním (PPP). V roce 2024 došlo k prohození managementu jednotlivých rybníků a z rybníků bez příkrmování se staly s příkrmováním. Tato změna byla dána snahou zjistit, zdali si rybník nese stopu svého předchozího hospodaření do další sezóny. V roce 2025 bylo zvýšeno množství aplikovaného krmiva na hektar na dvojnásobek (PPP\*). Zvýšením krmných, a tím i snaha o dosažení vyšší biomasy ryb na hektar, vycházely z cíle stanovit hraniční úroveň příkrmování, při níž se již projevují v biotě i ve fyzikálně-chemických parametrech vody.

Ve všech zmíněných letech probíhalo komplexní sledování bioty (ryby, zoobentos, zooplankton, fytoplankton) a fyzikálně-chemických parametrů vody, které umožnilo porovnat rozdíly mezi původním (BAU) a upravenými režimy (PPB, PPP, PPP\*) hospodaření. Potravní preference kapra obecného byly sledovány v roce 2022, 2023, 2025



Obr. 1. Časová posloupnost experimentu. BAU = *business as usual* (Tradiční způsob hospodaření), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným množstvím příkrmování.

## Výběr lokalit

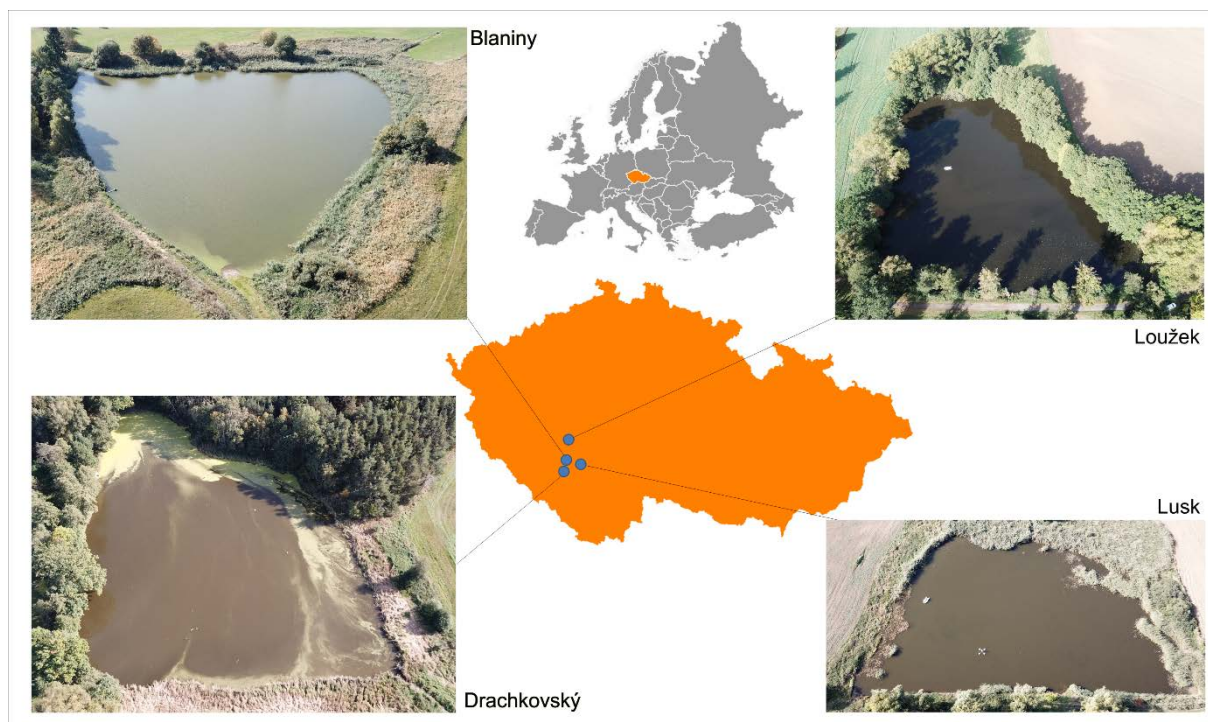
Pro účely pokusů a zpracování této metodiky byly vybrány čtyři produkční rybníky nacházející se v Jihočeském a Středočeském kraji ve správě rybářského podniku Blatenská ryba s.r.o. Tyto rybníky byly vybrány na základě jejich maximální podobnosti z hlediska velikosti, průměrné hloubky, míry zárostu makrofyty a přirozené produkce (Tab. 1, obr. 2). Současně byly preferovány lokality s dostatečným přítokem vody a ideálně situované v horní části povodí, aby se minimalizovalo riziko průniku nežádoucích druhů ryb, např. střevlička východní (*Pseudorasbora parva*, Temminck & Schlegel, 1846) či karas stříbřitý (*Carassius auratus*) z výše položených nádrží – což se však ne vždy podařilo. Z obecného hlediska všechny čtyři rybníky představují hypertrofní ekosystémy vyznačující se vysokými koncentracemi živin a nízkou průhledností vody (Poikane a kol., 2014). Průměrné hodnoty základních trofických parametrů činily: 265  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  celkového fosforu, 4,04  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  celkového dusíku a 73,7  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  chlorofylu-a. Průměrná průhlednost vody v průběhu sezóny byla 0,9 m (Tab. 2).

Tab. 1. Základní charakteristiky sledovaných rybníků. Al – zemědělská půda; F – les; M – louky, pastviny

Rybník	Přirozená produkce rybí biomasy z hektaru vodní plochy (kg.ha <sup>-1</sup> )	Plocha (ha)	Hloubka u výpustě (m)	Litorální vegetace v rybníce (%)	Charakteristika prostředí v povodí daného rybníka (%)*	GPS
Blaniny	540	1,7	3,0	20	Al (60), F (20), M (20)	N 49°21.13962' E 13°53.24372'
Drachkovský	470	1,6	2,5	15	Al (15), F (80), M (5)	N 49°14.64987' E 13°51.26787'
Loužek	440	1,1	4,0	10	Al (40), F (50), M (10)	N 49°32.57887' E 13°54.89243'
Lusk	600	1,0	3,0	25	Al (50), F (10), M (40)	N 49°18.85535' E 14°5.61297'

Tab. 2. Základní fyzikálně chemické parametry sledovaných rybníků v průběhu vegetační sezony (medián, rozsah) mezi dubnem a říjnem mezi roky 2022 a 2025. DOC = Rozpuštěný organický uhlík,

	BLANINY	DRACHKOVSKÝ	LOUŽEK	LUSK
TEPLOTA (°C)	18,2 (7,1–25,7)	18,3 (8,3–25,0)	17,8 (5,4–24,0)	20,0 (7,9–24,6)
PRŮHLEDNOST (M)	0,8 (0,2–2,5)	0,5 (0,3–1,3)	0,7 (0,4–3,0)	0,9 (0,5–2,5)
O <sub>2</sub> SATURACE (%)	95 (52–152)	82 (12–157)	85 (52–126)	109 (59–159)
KONDUKTIVITA (μS CM <sup>-1</sup> )	38 (30–42)	28 (19–38)	26 (13–30)	38 (17–46)
PH	7,8 (7,6–9,6)	7,5 (7,0–9,9)	7,7 (7,3–9,6)	8,1 (7,3–10,0)
DOC (MG L <sup>-1</sup> )	10,2 (6,2–17,1)	17,3 (8,3–34,0)	9,3 (7,2–12,6)	13,0 (10,0–16,0)
NH <sub>4</sub> -N (MG L <sup>-1</sup> )	0,04 (0,01–1,2)	0,06 (0,01–4,5)	0,11 (0,01–0,77)	0,04 (0,01–0,70)
NO <sub>3</sub> -N (MG L <sup>-1</sup> )	1,75 (0,015–15,0)	0,11 (0,015–5,0)	0,23 (0,015–4,1)	0,95 (0,015–11,0)
CELKOVÝ N (MG L <sup>-1</sup> )	3,7 (1,5–17,0)	2,7 (1,9–6,0)	2,1 (1,2–5,0)	2,5 (1,3–13,0)
PO <sub>4</sub> -P (MG L <sup>-1</sup> )	0,008 (0,005–0,35)	0,084 (0,005–1,4)	0,015 (0,005–0,19)	0,045 (0,005–0,61)
CELKOVÝ P (MG L <sup>-1</sup> )	0,115 (0,030–0,54)	0,380 (0,120–1,5)	0,140 (0,050–0,33)	0,210 (0,091–0,74)
DIN:TP (MOLAR)	37 (0,3–820)	2,1 (0,2–94)	6,2 (0,6–161)	12,2 (0,5–222)
CHLOROFYL A (μG L <sup>-1</sup> )	52 (0,5–350)	120 (1,6–240)	46 (0,5–170)	56 (0,5–130)



**Obr. 2.** Situační mapa s geografickou pozicí jednotlivých sledovaných rybníků.

## Způsoby hospodaření

### *Obvyklý management (BAU)*

Celkový provozní management rybníků v roce 2021 zajišťoval podnik Blatenská ryba s.r.o. V první sezóně (2021) byly sledované rybníky obhospodařovány obvyklým způsobem, který zahrnoval zhuštěné polokulturní obsádky kapra o různém věkovém složení (viz Tab. 3). Jejich nasazení proběhlo v dubnu a květnu roku 2021. Přes všechna opatření se nepodařilo zcela zamezit výskytu invazní střevličky východní, která se objevila ve všech sledovaných letech.

Množství obilovin použitých pro příkrmování bylo nižší než v upravených managementech (Tab. 3). Příkrmování obilovinami (triticale) bylo ve všech rybnících zahájeno začátkem června a pokračovalo až do poloviny září. Po podzimním výlovu v roce 2021 následoval velmi krátký interval mezi vypuštěním a opětovným napuštěním rybníků (několik dnů), takže se živinové poměry v rybnících nestihly po výlovu přirozeně regenerovat (Veselý a kol., 2026). V roce 2021 ani v následujících letech (2022–2025) nebyla aplikována žádná průmyslová ani organická hnojiva.

## Upravené hospodaření (PPB, PPP, PPP\*)

V sezónách 2022–2025 byly na vybraných rybnících aplikovány upravené režimy hospodaření vycházející z konceptu přirozené produkce rybí biomasy na hektar. Tato změna managementu by se dala koncipovat jako ústup od zhuštěných obsádek kapra, do kterých je přisazen amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes, 1844) jako meliorační druh, a také candát obecný (*Sander lucioperca*, L. 1758) jako druh vhodný k potlačení střevličky východní. Tyto pozměněné režimy také kladou důraz na dobrý růst kapra s dostatečným množstvím jak přirozené, tak i dodávané složky krmiva. Množství dodaného krmiva představuje zásadní změnu této koncepce. Množství dodaného krmiva bylo vyšší u upravených režimů než u BAU managementu (s výjimkou rybníka Lusk, viz Tab. 3). Přístupy – PPB PPP i PPP\* – vycházely z obsádek odpovídajících nosné kapacitě daného rybníka. Rybníky byly po podzimním výlovu ponechány tři měsíce na suchu a stoky i loviště byly vyvápňeny. Takto nastavený režim umožnil mineralizaci organických látek a uvolnění živin, čímž se po opětovném napuštění rybníků v lednu zvýšila jejich dostupnost pro primární producenty.

V letech 2022 a 2023 byly rybníky Drachkovský a Lusk obhospodařovány v režimu PPB, zatímco rybníky Blaniny a Loužek fungovaly v režimu PPP. V roce 2024 došlo k prohození managementu rybníků a ty rybníky, které byly mezi lety 2022-2023 s příkrmováním, byly v roce 2024 bez příkrmování a naopak. V roce 2025 byla na rybnících (Drachkovský a Lusk), které byly příkrmovány již v roce 2024, cíleně navýšena intenzita příkrmování s cílem dosáhnout přibližně dvojnásobné biomasy kapra (přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním – PPP\*). Zároveň byl kvůli technickým problémům s vypustním zařízením rybník Loužek pro rok 2025 vyjmut z experimentu.

## Nasazení ryb a výpočet dávky příkrmování

Pro stanovení počáteční obsádky ryb (viz tab. 3) byla použita rovnice podle Hartmana a Regendy (2016), která určuje vhodný počet jedinců kapra na rybník:

$$TA = (CP \times A) / W \times 100 / Sr,$$

kde:

$TA$  = celkový počet nasazených ryb (kapra) (ks)

$CP$  (celková produkce) = předpokládaná přirozená produkce rybí biomasy a biomasy získané příkrmováním ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

$A$  = plocha rybníka (ha)

$W$  = přírůstek hmotnosti jednoho jedince (kg), který má být dosažen

$Sr$  = očekávané přežití ryb v daném produkčním cyklu (%)

Předpokladem bylo, že příkrmováním bude během vegetační sezóny získáno  $220 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  biomasy kapra obecného. Tento přírůstek odpovídá průměrnému předpokladu Blatenské ryby s.r.o. Přírůstek hmotnosti jednoho jedince byl uvažován na 1 kg a míra přežití 85 %, protože pro počáteční zarybnění byli použiti dvouletí kapři (K2, viz Tab. 3) (Hartman a Regenda, 2016). Současně bylo vypočteno množství doplňkového krmiva potřebného k dosažení plánované produkce biomasy ryb v rybnících, na kterých bylo příkrmování realizováno. Výpočet vycházel z rovnice podle Hartmana a Regendy (2016):

$$TBSP = A \times FB_{SP} \times Coef,$$

kde:

$TBSP$  = celkové množství doplňkového krmiva, které je třeba dodat během sezóny (kg)

$A$  = plocha rybníka (ha)

$FB\_SP$  = biomasa ryb, které má být dosaženo díky příkrmování ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

$Coef$  = koeficient udávající množství krmiva potřebného pro vytvoření 1 kg rybí biomasy.

V roce 2022 a 2023 bylo během vegetační sezóny plánováno použít  $806 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (rybník Blaniny) a  $800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (rybník Loužek) doplňkového krmiva (triticale). V důsledku vysokého výskytu nežádoucích ryb v rybníku Loužek v letech 2022 a 2023, které výrazně snižovaly dostupnost potravy pro cílovou obsádku, byla skutečně aplikovaná krmná dávka na tomto rybníce navýšena na 874, resp. 941  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Příkrmování na rybníku Blaniny probíhalo od května do první poloviny září, zatímco na rybníku Loužek bylo z důvodu technických komplikací zahájeno až koncem června. V roce 2024 došlo k prohození managementu, přičemž obsádka kapra obecného na rybnících Blaniny a Loužek přestala být příkrmována, zatímco obsádka kapra obecného v rybních Drachkovský a Lusk byla příkrmována v celkové roční dávce krmiva  $795 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Drachkovský) a  $790 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Lusk). V roce 2025, z důvodu zvýšení vylovené biomasy kapra z rybníků, byla zvýšena i krmná dávka na hektar, přičemž rybníky Drachkovský a Lusk byly krmeny  $1530 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a  $1600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  triticale. Příkrmování na rybníku Drachkovský a Lusk začalo začátkem května a bylo ukončeno koncem září. Interval mezi jednotlivými dávkami krmení byl průměrně 5 dní.

## Další nasazené druhy ryb

Za účelem omezení invazních druhů ryb bylo každý rybník vysazeno 50-70 kusů dvouletých candátů obecných, a to v letech 2022 (50 ks), 2023 (70 ks), 2024 (70 ks) a 2025 (70 ks). Současně byli pro regulaci biomasy makrofyt do všech rybníků nasazeni v letech 2023 (40 ks), 2024 (60 ks) a 2025 (50 ks) tříletí amuři bílí na daný rybník. Amur byl vysazován začátkem dubna společně s kaprem, zatímco candát by nasazován na začátku května. Výlovy všech rybníků probíhaly od druhé poloviny října do začátku listopadu.

1 **Tab. 3. A)** Počet a hmotnost nasazených ryb a celkové množství dodaného krmiva. V roce 2021 byly nasazeny různé věkové kategorie kapra =  
 2 Blaniny K1, Drachkovský K2-K4, Loužek K1, Lusk K2. V 2022-2025 byl nasazován kapr ve věku K2. Management rybníka: BAU = business as  
 3 usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP=přirozená produkce s příkrmováním, PPP\*=přirozená produkce  
 4 s dvojnásobným příkrmováním. **B)** Počet a celková hmotnost nasazených kaprovitých ryb různých věkových kategorií v roce 2021. Zkratky: K1 –  
 5 jednoletý kapří plůdek, K2 a K3 – dvouletá a tříletá násada kapra, Ab2 – dvouletá násada amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*), Tp2 –dvouletá  
 6 násada tolstolobika pestrého (*Hypophthalmichthys nobilis*).

7 a)

Rok	Management rybníka	Iniciální obsádka					Množství doplňkového krmiva (kg ha <sup>-1</sup> )				
	2021/2022/2023/2024/2025	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025
Rybník		kg ha <sup>-1</sup> / ind. ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> / ind. ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> / ind. ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> / ind. ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> / ind. ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
Blaniny	BAU/PPP/PPP/PPB/PPB	152/5059	119/588	105/618	67/312	115/312	588	800	800	0	0
Drachkovský	BAU/PPB/PPB/PPP/PPP*	426/4265	76/375	75/438	122/570	284/770	588	0	0	795	1530
Loužek	BAU/PPP/PPP/PPB	252/4206	142/702	129/755	101/470	-	353	874	941	0	-
Lusk	BAU/PPB/PPB/PPP/PPP*	55/1388	150/740	128/750	202/942	435/1180	882	0	0	790	1600

8 b)

	2021 BAU management				
	K1	K2	K3	Ab2	Tp2
Rybník	kg·ha <sup>-1</sup> / ind.·ha <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup> / ind.·ha <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup> / ind.·ha <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup> / ind.·ha <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup> / ind.·ha <sup>-1</sup>
Blaniny	152/5059	0/0	0/0	0/0	0/0
Drachkovský	0/0	55/387	230/2422	50/485	95/969
Loužek	0/0	0/0	252/4206	0/0	0/0
Lusk	0/0	55/1388	0/0	0/0	0/0

9

10

## Vzorkování rybníků

Vzorkování rybníků probíhalo v letech 2021–2025. Ve všech zmíněných letech byla vzorkována biotická společenstva a fyzikálně-chemické parametry vody. Cílem vzorkování bylo získat potřebné údaje pro porovnání hospodaření BAU s upravenými režimy PPB a PPP, a to ve vztahu k biotickým společenstvům fytoplanktonu, zooplanktonu a zoobentosu a k fyzikálně-chemickým parametrům vody. V prvním roce (2021) proběhl odběr biotických společenstev a fyzikálně-chemických parametrů vody ve všech rybnících čtyřikrát (květen, červen, srpen a září). V následujících letech (2022 a 2023) byl odběr prováděn jednou měsíčně (celkem sedmkrát) od března do září. V roce 2022, 2023 a 2025 proběhla také studie potravních preferencí kapra obecného z hlediska managementu rybníka (PPB, PPP, PPP\*). Vzorkování na jednotlivých rybnících v průběhu sezóny zahrnovalo odběr celého společenstva daného rybníka, tj. kapra obecného, zoobentosu, zooplanktonu a náletového hmyzu. U náletového hmyzu nebyla stanovena abundance ani biomasa tohoto zdroje, zatímco u zooplanktonu a zoobentosu ano. Kapři byli vzorkováni od dubna do října, zatímco předpokládané potravní zdroje od března do září.

Detailní informace o metodologii vzorkování a statistickém vyhodnocení veškerých dat je možné nalézt v metodice: Optimalizace příkrmování jednohorkových kaprových rybníků při vytváření lehké tržní ryby.

## Výsledky

### Vylovená biomasa ryb a mimořádné události na studovaných rybnících v letech 2021–2025

Ve studovaných rybnících byla zjištěna výrazná meziroční variabilita v produkci biomasy kapra obecného (vylovená biomasa minus iniciální biomasa). V sezóně 2021 s BAU hospodařením byla čistá produkce ryb obecně nižší a v některých případech v důsledku mortality během sezóny dokonce záporná. Tento stav platí pro rybník Drachkovský, kde byl zaznamenán výrazný úhyn ryb způsobený kyslíkovým deficitem. Zároveň tento stav platí také pro rybník Loužek, kde pravděpodobně došlo k úhynu či úniku velké části původní nasazené obsádky. Do tohoto rybníku se zároveň v průběhu vegetační sezóny dostaly ryby z výše položeného Ohradského rybníka. Jednalo se o mladší věkovou kategorii kapra obecného (K1). Režimy PPB, PPP, PPP\* vedly ve většině případů k vyšší čisté produkci rybí biomasy než u BAU. Pouze rybník Lusk vykázal vyšší čistou produkci biomasy ryb v sezóně s BAU hospodařením než při režimech PPB a PPP (Tab. 4). Údaje o biomase dalších druhů ryb jsou uvedeny v Tab. 5.

Mimořádné události (Tab. 4) byly zaznamenány ve všech rybnících. V roce 2021 se na všech rybnících, s výjimkou Blanin, objevila vyšší biomasa střevličky východní. V červenci 2022 zasáhly jihočeský region extrémní povodně s úhrny 100–187 mm srážek za 24 hodin (Český hydrometeorologický ústav 2022). Povodeň zasáhla jednotlivé rybníky odlišně. Typicky došlo k přelivům vody přes hráze. Na Loužku povodeň přinesla velké množství jednoletých kaprů z výše položených rybníků, při výlovu bylo zaznamenáno 13 900 jedinců ( $\approx 690$  kg). V roce 2023 byl Loužek navíc výrazně ovlivněn silnou populací střevličky východní. Na rybníce Lusk způsobila povodeň pouze menší mechanické poškození hráze, nicméně v roce 2022 zde byla zaznamenána populace střevličky východní, která v roce 2023 vykázala vyšší populační hustotu než v roce 2022 (Tab. 5). Kromě toho byl Lusk silně zarostlý makrofyty (*Myriophyllum aquaticum*). Na rybníce Drachkovský se v roce 2022 v období od konce května až do července objevily nízké koncentrace rozpuštěného kyslíku (blížící se  $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), na hladině se vytvořil

souvislý porost okřehku menšího (*Lemna minor* L.) a při výlovu byla zjištěna silná populace střevličky východní, podobné podmínky se opakovaly i v roce 2023, kdy přetrvával částečný zárost okřehku a trvale vysoké hustoty střevličky (tab. 5). V roce 2024 se na rybnících Drachkovský, Loužek a Lusk objevila populace střevličky východní a rybník Lusk byl opět výrazně zarostlý submerzními makrofyty (tab. 5). V roce 2025 se ve všech studovaných rybních vyskytla jarní viremie kapra, která měla za následek úhyn až 40 % všech jedinců nasazených do rybníků. Ačkoliv odezvy jednotlivých rybníků byly různé, jak s příkrmováním, tak i rybníky bez příkrmování byly značně postiženy.

**Tab. 4.** Produkce ryb (2021 – směs kapra obecného a dalších kaprovitých ryb, 2022-2024 čistá biomasa kapra obecného), přírůstek a přežití pro roky 2022-2024 (pro rok 2021 relevantní data nejsou dostupná). Mimořádné události: O<sub>2</sub>def = kyslíkové deficity, S = střevlička východní, P = povodeň, M = zárost makrofyty, K1 = přítomnost kapra věku K1, JV = jarní viremie kapra. Negativní hodnoty v čisté biomase představují úhyny ryb v daném roce. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez přikrmování, PPP = přirozená produkce s přikrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným přikrmováním.

Rybník	Management rybníka	Produkce ryb (kg ha <sup>-1</sup> )	Kusový přírůstek (kg +/-SD)	Přežití (%)	Mimořádné události				
	2021/2022/2023/2024/2025	2021/2022/2023/2024/2025	2021/2022/2023/2024/2025	2021/2022/2023/2024/2025	2021	2022	2023	2024	2025
Blaniny	BAU/PPP/PPP/PPB/PPB	234/758/826/493/245	-1,4 ± 0,4/1,4 ± 0,2/ 1,5 ± 0,2 / 1,3 ± 0,5	-/95/92/93/62					JV
Drachkovský	BAU/PPB/PPB/PPP/PPP*	-450/297/471/812/701	-1,2 ± 0,3/1,3 ± 0,1/ 1,3 ± 0,3/ 1,1 ± 0,4	-/79/86/96/79	S, O <sub>2</sub> de f	S, O <sub>2</sub> de f, P	S, M	S	JV
Loužek	BAU/PPP/PPP/PPB	-98/406/532/331/-	-/0,7 ± 0,2/0,8 ± 0,2/ 0,6 ± 0,2/-	-/92/99/93/-	S	S, K1, P	S	S	
Lusk	BAU/PPB/PPB/PPP/PPP*	927/723/405/1041/551	-/1,1 ± 0,2/0,5 ± 0,2/ 1 ± 0,2/ 0,8 ± 0,3	-/89/90/92/60	S	P, S	S, M	S, M	S, JV

**Tab. 5.** Střevlička východní (*Pseudorasbora parva*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), a ostatní druhy vylovené v jednotlivých rocích (kg ha<sup>-1</sup>). Ostatní druhy zahrnují: štika obecná (*Esox lucius*), candát obecný (*Sander lucioperca*), a tolstolobec pestrý (*Hypophthalmichthys nobilis*). Biomasa střevličky východní v roce 2021 je vypočtena jako průměr roku 2022 a 2023 z důvodu nedostatku dat z roku 2021.

	2021	2022	2023	2024	2025
<b>střevlička východní</b>					
Blaniny	10,0	2,4	17,6	8,8	33,2
Drachkovský	138	156,3	156,3	143,8	7,3
Loužek	227,3	90,9	363,6	272,7	0
Lusk	287,5	75,0	500,0	400,0	348,9
<b>amur bílý</b>					
Blaniny	0	0	30,7	41,6	35
Drachkovský	46,9	0	21,1	26,1	43
Loužek	0	0	5,8	30,8	0
Lusk	0	0	30,9	66,1	37
<b>ostatní druhy</b>					
Blaniny	8,8	14,7	1,5	0,4	60
Drachkovský	62,5	46,3	0,6	73,2	5
Loužek	18,2	30,9	25,6	6,9	0
Lusk	10,0	28,0	12,5	8,8	0

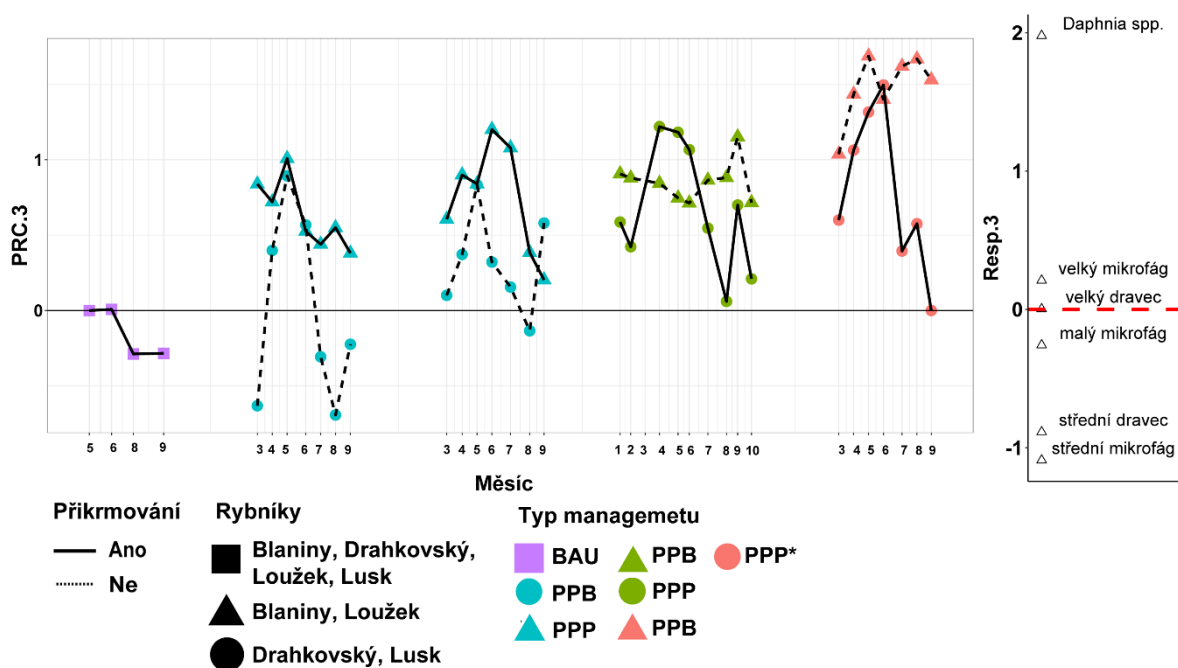
## Odezvy biotických komunit rybníků na management rybníků

Analýza společenstev vodních organismů zahrnujících zooplankton, fytoplankton a zoobentos odhalila významné rozdíly mezi BAU hospodařením a PPB, PPP, a PPP\*.

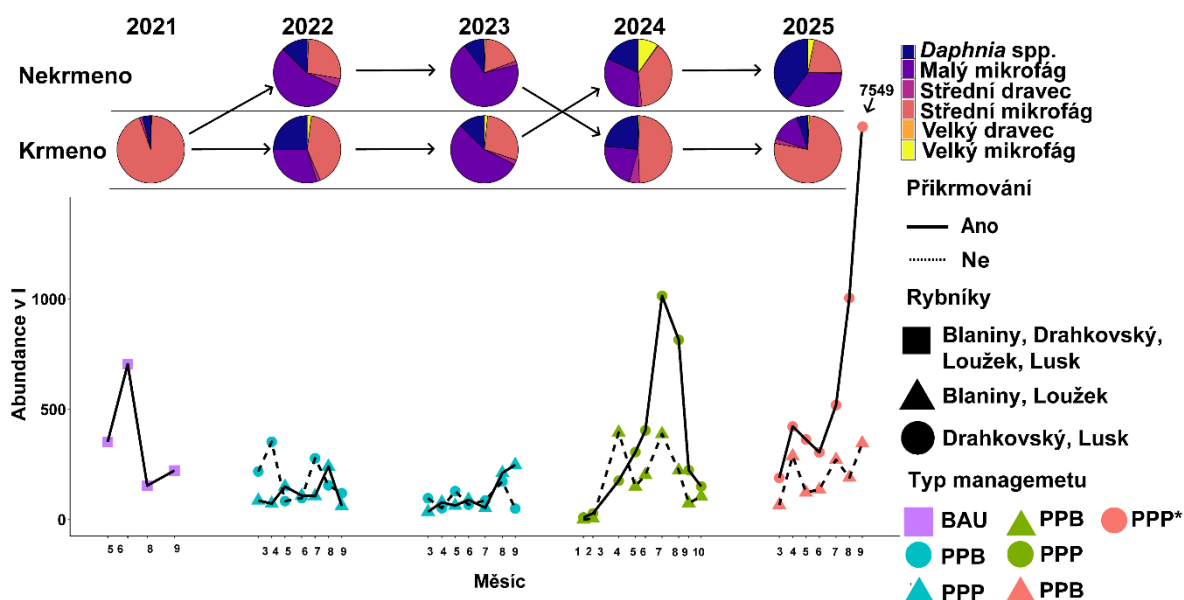
U zooplanktonu byly v závislosti na managementu rybníka zjištěny rozdíly v druhovém i velikostním složení (Obr. 3-4). Ve srovnání s BAU managementem vykazovaly upravené managementy vždy vyšší abundanci a příznivější druhové a velikostní složení z hlediska potravy pro kapra. Zejména hrubý zooplankton byl přítomen prakticky po celou sezónu ve srovnání z BAU managementem.

U zoobentosu byla situace obdobná. Nehledě na upravené managementy (PPB, PPP, PPP\*) byla vždy biomasa zoobentosu vyšší než u BAU managementu (Obr. 5-6). Zároveň se druhové složení mezi managementy lišilo a bylo pro kapra příznivější z hlediska potravní nabídky. Zatímco u BAU managementu byl malý podíl taxonů *Chironomidae* a *Oligocheta*, v upravených managementech byl jejich podíl v průběhu sezóny významně vyšší.

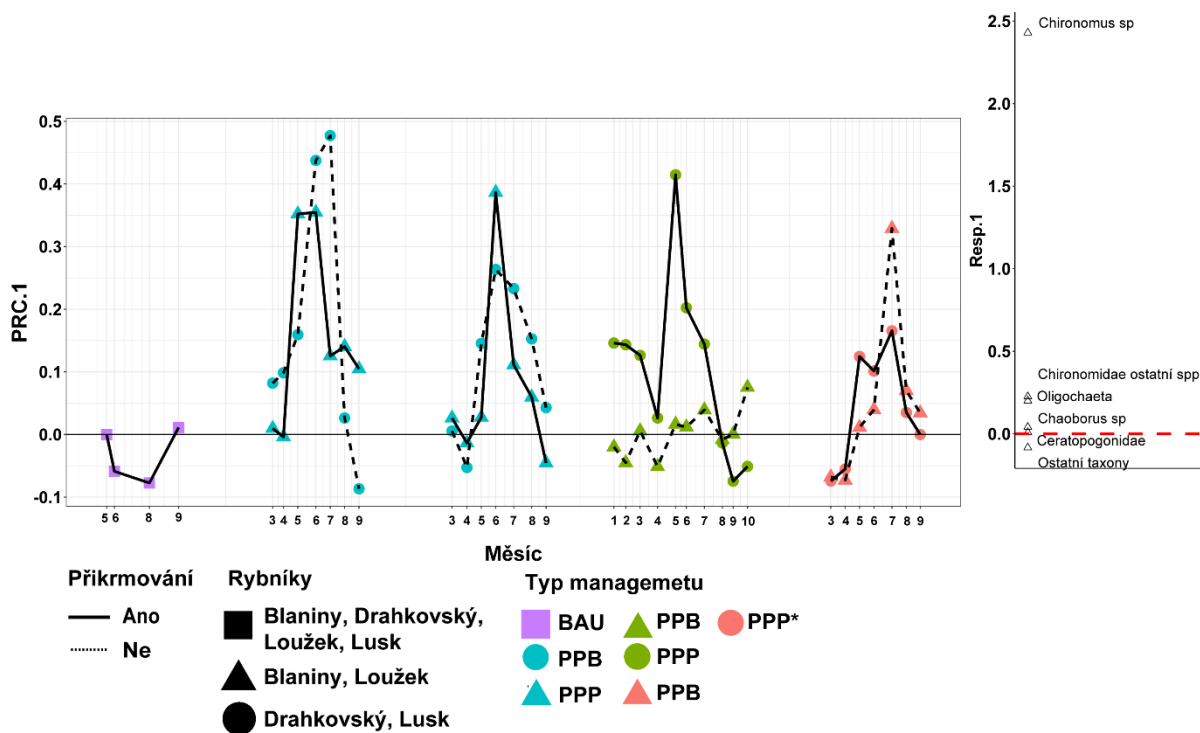
Společenstvo fytoplanktonu také reagovalo na typ managementu (Obr. 7-8). Nicméně z obecného hlediska je oproti roku 2021 (BAU management) vidět viditelný nárůst biomasy fytoplanktonu v rybních. Zároveň je vidět značná sezónní fluktuace v letech s upravenými managementy (2022-2025) oproti BAU managementu.



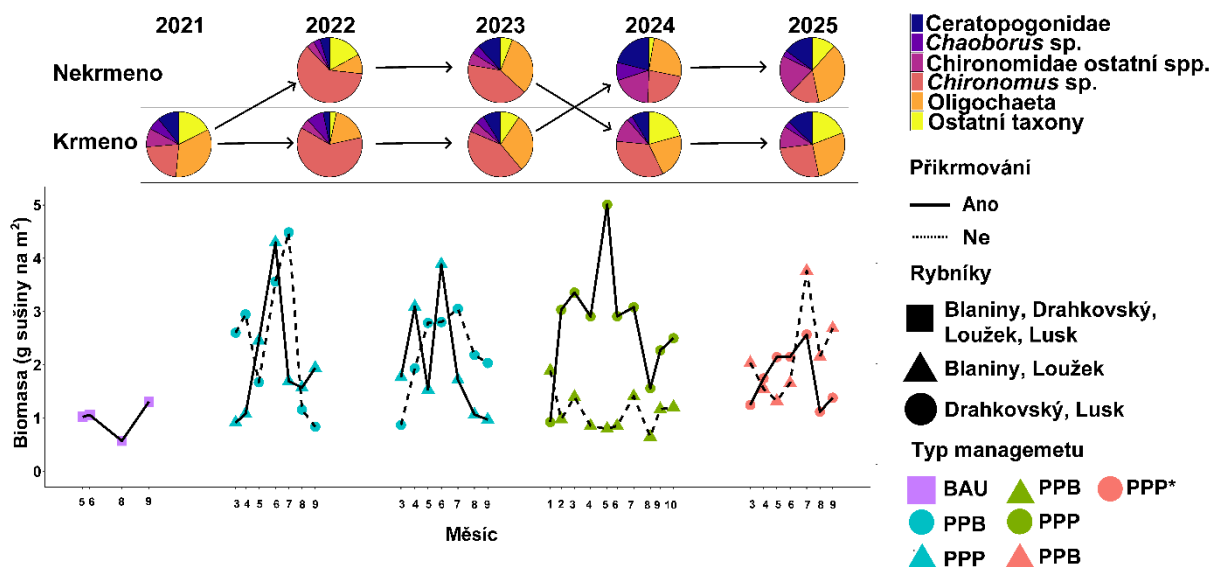
Obr. 3. *Principal response curves* (PRC) založená na redundanční analýze pro zooplankton mezi roky 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním



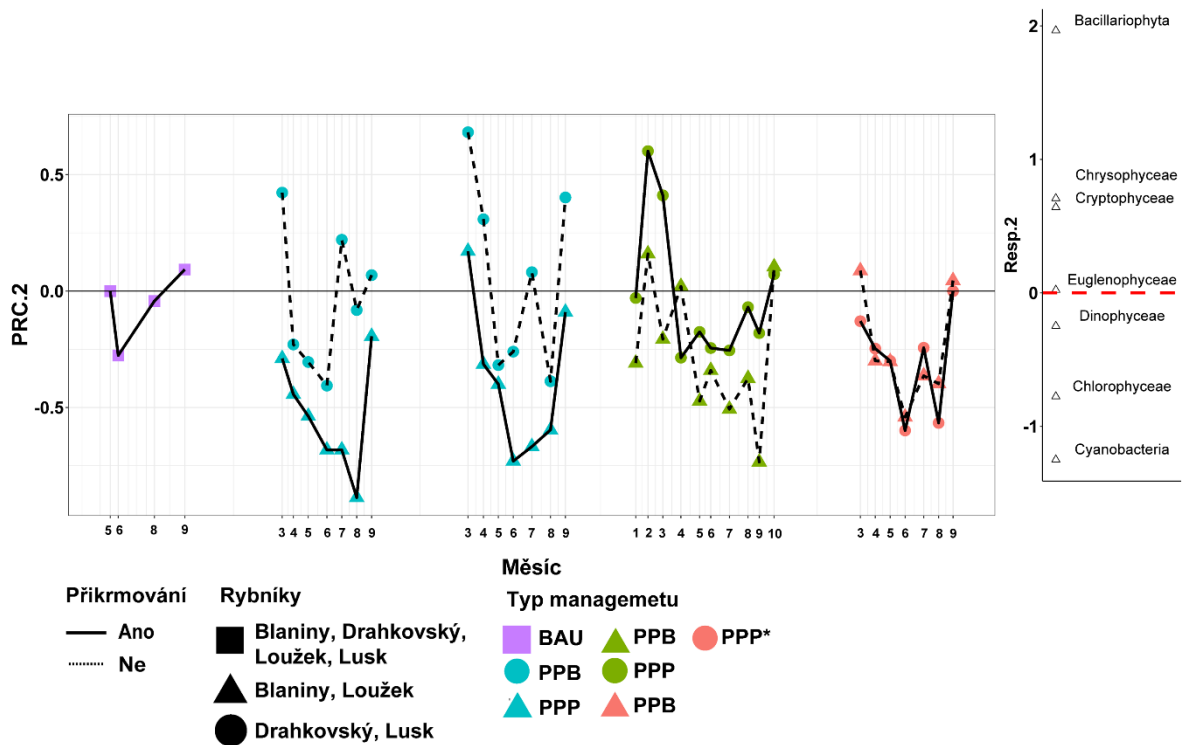
Obr. 4. Vývoj druhového složení a abundance skupin zooplanktonu mezi lety 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním



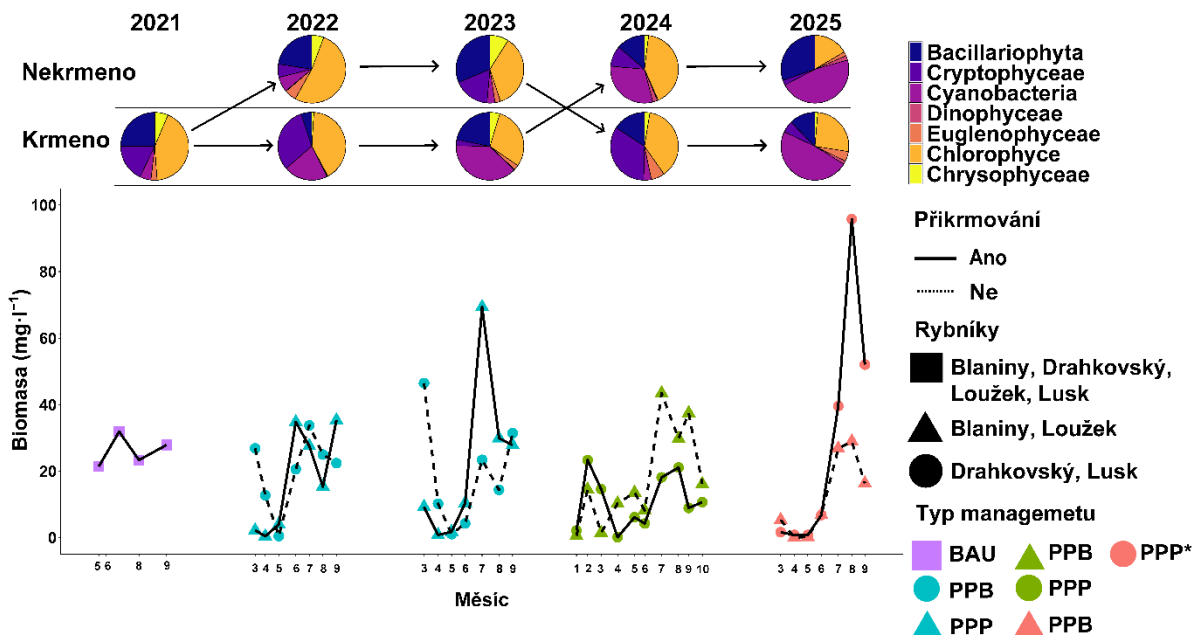
Obr. 5. *Principal response curves* (PRC) založená na redundanční analýze pro zooplankton mezi roky 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním.



Obr. 6. Vývoj druhového složení a biomasy skupin zoobentosu mezi lety 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním



Obr. 7. *Principal response curves* (PRC) založená na redundanční analýze pro fytoplankton mezi roky 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním



Obr. 8. Vývoj druhového složení a biomasy fytoplanktonu mezi lety 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním

Tab. 6. Statistické hodnoty modelů-

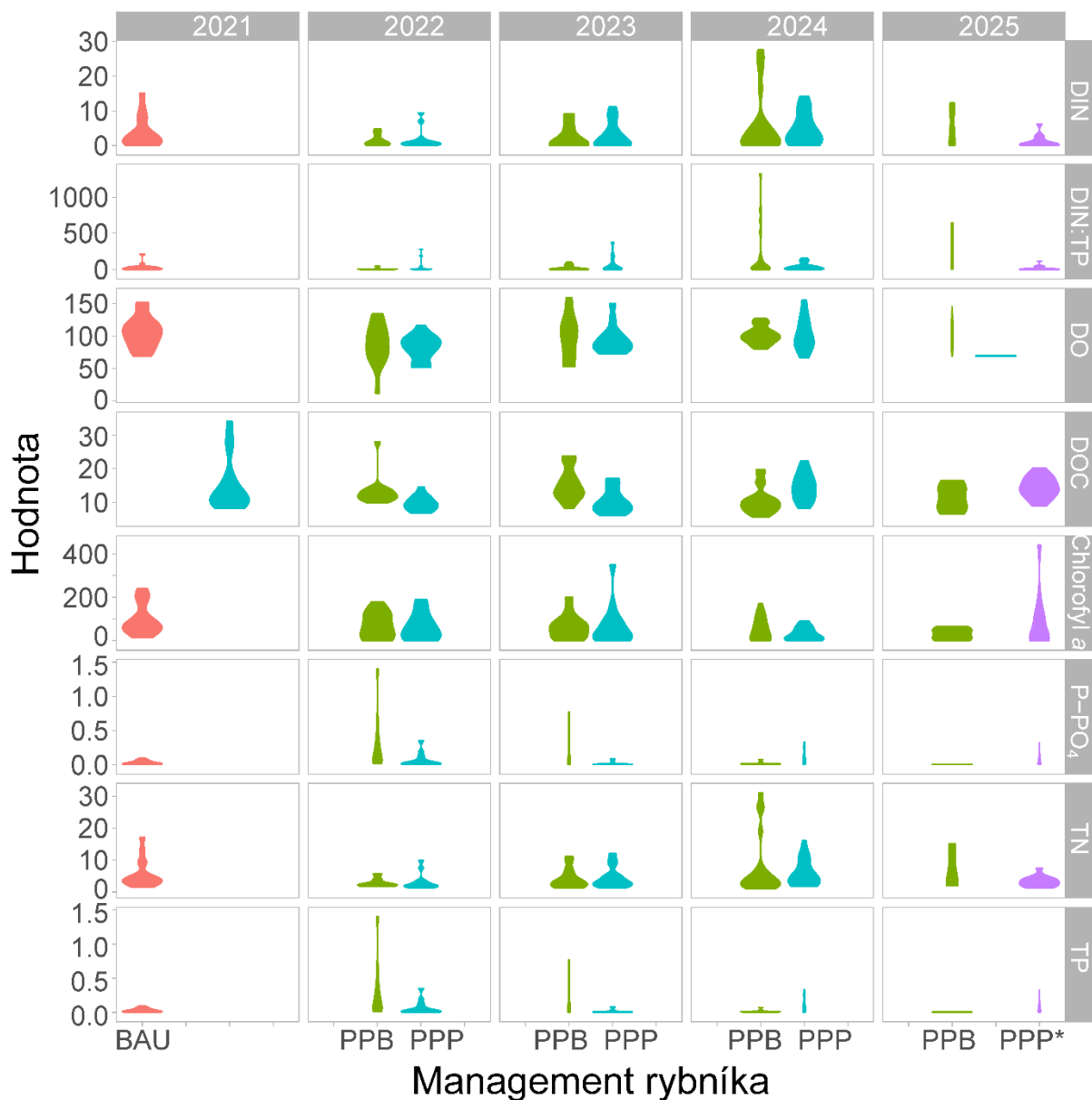
	pseudo- <i>F</i>	Vysvětlená variabilita (%)
<b>Zooplankton: abundance</b>		
Skupiny	3,2	63,93
<b>Zobentos: biomasa</b>		
Skupiny	2,2	48,96
<b>Fytoplankton: abundance</b>		
Skupiny	3,3	67,16
<b>Fytoplankton: biomasa</b>		
Skupiny	2,5	57,70

### Vliv managementu rybníka na fyzikálně chemické parametry vody.

Z obecného hlediska všechny rybníky byly hypertrofní – medián koncentrací TN a DOC se pohyboval kolem  $2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , resp.  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  či více, zatímco medián TP přesahoval  $0,1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  ve všech rybnících (Tab. 2). BAU management vedl k monotónnímu průběhu fyzikálně chemických parametrů v průběhu sezóny oproti všem upraveným managementům, které vykazovaly normální sezónní průběh (pseudo-*F* = 8,8, vysvětlená variabilita = 77 %). (Obr. 9-10; PPB, PPP, PPP\*). Bez ohledu na typ upraveného managementu vedl tento přístup ke snížení živinové zátěže rybníků (Obr. 11), což se projevilo nižšími koncentracemi anorganického dusíku ve vodě. Ten se tak stal limitujícím faktorem pro fytoplankton v hypertrofním prostředí, což následně podpořilo rozvoj sinicových květů v pozdní části sezóny.

Obr. 9. První osa *Principal response curves* (PRC) založená na redundanční analýze pro fyzikálně chemické parametry mezi lety 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním

Obr. 10. Druhá osa *Principal response curves* (PRC) založená na redundanční analýze pro fyzikálně chemické parametry mezi lety 2021-2025 na sledovaných rybnících. BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním



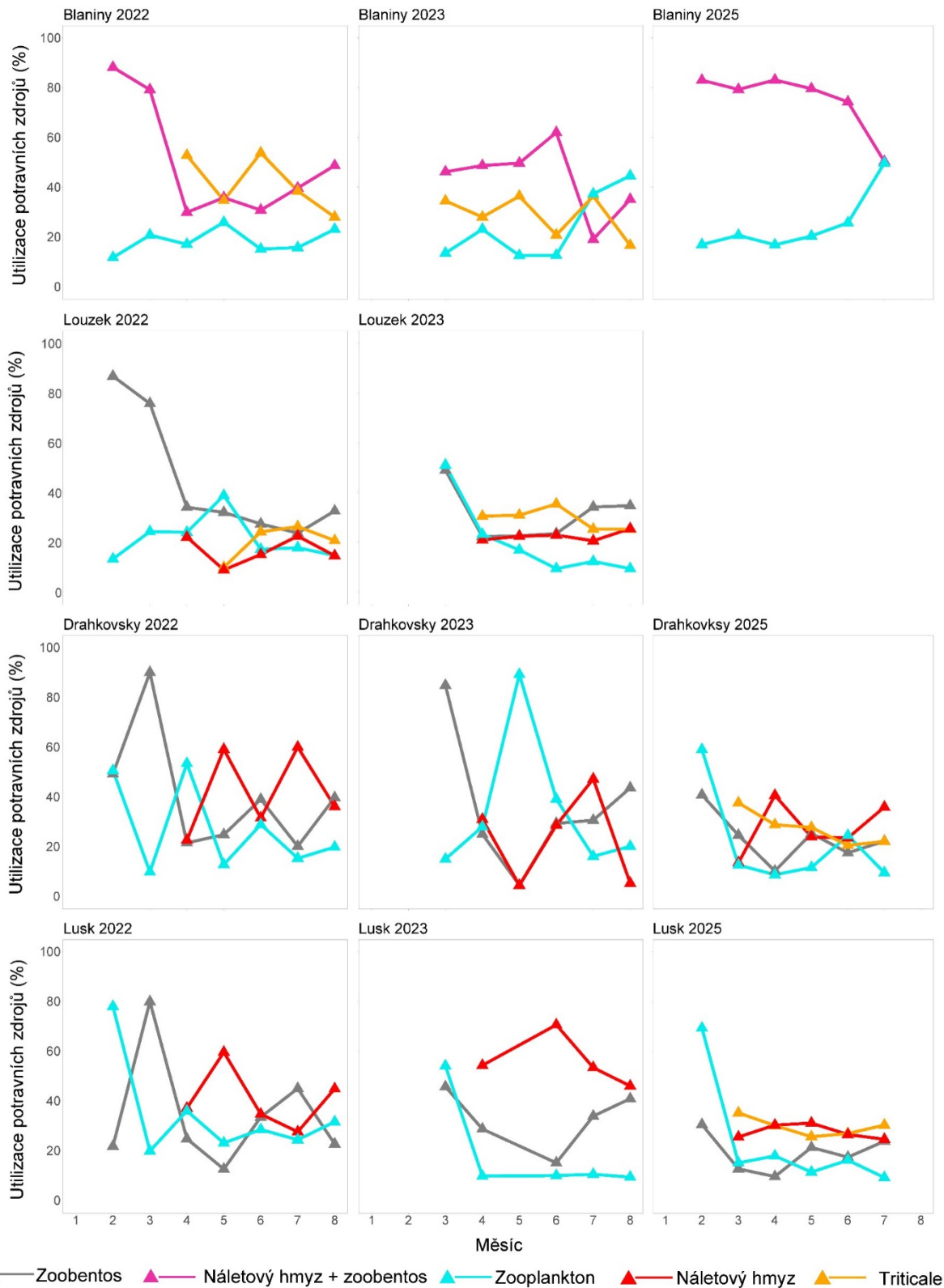
Obr. 11. Fyzikálně chemické parametry vody v rybnících, které vyšlyna sledovaných rybnících mezi lety 2021-2025 vyšly v *Principal response curves* (PRC) analýze signifikantně. DO = nasycení kyslíkem (%), DOC = rozpuštěný organický uhlík ( $\text{mg L}^{-1}$ ), chlorofyl a ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ), P-PO<sub>4</sub>, TN = celkový dusík ( $\text{mg L}^{-1}$ ), TP = celkový fosfor ( $\text{mg L}^{-1}$ ), DIN = rozpuštěný anorganický dusík ( $\text{mg L}^{-1}$ ), DIN:TP rozpuštěný anorganický dusík vůči celkovému fosforu (molárně). BAU = business as usual (původní management), PPB = přirozená produkce bez příkrmování, PPP = přirozená produkce s příkrmováním, PPP\* = přirozená produkce s dvojnásobným příkrmováním

## Potravní preference kapra obecného

Na základě Bayesovských směsných modelů kapři využívali ve všech třech studovaných letech všechny dostupné zdroje potravy. Zastoupení jednotlivých složek potravy se lišilo jak v průběhu sezony, tak i mezi režimy hospodaření v jednotlivých letech (Obr. 12) Zároveň z, potravní nabídka v rámci sezóny značně fluktovala. Nicméně ve srovnání s BAU managementem byla v upravených managementech rybníka (PPB, PPP, PPP\*) vždy vyšší biomasa/abundance potravních zdrojů (Tab. 7).

Využívání potravních zdrojů u PPP a PPP\* managementů mělo plynulejší průběh ve srovnání s PPB managementem, kde byla potravní preference jednotlivých složek potravy ovlivněna jejich abundancí/biomasou. U PPB, PPP, PPP\* se potravní chování kapra značně měnilo a kapr se přizpůsoboval aktuální nabídce potravních zdrojů. Nicméně bentičtí bezobratlí či náletový hmyz byli preferovanou složkou potravy. Z obecného hlediska bentičtí bezobratlí a zooplankton byly konzumovány po celou vegetační sezonu.

V rybnících s režimem příkrmování se triticales stalo důležitou složkou potravy kapra obecného. Zároveň fluktuace výběru potravních zdrojů kaprem obecným v rámci sezóny byla výrazně menší ve srovnání s rybníky bez příkrmování (Obr. 12).



Obr. 12. Potravní preference kapra obecného na základě výsledků Bayesianských směrných modelů v roce 2022, 2023, 2025. Data jsou prezentována jako medián (%)

Tab. 7. Dostupnost potravních zdrojů v jednotlivých letech

	Zoobentos (g.m <sup>2</sup> )					Zooplankton (ind.L <sup>-1</sup> )					Triticale (kg)				
	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Blaniny</b>															
Březen		1,3	2,7	2,26	2,03		13,4	2,1	10,5	66,4		0	0	0	0
Duben		1,0	5,8	1,21	1,55		8,3	13,4	116,7	288,3		0	0	0	0
Květen	0,7	1,5	1,8	1,12	1,32	8,5	146,7	28,9	220,0	123,4		160	160	0	0
Červen	2,23	7,8	3,2	1,31	1,65	103,9	98,2	65,6	168,3	136,5		400	440	0	0
Červenec		3,2	2,4	2,54	3,72		37,3	52,3	680,0	272,3		700	600	0	0
Srpen	0,78	3,0	1,8	1,13	2,15	47,8	154,0	237,1	534,8	190,7		100	200	0	0
Září	1,15	2,6	1,4	1,71	2,68	64,5	19,6	131,6	94,1	347,0		0	0	0	0
<b>Drachkovský</b>															
Březen		0,94	0,37	1,8	1,08		68,2	1,0	25,6	138,7		0	0	0	0
Duben		1,75	0,41	2,2	1,28		138,5	1,6	261,8	501,2		0	0	0	0
Květen	1,24	0,31	2,38	3,1	2,33	149,7	45,6	76,2	384,2	539,6		0	0	90	170
Červen	0,96	3,30	1,86	7,0	1,98	16,0	29,4	25,0	767,3	263,3		0	0	220	480
Červenec		6,09	5,30	3,5	3,68		42,4	48,6	2059,9	647,8		0	0	180	650
Srpen	0,27	1,17	4,04	1,6	1,57	11,2	9,3	60,8	703,1	1038,0		0	0	440	1000
Září	0,5	0,88	3,13	0,9	1,46	35,5	6,2	18,7	183,0	7548,9		0	0	310	300
<b>Loužek</b>															
Březen		0,52	0,81	0,5	0		26,9	16,8	0,8	0		0	0	0	0
Duben		1,21	0,35	0,5	0		91,3	54,5	805,6	0		0	0	0	0
Květen	0,76	3,37	1,32	0,5	0	1070,5	79,1	22,7	168,3	0		0	0	0	0
Červen	0,23	0,77	4,56	0,4	0	833,6	44,4	57,2	450,0	0		91	0	0	0
Červenec		0,16	1,05	0,3	0		83,3	4,3	282,2	0		275	410	0	0
Srpen	0,37	0,17	0,30	0,2	0	480,5	223,1	5,4	103,3	0		455	440	0	0
Září	1,72	1,31	0,56	0,6	0	592,7	25,8	3,9	115,3	0		140	185	0	0
<b>Lusk</b>															
Březen		4,3	1,4	4,5	1,14		31,0	84,7	42,8	240,4		0	0	0	0
Duben		4,1	3,5	2,7	2,2		108,5	16,8	100,8	343,4		0	0	0	0

Květen	1,39	2,8	3,2	3,0	1,96	182,7	53,7	54,5	427,5	184,7		0	0	30	90
Červen	0,83	3,6	3,7	2,3	3,32	1863,3	91,8	22,7	227,2	348,4		0	0	60	350
Červenec		2,9	0,8	4,6	1,45		102,1	57,2	518,8	392,1		0	0	260	500
Srpen	0,88	1,1	0,3	2,2	0,66	76,9	112,0	4,3	1814,9	972,8		0	0	260	400
Září	1,88	0,8	0,9	3,4	1,31	198,4	61,0	5,4	368,6	1048,1		0	0	180	260

## Diskuze a zdůvodnění k jednotlivým výsledkům

Stejně jako jiné i tato studie má své limity. Namísto průřezového sledování mnoha rybníků v jediném termínu jsme zvolili detailní monitoring čtyř rybníků po dobu 5 let. Zde byla v letech 2022–2025 přesně kvantifikována počáteční i konečná biomasa kapra. Zároveň jsme se zaměřili i na kvalitativní stránku rybníků, jak na potravní zdroje, tak i na fyzikálně chemické parametry vody. Tento přístup sice umožnil detailní studium těchto rybníků, ale omezil možnost generalizace výsledků na širší síť rybníčních ekosystémů. Navzdory těmto limitům poskytují naše výsledky unikátní pohled na možnosti příkrmování a přípravy rybníků pro maximalizaci zisku a co nejmenší ovlivnění daného ekosystému.

### Biotické komunity

Vliv tradičního a upraveného hospodaření v rybnících byl porovnáván z hlediska dynamiky společenstev zooplanktonu, fytoplanktonu a makrozoobentosu. Z obecného hlediska se biotická společenstva lišila mezi tradičním (BAU) a upravenými režimy hospodaření (PPB, PPP, PPP\*). Všechny tři upravené managementy vykázaly lepší odpověď těmto společenstev jak v druhovém složení, tak i v biomase/abundanci jednotlivých skupin ve srovnání s BAU managementem. Tato zjištění zdůrazňují negativní dopady intenzivního hospodaření (BAU) na strukturu biotických společenstev a zároveň ukazují přínosy šetrnějších přístupů reprezentovaných PPB, PPP, PPP\* režimy. Z obecného hlediska bylo patrné že upravené managementy nevedly k vyčerpání přirozených zdrojů potravy. Tento fakt byl pravděpodobně dán nižší obsádkou ryb a tím pádem menším predačním tlakem na zooplankton (Adameczuk, 2016, Sanford, 1993, Chappaz a kol., 1998, Lampert a kol., 2014) i zoobentos (Kajgrová a kol., 2021, Antón-Pardo a kol., 2020, Roucaute a kol., 2024 a Nahon a kol., 2020), přičemž u zooplanktonu byly pozorovány dva vrcholy abundance v jedné sezóně. U zoobentosu byla zaznamenána nižší biomasa u PPB managementu ve srovnání s PPP managementem. Zároveň PPP\* vykazoval menší biomasu zoobentosu ve srovnání s PPP managementem.

V roce 2025 se do rybníků s příkrmováním v režimu PPP\* dostala i jarní viremie kapra, která způsobila až 40 % úhyn. Do experimentu se vždy nasazovala šupinatá ryba ve stáří K2 z jedné komory z důvodu limitace rozdílné kondice ryb. Biotická společenstva vykazovala lepší druhové složení a vyšší abundanci/biomasu při PPP\* managementu ve srovnání s BAU managementem. Příkrmování pro získání 400 kg biomasy kapra z hektaru je již spíše za hranou možností daných rybníků. Je zde velká šance, že pokud by se jarní viremie nevyskytla, došlo by k výraznějšímu vyčerpání potravních zdrojů kapra obecného a pravděpodobnému kolapsu potravního řetězce. V tomto případě by byl kapr následně závislý pouze na příkrmování obilovinami.

### Fyzikálně chemické parametry vody

Všechny studované rybníky byly hypertrofní. Tento stav je dán managementem z předchozích dob, ve kterém se množství krmiv a hnojení neřídilo racionálním ziskem či kvalitou vodního prostředí (Pechar a kol., 2002). Naše upravené managementy vedly k poklesu živinové zátěže ve všech letech ve srovnání s BAU managementem. Nicméně nenašli jsme rozdíl mezi PPB, PPP, a PPP\* z hlediska poklesu živinové zátěže. Nicméně u PPP\* managementu si nemůžeme být zcela jistí, jelikož rybník si přenáší historii svého managementu minimálně jednu až dvě sezóny od jeho aplikace. Celkově vzato, krmení neovlivnilo fyzikálně chemické parametry

vody. Pravděpodobným hlavním hybatelem poklesu živinové zátěže bylo zimování rybníků, které vedlo k remineralizaci živin, a jejich dostupnosti pro primární producenty.

## Potravní preference kapra obecného

Kapr obecný je potravní generalista, který konzumoval veškeré potravní zdroje daného rybníka). Dále vykazoval silnou afinitu k zoobentosu a náletovému hmyzu ve všech studovaných rybnících. Nicméně ve chvíli, kdy byly aplikovány obiloviny (triticale), kapři v rybnících s PPP a PPP\* managementem vykazovali silnou preferenci k tomuto potravnímu zdroji. Tento typ chování byl také popsán autory Říha a kol. (2025) či Adámek a kol. (2004).

Z hlediska managementu se potravní chování lišilo, zejména pokud jde o využívání náletového hmyzu. Tento potravní zdroj byl více využíván v rybnících bez příkrmování (PPB) ve srovnání s rybníky s PPP a PPP\* managementem. Tento fakt je pravděpodobně dán vyšší aktivitou při shánění potravy (Jurajda a kol., 2016). Přičemž pravidelný přísun potravy v PPP a PPP\* rybnících snižoval potřebu aktivního vyhledávání potravy (Adámek a kol., 2014; Hlaváč a kol., 2016, Rahman a kol., 2008). Zároveň je nutné zmínit, že specifické podmínky daného rybníka značně ovlivňovaly potravní preference kapra v daném prostředí. Z tohoto důvodu je nutné posuzovat potravní chování kapra nejenom z hlediska managementu, ale také z hlediska daných podmínek rybníka.

## Závěr

Tato metodika poskytuje soubor praktických doporučení, jejichž cílem je maximalizace produkce rybí biomasy na jednotku plochy při současném zachování biologické a ekologické funkce rybníků.

Na základě provedeného experimentálního ověření různých přístupů k příkrmování kaprových rybníků lze konstatovat, že optimalizace krmného režimu představuje klíčový nástroj pro zajištění produkční efektivity při současném omezení negativních dopadů na kvalitu vodního prostředí. Zahájení příkrmování již v časném jarním období (počátek května) se ukazuje jako vhodné opatření podporující růst rybí obsádky, přičemž příkrmování založené výhradně na abundanci zooplanktonu není u kapra ve věkové kategorii K2 a starší efektivní z důvodu změny potravních preferencí v ontogenezi. Výsledky dále ukazují, že rovnoměrná distribuce krmiva v průběhu vegetační sezóny, s maximem krmných dávek v letních měsících (červenec–srpen), umožňuje efektivní využití živin a podporuje stabilní růst ryb. Z hlediska prostorové organizace krmení se jako vhodné opatření i u menších produkčních rybníků jeví zřízení více krmných míst, které přispívá k omezení vnitrodruhové kompetice a ke snížení velikostní variability obsádky. Z hlediska výstupů tohoto projektu bychom doporučili rozdělit celkové množství krmení mezi měsíce květen až září v procentuálním poměru 5-15-30-30-20 %.

Zásadním faktorem ovlivňujícím produkční úspěšnost je také respektování nosné kapacity konkrétního rybníka při nasazování rybí obsádky. Nadměrné zatížení prostředí v kombinaci s intenzivním příkrmováním vede ke zhoršení kvality vody a snížení produkční efektivity. Optimální úroveň příkrmování byla identifikována přibližně na úrovni 200 kg získané biomasy ryb na hektar. Zatímco intenzita odpovídající 400 kg získané biomasy ryb na hektar se již jeví jako nevyhovující. Lze předpokládat, že maximální efektivní míra příkrmování se nachází mezi těmito hodnotami a je determinována lokálními podmínkami prostředí a specifiky dané nádrže. Z porovnání jednotlivých typů managementu vyplývá, že přístup PPP vykazuje vyšší produkční efektivitu než standardní management BAU i management PPB, přičemž PPP a PPB

management lze obecně považovat za vhodnější alternativy k běžně používanému způsobu hospodaření. Management PPP\* byl identifikován jako hraniční varianta, u níž zvýšená mortalita obsádky neumožnila jednoznačné vyhodnocení jeho dopadů a nelze jej proto v současnosti doporučit jako bezpečný produkční postup.

Současně bylo potvrzeno, že zimování rybníků představuje významný nástroj pro remineralizaci živin, který přispívá ke snížení trofického zatížení a ke zlepšení podmínek pro rozvoj přirozené potravy kapra v následující produkční sezóně. Díky zimování a včasnému zastavení rybníků je možné předpokládat, že nebude potřeba aplikace organických hnojiv na nastartování produkce rybníka. Zároveň díky efektu zimování může dojít k postupnému, přirozenému, ale pomalému úbytku živin z rybníčního ekosystému, přičemž je předpoklad, že se tyto živiny díky mikrobiální smyčce dostanou do vyšších pater potravního řetězce a následně se inkorporují v těle kapra.

Z těchto důvodů je implementace výše uvedených opatření do rybníkářské praxe žádoucí a může vést k efektivnějšímu využití krmiv, stabilizaci produkčních parametrů a omezení negativních environmentálních dopadů spojených s intenzivním chovem kapra.

## **Srovnání „novosti postupů“**

Tato metodika kombinuje rozličné vědecké přístupy pro objasnění vlivu managementu rybníka na biotické společenstvo a kvalitu vody. Tyto výsledky následně poslouží pro zlepšení managementu rybníků při zachování rentabilní produkce ryb z hektaru.

Autorům je známa metodika „Optimalizace příkrmování jednohorkových kaprových rybníků při vytváření lehké tržní tržní“. Navržený přístup vychází z této metodiky, kterou však dále rozvíjí a rozšiřuje o zásadní inovační prvky.

## **Popis uplatnění certifikované metodiky**

Tato metodika shrnuje přínosy nového postupu managementu rybníků ve snaze zachovat biologickou a ekologickou funkci rybníků, a zároveň maximalizovat výnos z hektaru rybníka. Výsledky této metodiky poslouží jak produkčním rybářům, kteří plánují přejít od masové produkce kapra obecného k udržitelnému kaprovému hospodářství, tak i ostatním vlastníkům rybníků, kterým není lhostejný stav jejich vod.

Zároveň tato metodika může sloužit jako metodický nástroj pro orgány státní zprávy, jelikož poskytuje informace o vlivech příkrmování na biotické komunity a fyzikálně chemické parametry vod.

## **Ekonomické aspekty**

**Odhad nákladů (v tis. Kč) na zavedení postupů uvedených v metodice a odhad ekonomického přínosu (v tis. Kč) pro uživatele.**

### **SWOT analýza – PPP management rybníků**

#### **S – Strengths (Silné stránky)**

- Zvýšení produkční efektivity při zachování ekologické stability rybníka
- Lepší konverze krmiva díky optimalizaci krmných dávek v průběhu sezóny
- Omezení negativních dopadů na kvalitu vody při respektování nosné kapacity rybníka

- Rovnoměrnější růst rybí obsádky díky využití více krmných míst
- Snížení velikostní heterogenity populace kapra
- Podpora přirozené potravní nabídky prostřednictvím zimování rybníků
- Vyšší efektivita PPP managementu oproti BAU a PPB přístupům

#### **W – Weaknesses (Slabé stránky)**

- Nutnost přesného stanovení nosné kapacity konkrétního rybníka
- Vyšší nároky na management krmení a pravidelný monitoring
- Závislost optimální intenzity příkrmování na lokálních podmínkách
- Riziko zvýšené mortality u hraničních managementových přístupů (PPP\*)

#### **O – Opportunities (Příležitosti)**

- Možnost zvýšení výnosu rybí biomasy na hektar bez výrazného zhoršení kvality prostředí
- Efektivnější využití doplňkových krmiv
- Snížení eutrofizačního zatížení rybníků
- Dlouhodobá stabilizace produkční schopnosti rybníčních ekosystémů
- Adaptace krmných strategií na specifické podmínky jednotlivých lokalit
- Podpora udržitelných forem rybníkářského hospodaření

#### **T – Threats (Hrozby)**

- Překročení optimální intenzity příkrmování vedoucí ke zhoršení kvality vody
- Nesprávné stanovení obsádky vzhledem k nosné kapacitě rybníka
- Variabilita environmentálních podmínek mezi jednotlivými rybníky
- Riziko nadměrného živinového zatížení při nesprávné aplikaci metodiky
- Možné negativní dopady zvýšené mortality při nevhodně zvoleném managementu

Ekonomické zhodnocení hospodaření na rybníce Blaniny během let 2021 až 2025 kalkulované na hektar vodní plochy.

Položka	Rok hospodaření				
	2021	2022	2023	2024	2025
Typ hospodaření	BAU	PPP	PPP	PPB	PPB
PP rybníka (kg ha <sup>-1</sup> )	470	470	470	470	470
Iniciální obsádka (IO) (kg ha <sup>-1</sup> )	152	119	105	67	115
Iniciální obsádka IO (ks ha <sup>-1</sup> )	5 059	588	618	312	312
Průměrná kusová váha IO (kg)	0,03	0,20	0,17	0,21	0,37
Spotřeba obilí na příkrmování	588	800	800	0	0
Průměrná cena obilí (Kč. kg <sup>-1</sup> )	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50

Přežití obsádky (%)	–	95	92	93	62
Průměrná prodejní cena kapra (Kč. kg <sup>-1</sup> )	65	65	65	65	65
<b>Produkce kapra (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>234</b>	<b>758</b>	<b>826</b>	<b>493</b>	<b>245</b>
<b>Tržby za ryby (Kč ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>15 210</b>	<b>49 270</b>	<b>53 690</b>	<b>32 045</b>	<b>15 925</b>
<b>Náklady na příkrmování (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>2 646</b>	<b>3 600</b>	<b>3 600</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Hrubý zisk (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>12 564</b>	<b>45 670</b>	<b>50 090</b>	<b>32 045</b>	<b>15 925</b>

Pozn. Průměrná cena obilí a průměrná prodejní cena kapra byla vypočtena na základě obchodních cen mezi lety 2021 až 2025, kdy docházelo k fluktuaci obchodních cen; Tržby za ryby na ha byly vypočteny znásobením výlovku kapra na ha (na podzim vylovené ryby) a průměrnou prodejní cenou kapra; Náklady na příkrmování na ha byly získány znásobením spotřeby obilí na příkrmování na ha a průměrnou cenou obilí; hrubý zisk na ha byl dosažen odečtem nákladů na příkrmování na ha od tržeb za ryby na ha. Hrubý zisk není krácen o další náklady provozu, které se liší dle podniku (náklady na iniciální obsádku, mzdy, odpisy, investice, PHM, pachtovné atd.).

Ekonomické zhodnocení hospodaření na rybníce Drachkovský během let 2021 až 2025 kalkulované na hektar vodní plochy.

Položka	Rok hospodaření				
	2021	2022	2023	2024	2025
Typ hospodaření	BAU	PPB	PPB	PPP	PPP*
PP rybníka (kg ha <sup>-1</sup> )	540	540	540	540	540
Iniciální obsádka (kg ha <sup>-1</sup> ) – IO	426	76	75	122	284
Iniciální obsádka IO (ks ha <sup>-1</sup> )	4265	375	438	570	770
Průměrná váha IO (kg)	0,10	0,20	0,17	0,21	0,37
Spotřeba obilí na příkrmování	588	0	0	812	1 530
Průměrná cena obilí (Kč kg <sup>-1</sup> )	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Přežití obsádky (%)	–	79	86	96	79
Průměrná prodejní cena kapra (Kč kg <sup>-1</sup> )	65	65	65	65	65
<b>Produkce kapra (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>-450</b>	<b>297</b>	<b>471</b>	<b>812</b>	<b>701</b>
<b>Tržby za ryby (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>-29 250</b>	<b>19 305</b>	<b>30 615</b>	<b>52 780</b>	<b>45 565</b>
<b>Náklady na příkrmování (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>2 646</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 654</b>	<b>6 885</b>
<b>Hrubý zisk (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>-31 896</b>	<b>19 305</b>	<b>30 615</b>	<b>49 126</b>	<b>38 680</b>

Pozn. Průměrná cena obilí a průměrná prodejní cena kapra byla vypočtena na základě obchodních cen mezi lety 2021 až 2025, kdy docházelo k fluktuaci obchodních cen; Tržby za ryby na ha byly vypočteny znásobením Výlovku kapra na ha (na podzim vylovené ryby) a Průměrnou prodejní cenou kapra; Náklady na příkrmování na ha byly získány znásobením Spotřeby obilí na příkrmování na ha a Průměrnou cenou obilí; Hrubý zisk na ha byl dosažen odečtem Nákladů na příkrmování na ha od Tržeb za ryby na ha. Hrubý zisk není krácen o další náklady provozu, které se liší dle podniku (náklady na Iniciální obsádku, mzdy, odpisy, investice, PHM, pachtovné atd.).

Ekonomické zhodnocení hospodaření na rybníce Lusk během let 2021 až 2025 kalkulované na hektar vodní plochy.

Položka	Rok hospodaření				
	2021	2022	2023	2024	2025
Typ hospodaření	BAU	PPB	PPB	PPP	PPP*
PP rybníka (kg ha <sup>-1</sup> )	600	600	600	600	600
Iniciální obsádka (kg ha <sup>-1</sup> ) – IO	55	150	128	202	435
Iniciální obsádka IO (ks ha <sup>-1</sup> )	1 388	740	750	942	1 180
Průměrná váha IO (kg)	0,04	0,20	0,17	0,21	0,37
Spotřeba obilí na přikrmování	882	0	0	800	1 600
Průměrná cena obilí (Kč kg <sup>-1</sup> )	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Přežití obsádky (%)	–	89	90	92	60
Průměrná prodejní cena kapra (Kč kg <sup>-1</sup> )	65	65	65	65	65
<b>Produkce kapra (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>927</b>	<b>723</b>	<b>405</b>	<b>1 041</b>	<b>551</b>
<b>Tržby za ryby (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>60 255</b>	<b>46 995</b>	<b>26 325</b>	<b>67 665</b>	<b>35 815</b>
<b>Náklady na přikrmování (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>3 969</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 600</b>	<b>7 200</b>
<b>Hrubý zisk (Kč ha<sup>-1</sup>Kč)</b>	<b>56 286</b>	<b>46 995</b>	<b>26 325</b>	<b>64 065</b>	<b>28 615</b>

Pozn. Průměrná cena obilí a průměrná prodejní cena kapra byla vypočtena na základě obchodních cen mezi lety 2021 až 2025, kdy docházelo k fluktuaci obchodních cen; Tržby za ryby na ha byly vypočteny znásobením Výlovku kapra na ha (na podzim vylovené ryby) a Průměrnou prodejní cenou kapra; Náklady na přikrmování na ha byly získány znásobením Spotřeby obilí na přikrmování na ha a Průměrnou cenou obilí; Hrubý zisk na ha byl dosažen odečtem Nákladů na přikrmování na ha od Tržeb za ryby na ha. Hrubý zisk není krácen o další náklady provozu, které se liší dle podniku (náklady na Iniciální obsádku, mzdy, odpisy, investice, PHM, pachtovné atd.).

Ekonomické zhodnocení hospodaření na rybníce Loužek během let 2021 až 2024 kalkulované na hektar vodní plochy.

Položka	Rok hospodaření			
	2021	2022	2023	2024
Typ hospodaření	BAU	PPP	PPP	PPB
PP rybníka (kg ha <sup>-1</sup> )	440	440	440	440
Iniciální obsádka (kg ha <sup>-1</sup> ) – IO	252	142	129	101
Iniciální obsádka IO (ks ha <sup>-1</sup> )	4 206	702	755	-
Průměrná váha IO (kg)	0,06	0,20	0,17	0,21
Spotřeba obilí na příkrmování	353	955	1 045	0
Průměrná cena obilí (Kč kg <sup>-1</sup> )	4,50	4,50	4,50	4,50
Přežití obsádky (%)	–	92	99	93
Průměrná prodejní cena kapra (Kč kg <sup>-1</sup> )	65	65	65	65
<b>Produkce kapra (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>-98</b>	<b>406</b>	<b>532</b>	<b>331</b>
<b>Tržby za ryby (Kč ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>-6 370</b>	<b>26 390</b>	<b>34 580</b>	<b>21 515</b>
<b>Náklady na příkrmování (Kč ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>1 588</b>	<b>4 297</b>	<b>4 702</b>	<b>0</b>
<b>Hrubý zisk (Kč ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>-7 958</b>	<b>22 092</b>	<b>29 877</b>	<b>21 515</b>

Pozn. Průměrná cena obilí a průměrná prodejní cena kapra byla vypočtena na základě obchodních cen mezi lety 2021 až 2025, kdy docházelo k fluktuaci obchodních cen; Tržby za ryby na ha byly vypočteny znásobením Výlovku kapra na ha (na podzim vylovené ryby) a Průměrnou prodejní cenou kapra; Náklady na příkrmování na ha byly získány znásobením Spotřeby obilí na příkrmování na ha a Průměrnou cenou obilí; Hrubý zisk na ha byl dosažen odečtem Nákladů na příkrmování na ha od Tržeb za ryby na ha. Hrubý zisk není krácen o další náklady provozu, které se liší dle podniku (náklady na Iniciální obsádku, mzdy, odpisy, investice, PHM, pachtovné atd.).

## Seznam použité související literatury

Adámek, Z., Musil, J., Sukop, I., 2004. Diet composition and selectivity in O+ perch (*Perca fluviatilis* L.) and its competition with adult fish and carp (*Cyprinus carpio* L.) stock in pond culture. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 69: 21–27.

Adamczuk, M., 2016. Past, present, and future roles of small cladoceran *Bosmina longirostris* in aquatic ecosystems. *Hydrobiologia* 767: 1–11.

Adámek, Z., Kajgrová, L., Regenda, J., Roy, K., 2023. Carp pond aquaculture–concordance of production and nature. *Aquaculture Europe* 48: 6–15.

Antón-Pardo, M., Hlaváč, D., Bauer, C., Adámek, Z., 2020. Environmental and biotic variables in carp (*Cyprinus carpio*) ponds: organic vs. conventional management. *Aquaculture International* 28: 1621–1637.

Baxa, M., Musil, M., Kummel, M., Hanzlík, P., Tesařová, B., Pechar, L., 2021. Dissolved oxygen deficits in a shallow eutrophic aquatic ecosystem (fishpond)—sediment oxygen demand and water column respiration alternately drive the oxygen regime. *Science of the Total Environment* 766: 142647.

Berzi-Nagy, L., Hegyi, Á., Szabó, I., Urbányi, B., Horváth, Á., 2021. Effects of different fish diets on the water quality in semi-intensive common carp (*Cyprinus carpio*) farming. *Aquaculture International* 29: 2141–2156.

Bonow, M., Olsén, H., Svanberg, I., 2016. Historical aquaculture in Northern Europe. Södertörn University, Huddinge.

CABI, 2019. *Cyprinus carpio*. CABI Compendium.

FAO, 2023. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Girard, L., Wezel, A., Robin, J., 2024. Drying out fish ponds, for an entire growth season, as an agroecological practice: maintaining primary producers for fish production and biodiversity conservation. *Open Research Europe* 3: 125.

Hoffmann, R.C., 2005. A brief history of aquatic resource use in medieval Europe. *Helgoland Marine Research* 59: 22–30.

Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky. Český svaz ochránců přírody, Vlašim.

Hartman, P., Regenda, J., 2016. Praktika v rybníkářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Horváth, L., Hegyi, A., Lefler, K.K., Csorbai, B., Kovács, E., Szabó, T., Urbányi, B., 2023. Review of central-eastern European propagation and larvae nursing method for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Life* 13: 2334.

- Hlaváč, D., Adámek, Z., Hartman, P., Másílko, J., 2014. Effects of supplementary feeding in carp ponds on discharge water quality: a review. *Aquaculture International* 22: 299–320.
- Hlaváč, D., Másílko, J., Hartman, P., Bláha, M., Pechar, L., Antón-Pardo, M., Adámek, Z., 2015. Effects of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) supplementary feeding with modified cereals on pond water quality and nutrient budget. *Journal of Applied Ichthyology* 31: 30–37.
- Hlaváč, D., Anton-Pardo, M., Másílko, J., Hartman, P., Regenda, J., Vejsada, P., Baxa, M., Pechar, L., Valentová, O., Všetická, L., 2016. Supplementary feeding with thermally treated cereals in common carp (*Cyprinus carpio* L.) pond farming and its effects on water quality, nutrient budget and zooplankton and zoobenthos assemblages. *Aquaculture International* 24: 1681–1697.
- Chappaz, R., Doucende, D., Barthelemy, R., 1998. Patterns of change in zooplankton community structures and the selective feeding of bleak (*Alburnus alburnus*) in the Serre Ponçon dam between 1980 and 1996. *Hydrobiologia* 391: 127–134.
- Kajgrová, L., Kolář, V., Roy, K., Adámek, Z., Blabolil, P., Kopp, R., Mráz, J., Musil, M., Pecha, O., Pechar, L., 2024. A stoichiometric insight into the seasonal imbalance of phosphorus and nitrogen in central European fishponds. *Environmental Sciences Europe* 36: 139.
- Kajgrová, L., Adámek, Z., Regenda, J., Bauer, C., Stejskal, V., Pecha, O., Hlaváč, D., 2021. Macrozoobenthos assemblage patterns in European carp ponds—the importance of emersed macrophyte beds. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 422: 9.
- Kocour, M., Prchal, M., Lipka, J., Valentová, O., Kroupová, H.K., 2025. Effect of common carp group, mass yield and supplemental feeding on basic water quality parameters under semi-intensive pond management in Central Europe: Implications for selective breeding under near-natural conditions. *Aquaculture*, 742168.
- Lampert, K.P., Regmi, B.P., Wathne, I., Larsson, P., 2014. Clonal diversity and turnover in an overwintering *Daphnia pulex* population, and the effect of fish predation. *Freshwater Biology* 59: 1735–1743.
- Michel, P., Oberdorff, T., 1995. Feeding habits of fourteen European freshwater fish species. *Cybium* 19: 5–46.
- Mazurkiewicz, J., Przybył, A., 2003. Comparison of nutritional usability of cereals as carbohydrate components of extruded feeds for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. *Aquaculture Research* 34: 847–856.
- Nahon, S., Roussel, J.M., Jaeger, C., Menniti, C., Kerhervé, P., Mortillaro, J.M., Aubin, J., 2020. Characterization of trophic niche partitioning between carp (*Cyprinus carpio*) and roach (*Rutilus rutilus*) in experimental polyculture ponds using stable isotopes. *Aquaculture* 522: 735162.
- Pechar, L., Příkryl, I., Faina, R., 2002. Hydrobiological evaluation of Trebon fishponds since the end of the nineteenth century. In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L. (eds), *Freshwater wetlands and their sustainable future*. UNESCO / The Parthenon Publishing Group.

Poikane S, Portielje R, van den Berg M, Phillips G, Brucet S, Carvalho L, Mischke U, Ott I, Soszka H, Van Wichelen J (2014) Defining ecologically relevant water quality targets for lakes in Europe. *Journal of Applied Ecology* 51: 592–602.

Potužák, J., Hůda, J., Pechar, L., 2007. Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds—impact of zooplankton structure. *Aquaculture International* 15: 201–210.

Roucaute, M., Aubin, J., Nahon, S., Jaeger, C., 2024. Influence of a new fishpond design on invertebrate community biodiversity and secondary production. *Aquatic Living Resources* 37: 15.

Rutegwa, M., Potužák, J., Hejzlar, J., Drozd, B., 2019. Carbon metabolism and nutrient balance in a hypereutrophic semi-intensive fishpond. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 49.

Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mráz, J., 2020. Nutrient footprint and ecosystem services of carp production in European fishponds in contrast to EU crop and livestock sectors. *Journal of Cleaner Production* 270: 122268.

Roy, K., Vrba, J., Kajgrová, L., Mráz, J., 2022. The concept of balanced fish nutrition in temperate European fishponds to tackle eutrophication. *Journal of Cleaner Production* 364: 132584.

Roy, K., Másílko, J., Kajgrová, L., Kuebutornye, F.K.A., Oberle, M., Mráz, J., 2023. End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity. *Aquaculture* 577: 739906.

Říha, M., Rabaneda-Bueno, R., Prchalová, M., Kajgrová, L., Meador, T.B., Bláha, M., Draštík, V., Kočvara, L., Kuklina, I., Veselý, L., 2025. Integrating high-resolution telemetry and stable isotope analysis to link behavior, diet, and growth in pond-reared carp. *Aquacultural Engineering* 102641.

Sanford, P.R., 1993. *Bosmina longirostris* antennule morphology as an indicator of intensity of planktivory by fishes. *Bulletin of Marine Science* 53: 216–227.

Schagerl, M., Yen, C.C., Bauer, C., Gaspar, L., Waringer, J., 2025. Fishponds are hotspots of algal biodiversity—organic carp farming reveals unexpected high taxa richness. *Environments* 12: 92.

Søndergaard, M., Jensen, J.P., Jeppesen, E., 2003. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. *Hydrobiologia* 506: 135–145.

Šetlíková, I., Mikšovská, V., Let, M., Hlaváč, D., Puhanová, V., Bláha, M., Kajgrová, L., Vrba, J., Veselý, L., 2025. Response of aquatic invertebrate communities to different management strategies in central European fishponds. *Environmental Sciences Europe* 37: 162.

Pilecky, M., Mathieu-Resuge, M., Závorka, L., Fehlinger, L., Winter, K., Martin-Creuzburg, D., Kainz, M.J., 2022. Common carp obtain omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids

via dietary supply and endogenous bioconversion in semi-intensive aquaculture ponds. *Aquaculture* 561: 738731.

Vrba, J., Šorf, M., Nedoma, J., Benedová, Z., Kröpfelová, L., Šulcová, J., Tesařová, B., Musil, M., Pechar, L., Potužák, J., 2024. Top-down and bottom-up control of plankton structure and dynamics in hypertrophic fishponds. *Hydrobiologia* 851: 1095–1111.

## **Seznam publikací, které předcházely metodice**

Šetlíková, I., Mikšovská, V., Let, M., Hlaváč, D., Puhanová, V., Bláha, M., Kajgrová, L., Vrba, J., Veselý, L., 2025. Response of aquatic invertebrate communities to different management strategies in central European fishponds. *Environmental Sciences Europe* 37: 162.

Veselý, L., Kubec, J., Let, M., Meador, T., Ložek, F., Kolařík, F., Kuklina, I., Blaha, M., Szydłowska, S., Balzani, P., Kouba, A., Buřič, M., Vrba, J., Říha, M., under review. Seasonal feeding dynamics of common carp under contrasting fishpond managements. *Inland Waters*.

Veselý, L., Let, M., Potužák, J., Šetlíková, I., Vrba, J., under review. Fishery management shapes limnological dynamics in hypereutrophic fishpond ecosystems. *Environmental Sciences Europe*.

Veselý, L., Říha, M., Kubec, J., Šetlíková, I., Kuklina, I., Bláha, M., Hlaváč, D., Vrba, J., Buřič, M., Let, M. Optimalizace příkrmování jednohorkových kaprových rybníků při vytváření lehké tržní ryby. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. under review

### **Dedikace**

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu ZEMĚ QK21010131. – 100 %

### **Externí odborný oponent**

Ing. Miroslav Blecha, Ph.D.  
Dvůr Lnáře, spol. s r.o.  
Lnáře 18, 387 42 Lnáře

### **Interní odborný oponent**

Doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Zátíší 728/II, 389 01 Vodňany, www.frov.jcu.cz

### **Oponent za státní správu**

Ing. Ondřej Tomášek  
Ministerstvo zemědělství, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

### **Osvědčení o uplatněné certifikované metodice č. ze dne**

Ministerstvo zemědělství, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

### **Adresa autorského kolektivu**

<sup>1</sup> Mgr. Lukáš Veselý, Ph.D.		20 %
<sup>1</sup> Ing. Marek Let, Ph.D.	20 %	
<sup>2</sup> Mgr. Milan Říha, Ph.D.		5 %
<sup>3</sup> doc. RNDr. Irena Šetlíková, Ph.D.	5 %	
<sup>1</sup> MSc. Irina Kuklina, Ph.D.		5 %
<sup>1</sup> doc. Ing. Martin Bláha, Ph.D.		5 %
<sup>4</sup> Ing. David Hlaváč, Ph.D.		5 %
<sup>3</sup> prof. RNDr. Jaroslav Vrba, CSc.		10 %
<sup>1</sup> doc. Ing. Miloš Buřič, Ph.D.	10 %	
<sup>1</sup> Ing. Jan Kubec, Ph.D.	15 %	

Autoři L. Veselý a M. Let se na této publikaci podíleli stejnou měrou

<sup>1</sup> Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 01 Vodňany, www.frov.jcu.cz

<sup>2</sup>Biologické Centrum Akademie Věd, Hydrobiologický ústav, České Budějovice.

<sup>3</sup>Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká Fakulta, Branišovská 1645/31a, 370 05 České Budějovice.

<sup>4</sup>Blatenská Ryba s.r.o. Na Příkopech 747, 388 01 Blatná, Czech Republic

V edici Metodik (technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, www.frov.jcu.cz; přidělený editor: Ing. Martin Prechal, Ph.D.; redakce: Zuzana Dvořáková; 1. vydání; metodika uplatněna v roce 2026; publikace je dostupná on-line, grafický design a technická realizace: Jesenické nakladatelství Jena Šumperk.