FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Výživa rybniční biocenózy organickými hnojivy

P. Hartman

Edice Metodik 127

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Výživa rybniční biocenózy organickými hnojivy

P. Hartman

VYDÁNÍ PUBLIKACE BYLO USKUTEČNĚNO ZA FINANČNÍ PODPORY PROJEKTU:

Inovace prezenčního studia bakalářského studijního oboru Rybářství

(CZ.1.07/2.2.00/15.0076)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAHOVÁ ČÁST PUBLIKACE BYLA ZPRACOVÁNA ZA FINANČNÍ PODPORY NÁSLEDUJÍCÍCH PROJEKTŮ:

100 % – Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz – CENAKVA

(CZ.1.05/2.1.00/01.0024)

(přepracované vydání metodiky VÚRH Vodňany č. 4 z roku 1983 „Organické hnojení rybníků" autorů: P. Hartman, K. Lavický, J. Pokorný)

ISBN 978-80-87437-50-6

OBSAH

I. ÚVOD **6**

II. CÍL METODIKY **6**

III. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“ OPROTI PŮVODNÍ METODICE A LITERÁRNÍM ZÁVĚRŮM **6**

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY **7**

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY **8**

VI. VLASTNÍ POPIS METODIKY **8**

1. Minulost a současný stav uplatnění organických hnojiv v rybniční akvakultuře a jejich význam **8**

2. Aktuální právní problematika aplikace organických hnojiv v rybniční akvakultuře **11**

3. Přehled organických hnojiv pro výživu rybniční biocenózy **14**

3.1. Zelené hnojení rybníků 14

3.2. Hnojení rybníků stájovými (animálními) organickými hnojivy 15

3.2.1. Pevná organická hnojiva 15

3.2.2. Tekutá organická hnojiva 16

3.2.3. Vedlejší zdroje živin v rybniční biocenóze 22

4. Dávkování a účinnost organických hnojiv pro výživu rybniční biocenózy **24**

5. Zabezpečení vyrovnané bilance živin (vstupu a výstupu) jako cíl trvale udržitelné rybniční akvakultury **26**

6. Povinnost evidence hospodářských opatření vyplývajících ze zákona č. 99/2004 Sb., o rybářství **30**

7. Závěr **31**

VII. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY **32**

VIII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE **34**

I. ÚVOD

Metodika uvádí způsoby použití a přehled organických hnojiv v rybniční akvakultuře. Zvlášť upozorňuje na využití „zeleného hnojení rybníků", jako přirozeného způsobu aktivace zdrojů vlastních živin z rybničního biotopu na rozdíl od živin dodávaných obvykle statkovými hnojivy. V obou případech je zdůvodňován význam uhlíku pro výživu rybniční akvakultury jako limitujícího biogenního prvku v eutrofních a hypertrofních rybnících v období zvýšené fotoasimilační činnosti fytoplanktonu. Metodika se zabývá účinností přímé aplikace živin a jejím vlivem na přirozenou produkci rybníků vyjádřenou přírůstkem ryb. Na rozdíl od stávajících metod intenzifikace rybniční akvakultury je aplikace organických hnojiv zaměřena na nezbytně vyrovnanou bilanci živin vstupujících do rybniční biocenózy vůči výstupu biogenních prvků s orientací na celkový fosfor vyjádřenou přírůstkem ryb, který je předmětem výlovu. To je základním předpokladem produktivní a udržitelné rybniční akvakultury, která tímto splňuje požadavky na přiměřené nakládání s povrchovými vodami pro chov ryb.

II. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je předložit pro potřeby výrobní praxe dosažené výsledky sledování účinnosti organických hnojiv, a to jak ekologicky nejpřijatelnějšího „zeleného hnojení", tak i účinnosti aplikace statkových hnojiv na rozvoj přirozené produkce rybníků v ČR. Cílovým ukazatelem je dosažený přírůstek ryb. Nelze opomenout skutečnost, že konverze živin dodaných biologicky oživenou organickou hmotou je za optimálních podmínek aplikace a stavu obsádky ryb významně nejefektivnějším dostupným intenzifikačním opatřením. Nekoordinovaná aplikace organických hnojiv vede ve svém důsledku k negativním účinkům na rybniční biocenózu. Cílem aplikace organických hnojiv je zajištění udržitelné rybniční akvakultury, která sleduje šetrný způsob využití rybničního bohatství pro produkci kvalitních potravin. Metodika kvantifikuje konverzi živin v rybniční biocenóze zhodnocené do přírůstku ryb. Tento vztah bude hlavním kritériem pro chov ryb v rybnících k podnikání a významným ukazatelem pro zabezpečení žádoucí kvality povrchových vod.

III. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ" OPROTI PŮVODNÍ METODICE A LITERÁRNÍM ZÁVĚRŮM

Rybniční akvakultura má charakter biotechnologického procesu, který je stále více považován za součást ekologických vztahů v přírodě a krajině. Na organická hnojiva aplikovaná do rybníků bylo nahlíženo především jako na zdroj levných živin, které byly

určeny ke vstupu do potravní pyramidy s vrcholem, kterým je přírůstek ryb. Jejich přebytek či vzájemný nepoměr byl obvykle na obtíž samotnému chovu ryb či rybničnímu prostředí, ale s ohledem na poměrně jednostranné využití povrchových vod byl tolerován. Současná metoda výživy rybniční biocenózy organickým hnojením spočívá především ve vyrovnání poměru živin N a P vůči C (resp. CO_2). Uhlík je hodnocen jako nezbytný komponent fotosyntetické asimilace vodních rostlin, především žádoucího fytoplanktonu tvořeného zelenými řasami. Rozdíl mezi fotosyntézou suchozemských a vodních rostlin je právě v dostupnosti CO_2. Většina autorů se shoduje na závěru, že C a CO_2 jsou ve vodním prostředí hodnoceny pro fotosyntetickou asimilaci jako nedostatkové živiny, především u biologických rybníků bohatě saturovaných živinami vč. organických látek v době jarního maxima fytoplanktonu (Faina a Kubů, 1989).

Inovovaná metodika organického hnojení rybníků zúžila okruh používaných organických hnojiv na „zelené hnojení" a na dostupná stájová hnojiva v zemědělství. Abstrahuje od dříve uváděných průmyslových kompostů, které se nepoužívají, dále od odpadních vod potravinářského průmyslu (Faina a Kubů, 1989) a okrajově se zabývá organickou zátěží z chovu kachen na rybnících. Upřesňuje celkové a jednorázové dávky co do hmotnosti a časových proporcí před vegetací a ve vegetaci. **Diferencuje účinnost výše aplikačních dávek na přírůstek ryb. Respektuje nepřímé zdroje živin v rybniční biocenóze** např. z přikrmování obsádek ryb, kvantifikuje vstupy a výstupy biogenních prvků zejména s ohledem na celkový fosfor (Pc). Na rozdíl od předchozí metodiky a některých starších literárních zdrojů v oboru rybníkářství **uvádí rovněž zpětnou vazbu aplikace živin na přírůstek ryb**.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je uplatnitelná v současných podmínkách rybniční akvakultury především se zaměřením na zastoupení kategorie polointenzifikačních rybníků, která je co do plochy rybníků nejrozsáhlejší. Tato kategorie dává předpoklad ovlivňovat rozvoj přirozené produkce rybníků „řádně přiměřeným" způsobem, odpovídajícím dobré chovatelské praxi. Přirozená potrava jako výsledek přirozené rybniční produkce posílené přiměřeným organickým hnojením je ekonomicky a biologicky nejdůležitější součástí přírůstku ryb. Předložená metodika, s ohledem na časový odstup 30 let, na rozdíl od předcházející akceptovala některé novější poznatky co do účinnosti organických hnojiv, dosažené v různých podmínkách při rozdílných aplikačních dávkách, respektuje změny v živočišné výrobě jako hlavního zdroje organických hnojiv. Připouští aplikaci nízkých startovacích dávek tuhých organických hnojiv do rybníků v chráněných územích po dohodě s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR). Vylučuje použití organických hnojiv do rybníků, které plní i jiné celospolečenské funkce. Stanovuje kritéria kvality vody z pohledu fyzikálně-chemických a biologických vlastností vody, která

určují podmínky a úroveň aplikačních dávek. Metodika respektuje i důležité vedlejší zdroje živin, které vstupují do rybniční biocenózy např. přikrmováním obsádek, chovem vodní drůbeže, přítoky živin z povodí apod. Produkce ryb může být omezena z jiných důvodů než nedostatku živin (potravní konkurence, rozvoj sinic apod.). V závěru metodika upozorňuje chovatele na zákonnou povinnost vést o spotřebě hnojiv a krmiv evidenci podle prováděcí vyhlášky č. 197/2004 Sb. k zákonu o rybářství, „O hospodaření a o dosaženém hospodářském výsledku...", tabulka E.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Předpokládaný ekonomický přínos (v tis. Kč) např. pro uživatele Rybářství Kardašova Řečice, s.r.o. v dané klimatické oblasti (mírně teplé) by měl být dosažen zvýšením přirozeného přírůstku z 260 kg.ha^{-1} za rok nejméně o 5–6 % na 275 kg.ha^{-1} na části výměry polointezifikačních rybníků 500 ha, to představuje zvýšení o 75 q přírůstku ryb. Při nákladové ceně přírůstku 40 Kč.kg^{-1} je reálný hrubý finanční přínos 300 tis. Kč. Proti hrubému finančnímu příjmu jsou náklady spočívající v nákupu organických hnojiv v množství 250 t (0,5 t organiky navíc na 1 ha), v dopravě a aplikaci organických hnojiv ve výši 75 tis. Kč (nákup, doprava, aplikace 25–30 Kč/t). Z rozdílu vyplývá čistý efekt uplatněním organických hnojiv na výměře 500 ha polointenzifikačních rybníků ve výši 225 tis. Kč.

Další přínosy lze očekávat především v **racionálním nakládání se živinami**. Jejich nepoměr či přebytek v rybniční akvakultuře zhoršuje podmínky chovu ryb a v níže položeném povodí rybníků mění a snižuje kvalitu vody z pohledu jejího dalšího využití. Tento efekt je těžko vyčíslitelný.

VI. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. MINULOST A SOUČASNÝ STAV UPLATNĚNÍ ORGANICKÝCH HNOJIV V RYBNIČNÍ AKVAKULTUŘE A JEJICH VÝZNAM

Výživě rybniční biocenózy byla v odborné literatuře v uplynulých letech věnována pozornost především z hlediska ochrany povrchových vod, rybníky nevyjímaje. Pro chovatele ryb jsou důležité informace o vlivu výživy rybniční biocenózy, tedy účinnosti organického hnojení na přírůstek ryb, ve smyslu vynakládání pouze nezbytného množství živin. Na významu nabývá uhlík, který je limitující ve vodách s nadbytkem živin vyvolávajícím intenzivní až extrémní primární produkci v důsledku zatěžování rybničních vod biogenními prvky P a N (fosfor a dusík).

Josef Šusta (1938) před více než sto lety vysvětloval význam přiměřeného zásobování rybníků organickými látkami a doporučoval i zelené hnojení rybníků. V poválečných letech minulého století byla věnována pozornost především **zelenému hnojení rybníků,** které využívá autochtonní živiny vlastní rybniční biocenózy. Rostlinná hmota po rozkladu v důsledku jejího zatopení zásobuje živinami vodní sloupec a přitom pomocí kořenového systému fixuje určitý podíl uhlíkaté hmoty v zatopeném dně rybníků (Füllner a kol., 2000). Kostomarov (1958) uvádí příklady kladného vlivu postupného zatápění osevu zeleného porostu rybníků na abundanci zooplanktonu (byla dvojnásobná) a na osídlení dna bentickými organizmy (1,65krát vyšší) a na zvýšený přírůstek plůdku kapra o 63 % ve srovnání s kontrolou (bez zeleného hnojení). Tentýž autor uvádí možnost využití kompostované zelené hmoty z „měkkých", ale i „tvrdých" porostů a jejich účinnost vyjadřuje zvýšením přírůstku kapra o 35 kg.ha^{-1} při použití 1 t.ha^{-1} čerstvé zelené hmoty. Připouští aplikační dávku až 15 t rostlinné hmoty na 1 ha vodní plochy.

Později se ubírala výživa rybniční biocenózy směrem k aplikaci tuhých a tekutých statkových hnojiv – kejd. To bylo v době uplatnění velkokapacitních objektů živočišné výroby s bezstelivovým ustájením. Jejich používání bylo zdůvodňováno především potřebou doplňování uhlíku do rybniční biocenózy po jeho předchozím úbytku výlovem ryb (Wojnarovich, 1956). Ve snaze orientovat tento vedlejší produkt živočišné výroby – kejdy, v době plné vegetace polních plodin ke hnojení rybníků, byla realizována řada výzkumných prací. Ve VÚRH Vodňany byl řešen Fainou a Herzogem (1974) státní úkol využití kejd prasat pro eutrofizaci rybničního dna. Autoři zjistili, že sezónní využitelnost pro přiměřenou výživu rybničních biocenóz je nejvýše do 10 % celkové regionální produkce kejd, za nejvýše přípustných aplikačních dávek 15 t.ha^{-1} v době vegetace. Přesto kejdy nelze aplikovat paušálně např. při rozvoji hrubého zooplanktonu nebo při vysokých biomasách drobných perlooček z důvodu zejména kyslíkových deficitů. Sukop (1980) se zabýval účinností tekutých statkových hnojiv na přirozenou produkci plůdkových výtažníků. Autor nahlížel na aplikaci kejd rovněž z pohledu deficitního CO_2 a dosahoval při aplikaci kejd v týdenních dávkách při odchovu rychleného plůdku (K_o na K_r) přírůstky 453–526 kg (K_r).ha^{-1} za 1/3 vegetační periody téměř bez přikrmování. Změny základních fyzikálně-chemických parametrů vody v průběhu aplikace vysokých dávek prasečí kejdy sledoval Kopp (2012), včetně vlivu kejdování na složení fytoplanktonu a zooplanktonu. Také Státní rybářství, o.p. v rámci oborového technického rozvoje v letech 1971–1973 řešilo využití kejd v porovnání s klasickými pevnými organickými hnojivy.

Způsob výživy rybničních biocenóz se výrazně změnil. Praxe rybniční akvakultury se orientuje opět na „uhlíkaté hnojení" kvalitními pevnými stájovými mrvami ve snaze **vyrovnat nadbytek makroelementů oxidem uhličitým**, resp. uhlíkem, jako „jediným proměnným a obvykle deficitním faktorem" fotosyntetické asimilace (Krüger, 1976). Tento autor připisuje důležitou roli také obsádce ryb. Polointenzivní způsob chovu kapra, založený vedle podávání krmiv na vyhledávání potravy dna „pastvením", vede

k prokysličování a uvolňování CO_2, vedle produkce uhlíku rybami dýcháním (denně 1 t kapra při teplotě 20–22 °C nadýchá 6,3–9,4 kg CO_2) a k produkci živin přispívají i exkrementy ryb v důsledku příjmu potravy a fyziologie jejich trávení. Hlavní rybníky proto méně podléhají výkyvům pH, především na druhém horku, kde je hmotnost a vyžírací tlak obsádky vyšší, zatímco plůdkové a násadové výtažníky o malé hmotnosti obsádek nezabezpečují dostatečnou stabilitu pH v důsledku nižší produkce CO_2 a s tím spojené ústojné schopnosti vody. Autor také zdůrazňuje nezastupitelnou roli vápníku pro fixaci uhlíku ve dně rybníků a uvádí, že výlovem odchází v řádu sta až 2 000 kg čistých živin (č. ž.) C z 1 ha rybniční plochy a doporučuje dvouhorkový systém obhospodařování alespoň hlavních rybníků. Krüger (1976), zdůrazňoval také význam obohacování vodního prostředí bakterioplanktonem, který je až z 80 % svého zastoupení přímo využíván zooplanktonem. Máchová a kol. (2010) se zabývala zatížením vody vyjádřeném pomocí BSK_5 a celkového N a P a zjistila, že 1 kg kapra (z K_2 na K_3) druhý den po příjmu granulovaného krmiva (krmná dávka 2–3 % živé hmotnosti obsádky) vyprodukuje 1 053 mg BSK_5 za 24 hodin.

Podle Guziura a kol. (2003) jsou doporučovány dávky chlévského hnoje v rozmezí 5–10 $t.ha^{-1}$ v závislosti na původu a kvalitě chlévské mrvy na málo úživných rybnících. Jako nejvyšší jednorázovou dávku chlévské mrvy na vodu připouští 1,4 $t.ha^{-1}$ a této spotřebě odpovídá navýšení přírůstku ryb o 120 $kg.ha^{-1}$ nad standardní přirozený přírůstek, což lze pokládat za údaj srovnatelný s Hartmanem (2012), který uvádí kumulativní účinnost 3 tun chlévské mrvy na 1 ha zvýšením přírůstku ryb o 220 $kg.ha^{-1}$, dalším zvyšováním dávek organických hnojiv jejich účinnost významně klesá. Čím je rybník úživnější a zatíženější organickými látkami, tím nižší je účinnost organických hnojiv a při jejich předávkování může dojít k ohrožení obsádky úhynem. Účinností různých aplikačních dávek kejd především prasat se v letech 1971–1973 zabýval Hartman a kol. (1983) a zjistil nejvyšší přípustnou dávku do úrovně 15 $t.ha^{-1}$ parciálně a časově rozdělenou v době vegetace. Parciální dávkování je účinné při stavu středního zooplanktonu, kdy živiny jsou využívány fytoplanktonem a bakteriální biomasa kejdy je přímo spotřebována zooplanktonem velikostně využitelným pro kapra (Faina a Herzog, 1974), a to pro zvýšení přirozeného přírůstku ryb až na 450 $kg.ha^{-1}$ bez přikrmování.

Určitý systém do výživy rybniční biocenózy organickým hnojením vnáší Füllner a kol. (2000), který opět rozděluje zdroje živin pro rybniční biocenózu na:

- **autochtonní, reprezentované využitím vlastních živin zeleným hnojením,** s orientací na plůdkové a násadové výtažníky,
- **alochtonní, reprezentované doplněním**
  - **a) stájovými hnojivy**, pevnými či tekutými,
  - **b) chovem vodní drůbeže.**

Autor zahrnuje organické hnojení rybníků do oblasti uhlíkatého hnojení, protože má na mysli uhlík jako deficitní biogenní element pro průběh fotosyntetické asimilace řas ve vodě. Ten vyžaduje nezbytně poměr **dílů živin 106 C : 16 N : 1 P**. Z tohoto hlediska

přebírá uhlík obvykle roli minimální živiny. Deficit uhlíku a iontu HCO_3^{-1} v rybniční vodě způsobuje kolísání hodnot pH. V době extrémního nárůstu pH je aplikace zejména tekutých organických hnojiv nepřípustná.

Za zmínku stojí také využívání **živin odpadních vod potravinářského průmyslu** a dokonce i vod komunálních především pro jejich:

a) dočištění v rybnících jako hlavní cíl;
b) převedení na potravní základnu pro přírůstek ryb.

U nás se touto metodou zabývali Faina a Herzog (1974) a Faina a Kubů (1989) se zaměřením na chov ryb ve stabilizačních a akumulačních rybnících, kde rozhodujícím faktorem (mimo kyslíkového režimu, obsahu amoniaku apod.) je optimální hmotnost iniciální obsádky (0,6–0,7 $t.ha^{-1}.m^{-1}$), o kusové hmotnosti násad kapra > 0,5 kg a nasazení v době příznivých kyslíkových a potravních podmínek. Předpokládaný přírůstek z 1 ha plochy při průměrné hloubce 1 m je až 1 t kapra (nevylučuje se přitom polykultura s línem a býložravými rybami) při docílitelném relativním krmném koeficientu do 1,5.

Knösche a kol. (1998) se zabýval retencí živin v rybniční akvakultuře a uvádí zjištění, že existuje pozitivní závislost mezi množstvím vylovených ryb do 1 t až 1,5 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$ a retencí živin v rybničních biotopech.

Podle Klíra a kol. (2008) stavy hospodářských zvířat v ČR významně poklesly z 0,81 velké dobytčí jednotky (VDJ) na 1 ha v roce 1990 na 0,38 VDJ na 1 ha v roce 2007 (dnes ještě méně). Produkce pevných statkových hnojiv poklesla v ČR téměř na 1/3 a představuje 10,8 mil. tun. Převládá stelivový způsob ustájení a bezstelivové provozy se týkají pouze 8 % stavů skotu a 55 % stavů prasat. Produkce kejd se snížila na 6,4 mil. tun ročně, tj. na méně než polovinu produkce 90. let minulého století, a je využita převážně v polním hospodářství. Zabezpečení kvalitních statkových hnojiv pro rybniční akvakulturu se v současné době stává stále obtížnější.

2. AKTUÁLNÍ PRÁVNÍ PROBLEMATIKA APLIKACE ORGANICKÝCH HNOJIV V RYBNIČNÍ AKVAKULTUŘE

Z pohledu platného zákona o vodách č. 254/2001 Sb. jsou **hnojiva a krmiva, včetně chemických přípravků používaných k chovu ryb a k úpravě kvality vody pro chov ryb považována za závadné látky,** protože mohou ohrozit jakost povrchových a podzemních vod **podle § 39 výše citovaného zákona.** V příloze zákon rozděluje závadné látky na látky nebezpečné, do nichž jsou mimo jiné zahrnuta krmiva, fosforečná, dusíkatá a organická hnojiva a zvláště nebezpečné látky, mezi něž patří mimo jiné organofosfáty.

Vodoprávní úřad může pro použití závadných a nebezpečných látek povolit *výjimku* (nejde-li o ropné látky) a to ***v nezbytné míře mimo jiné „ke krmení ryb a k úpravě povrchových vod*** *pro určité způsoby užívání"* (§ 39, odstavec 7 písmeno b),

d)), tj. podávání krmiv, aplikaci hnojiv a biocidů např. k tlumení rozvoje nežádoucí flory či fauny.

K povolování výjimek pro rybníkáře slouží doposud platný ***„Metodický pokyn pro posuzování žádostí o výjimku pro použití závadných látek ke krmení ryb (§ 39, odst. 7, písm. b) a k úpravě povrchových vod*** *na nádržích určených pro chov ryb (§ 39, odst. 7, písm. d)) vodního zákona,* který byl vydán Ministerstvem zemědělství ČR (č.j. 35508/2002-6000) a Ministerstvem životního prostředí ČR (č.j. 800/418/02). Základním principem těchto pokynů je zabránění eutrofizaci níže položených toků (povrchových vod), pro něž platí nařízení vlády č. 61/2003 Sb. a jeho novely č. 229/2007 Sb. v období průtoků vody.

Pro hospodaření na rybnících je stále platná směrnice MZVž ČSR ze dne 27. 6. 1988 č.j. 1716/88-110 k postupu při žádostech o vydávání povolení k nakládání s vodami u provozovaných rybníků a malých vodních nádrží, která předchází výše citovaným metodickým pokynům. Její přílohou č. 1 a 2 je **Seznam rybníků (nádrží) podle vodohospodářského významu** – tj. hledisko velikosti a rizika provozování těchto převážně velkých rybníků v ČR. V dalších přílohách směrnice byla posuzována úroveň **„možné intenzifikace chovu ryb a jejího vlivu na čistotu vod"** podle vysvětlivek MLVH ČSR č.j. 34.123/TPO-81, kterými byly rybníky rozděleny z hlediska rybářského hospodaření na:

I. kategorie – rybníky, u nichž není vyžadována výjimka k používání závadných látek k chovu ryb a úpravě kvality vody. Tyto rybníky jsou obecně nazývány jako „extenzivní", protože jejich obsádky využívají pouze přirozenou potravu. Vysvětlivky nevylučovaly použití např. vápenatých přípravků „na sucho" před zatápěním rybniční kotliny. Touto kategorií nebylo dotčeno právo obecného užívání vod zejména z pohledu zájmu o rekreaci – vodní sporty.

II. kategorie – rybníky, u nichž vodoprávní úřad udělil chovateli ryb výjimku z § 39 zákona o vodách k používání závadných látek k chovu ryb a úpravě kvality vody za předpokladu, že nebudou překročeny ukazatele přípustného stupně znečištění vod stanovených pro rybníky ještě platným nařízením vlády (NV) č. 82/1999 Sb. (tab. 1).

Kategorie II. rybníků se podle stupně intenzity rybářského hospodaření dělí do dvou skupin:

Skupina II.1 – rybníky polointenzifikační s hlavní rybou kaprem a doplňkovými druhy ryb, jejichž obsádky se stanovují obvykle s ohledem na přirozenou produkci rybníka zvýšenou hnojením rybníků a přikrmováním ryb.

Skupina II.2 – rybníky intenzifikační opět s hlavní rybou kaprem a doplňkovými druhy ryb, jejichž obsádky se stanovují nejen s ohledem na přirozenou produkci rybníka, ale její zvyšování hnojením s významným využitím přikrmování ryb. Míra intenzity hospodaření ve skupině II.2 je odstupňována vyšší úrovní aplikace živin, krmiv a povolených přípravků. U obou skupin rybníků platí zásada, že v době aplikace některých závadných látek (např. organická hnojiva, chlorové vápno) voda rybníkem neprotéká a v rybnících lze na nezbytnou dobu omezit i obecné užívání vody.

III. kategorie – rybníky, u nichž je k umožnění rybářského hospodaření zajištěno vynětí těchto rybníků z fondu celospolečensky užívaných povrchových vod. Přírůstek ryb je tvořen převážně konverzí krmných směsí, je vyloučeno obecné užívání vody a vodoprávním úřadem je projednán a udělen souhlas k **„průmyslovému výkrmu ryb"**. Tyto chovy kapra a jiných teplomilných druhů ryb až na výjimky realizovány nebyly.

Vodoprávní úřad uděluje výjimku na dobu časově omezenou a to nezbytně nutnou k ověření vlivu hospodářských opatření na jakost vody a stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění, dle citovaného nařízení vlády č. 61/2003 Sb. a to obvykle v rozsahu BSK_5, $CHSK_{Mn}$, $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$, Pc (celkový fosfor) a fekální znečištění.

Pro oprávněnost použití hnojiv je nezbytné před aplikací zajistit analýzu vody a kvantifikovat aktuální stav hlavních živin, a to v rozsahu minerálního N, celkového P a obsahu organických látek ve vodě, včetně dalších doprovodných ukazatelů (průhlednost vody, pH, kvalita fytoplanktonu a přirozené potravy apod.) Ke hnojení přikročíme, pokud aktuální obsah živin nedosahuje povolených nejvyšších možných limitů obsahů živin podle Nařízení vlády č. 82/1999 Sb. (tab. 1). Dále se přihlíží k rozborům předchozího roku prováděným alespoň třikrát v teplém období (červen až srpen).

Tab. 1. *Nejdůležitější ukazatele přípustného znečištění povrchových vod podle nařízení vlády č. 82/1999 Sb. z pohledu chovu ryb.*

Ukazatel	Symbol	Jednotka	Vodárenské toky	Ostatní povrchové vody
				NV č. 82/1999 Sb.
Rozpuštěný kyslík	O_2	$mg.l^{-1}$	7	*> 5*
Biochem. spotřeba O_2	BSK_5	$mg.l^{-1}$	4	*8*
Chemická spotřeba O_2	$CHSK_{Mn}$	$mg.l^{-1}$	8	*20*
Chemická spotřeba O_2	$CHSK_{Cr}$	$mg.l^{-1}$	20	*50*
Celkový organický C	TOC	$mg.l^{-1}$	8	*18*
Reakce vody	pH		6–8	*6–9*
Teplota vody	T	°C	20	*26*
Amoniakální dusík	$N\text{-}NH_4^+$	$mg.l^{-1}$	0,3	*2,5*
Dusičnanový dusík	$N\text{-}NO_3^-$	$mg.l^{-1}$	3,4	*11*
Fosfor celkový	Pc	$mg.l^{-1}$	0,15	*0,4*
Vápník	Ca^{2+}	$mg.l^{-1}$	200	*300*
Hořčík	Mg^{2+}	$mg.l^{-1}$	100	*200*
Železo celkové	Fe	$mg.l^{-1}$	0,5	2,0
Nerozpuštěné látky	NL_{105}	$mg.l^{-1}$		*25*
Coli bakterie	Coli	$jed.l^{-1}$	20 000	*200 000*

3. PŘEHLED ORGANICKÝCH HNOJIV PRO VÝŽIVU RYBNIČNÍ BIOCENÓZY

3.1. Zelené hnojení rybníků

Za optimální metodu výživy rybniční biocenózy je považováno **„zelené hnojení rybníků“**, které využívá zásoby živin vlastního biotopu rybníka, převádí je na rostlinnou biomasu, která je svým složením po rozkladu jejím zatopením vodou velmi blízká biomase žádoucí vodní vegetace především zelených řas (tab. 2). Předností této metody je podle Füllnera a kol. (2000) mimo výše uvedeného také zpevnění rybničního sedimentu rybniční kotliny a fixace živin kořenovým systémem vzrostlých polních plodin po dobu celé vegetace.

„Zelené hnojení je metoda organického hnojení, při kterém se ve vodě rozkládá biomasa rostlin vypěstovaných pro tento účel, s cílem obohatit vodu a rybniční půdu o uhlík i rostlinné živiny a tím zvýšit úživnost rybníků“*(Füllner a kol., 2000).*

Tab. 2. *Přehled dostupných zdrojů živin v rostlinné hmotě aplikované jako „zelené hnojení rybníků“ (podle nepublikovaného doplňku Metodického pokynu MŽP ČR č.j. 800/418/02, MZe ČR č.j. 35508/2002-6000).*

Zdroj živin – porost	Sušina %	obsah živin v % syrové hmoty			
		org. látky[+]	% N	% P	% Ca
Osení žita (odnožování až kolénkování)	15	12	0,3	0,05	0,18
Osení ovsa (odnožování až kolénkování)	14	12	0,25	0,05	0,18
Hořčice bílá	15	12	0,35	0,06	0,15
Pšenična sláma	85	80	0,4	0,09	0,21
Rybniční komposty uložené do figur[++]	40–50	do 29	0,2–0,8	0,11	

[+] Organické látky jsou zastoupeny převážně vlákninou, kde je podíl uhlíku kolem 44 %,
[++] jedná se komposty převážně „tvrdých rybničních porostů“ posečené v daném rybníku a uložené na hromady (figury) v rybniční kotlině = podmočené, také pod termínem „rychlokomposty“ (Hartman a kol., 1983).

Z pohledu optimální výživy rybniční biocenózy je žádoucí její přiměřené zásobení uhlíkem ve výše **citovaném poměru živin** (106 C : 16 N : 1 P) **ve snaze o co nejmenší zatěžování povrchových vod fosforem a také dusíkem**, jejichž přísun v současnosti a zásoby z minulosti jsou až nadbytečné (tab. 3, 4).

Tab. 3. *Poměr základních živin v různých rostlinných hnojivech (Füllner a kol., 2000).*

Organické hnojivo	C-organický v % syrové hmoty	Poměr C : N : P
Zelené žito	5,5–7	143 : 6 : 1
Zelený oves	5,5–7	143 : 5 : 1
Pšeničná sláma	35	643 : 6 : 1

Tab. 4. **Způsoby aplikace zeleného hnojení rybníků** *(Hartman a kol., 1983).*

Druh organického substrátu (hnojiva)	Obsah živin v syrové rostlinné biomase	Aplikační dávka		Termín a způsob aplikace	
		standardní, polointenzivní hospodaření	zvýšená, intenzivní hospodaření	před vegetací	ve vegetaci
Rostlinné komposty autochtonní rybniční biomasa	organické látky: do 29 % N: 0,2–0,8 % P: 0,11 % Ca + Mg: do 0,8 % sušina: do 50 %	do 5 $t.ha^{-1}$ podle hmotnosti biomasy	do 10 $t.ha^{-1}$ podle hmotnosti biomasy	100 % (z předcházející vegetace)	údržba rostlinné biomasy ve vegetaci sečením od 15. 7. – 15. 9. včetně kompostování
Zelené hnojení[+] postupné napouštění	organické látky: do12 % N: do 0,35 % P: do 0,06 % Ca + Mg: do 0,9 % sušina: do 15 %	2,5–5 $t.ha^{-1}$ zelené hmoty	5–10 $t.ha^{-1}$ zelené hmoty	0 %	100 %

[+] **Výsev obilovin (pšenice, žito) pro zelené hnojení rybníků** je doporučen ve výši 50–90 $kg.ha^{-1}$, výsev hořčice bílé je 10 $kg.ha^{-1}$. Termín výsevu je začátek dubna, není vyloučen podzimní osev rybniční kotliny ozimou obilovinou. Možné je rovněž osetí směsi jařin a motýlokvětých rostlin. Zahájení zatápění vodou se předpokládá nejpozději v polovině května (7–14 dní před vysazením K_0), kdy produkce zelené hmoty může dosahovat od 2,5 do 10 t (výjimečně 15 $t.ha^{-1}$).

3.2. Hnojení rybníků stájovými (animálními) organickými hnojivy

3.2.1. Pevná organická hnojiva

Pevná organická hnojiva ze stelivových ustájení hospodářských zvířat jsou žádaným a přirozeným zdrojem uhlíku pro výživu rybničních biocenóz (tab. 5). Jejich charakteristickou vlastností je vysoký podíl organických látek (od 17 do 22 %) jako zdroje uhlíku. Podíl celkového dusíku v syrové hmotě se pohybuje v rozmezí 0,48–0,85 % s výjimkou drůbežího trusu (až 2,8 % N). Obsah fosforu je nízký, pohybuje se v rozmezí 0,11–0,14 % (s výjimkou trusu drůbeže, kde dosahuje 1,25 %). To vyhovuje požadavkům na zabezpečení vyrovnané bilance celkového fosforu v rybničních akvakulturách.

Tab. 5. **Přehled statkových pevných hnojiv**, *průměrný obsah živin hlavních druhů chlévského hnoje v % syrové hmoty (Richter a kol., 2002).*

Ukazatel	Sušina	Organické látky	N	P	K	Doporučené celkové dávky kg.ha^{-1} vodní plochy^{+}
Hnůj skotu	24	17	0,48	0,11	0,51	5 000
Hnůj prasat	25	15	0,75	0,30	0,35	3 000
Hnůj koní	25	20	0,65	0,13	0,52	–
Hnůj ovcí	25	20	0,85	0,14	0,66	2 000
Trus drůbeže	31	25	2,80	1,25	1,23	1 000

$^{+}$ *Doporučené dávky na 1 ha podle Füllnera a kol. (2000).*

Pevná organická hnojiva se obvykle aplikují zčásti před začátkem vegetace v objemu **60 % roční dávky**, podle charakteru hydrologických dispozic rybníka, zpravidla do hromad či „planktonních hnízd" na rybniční okraje a zbytek v době vegetace plošně na vodu pokud je další aplikace nezbytná. Rybník nesmí protékat. Pevná organická stájová hnojiva mají až 90 % organicky vázaného N (pozvolna uvolnitelného), patří na „pevné dno". Celkové aplikační dávky pro vegetaci jsou v rozmezí od 0,5 t označované jako „startovací" pro rybníky ve zvláště chráněných územích (Faina, 1991). Jsou však publikovány dávky až do 5 t.ha^{-1} (Schäperclaus a Mathiase von Lukowicz, 1998). Chlévský hnůj plní funkci uhlíkatého hnojiva, vnos N a P není cílem aplikace a je nepodstatný. Aplikaci do menších hromad či do „planktonních hnízd" na okrajích rybníků při postupném zatápění a rozkladu organické hmoty lze považovat za doporučeníhodnou.

Nejvyšší jednorázové dávky statkových hnojiv (s výjimkou drůbežího trusu – tam jsou dávky úměrně nižší) jsou 400 kg.ha^{-1} (jednorázová aplikace představuje navýšení o 3–4,5 mg.l^{-1} BSK_5) do hodnoty 8 mg.l^{-1} BSK_5. Dále se přihlíží k obsahu kyslíku, rozvoji fytoplanktonu a zooplanktonu. Aplikace organických hnojiv končí v závěru května, tj. do 31. 5. běžného roku.

3.2.2. Tekutá organická hnojiva

Tekutá organická hnojiva jsou zcela či částečně termicky fermentované a stabilizované **kejdy** během skladování **a močůvky** z chovu hospodářských zvířat z bezstelivových ustájení především prasat, skotu a drůbeže (tab. 6). Jsou hodnotnými organickými hnojivy s vysokým podílem minerálního „pohotového" N-NH_4 na rozdíl od pevných organických hnojiv (Füllner a kol., 2000). Obsah živin v kejdách je daný především stupněm jejich ředění a je proto rozdílný (tab. 7, 8).

Tab. 6. **Přehled statkových tekutých organických hnojiv**, *průměrný obsah živin v kejdě čerstvé hmoty v % (Richter a kol., 2002).*

Původ kejdy	Sušina %	Org. látky %	N %	P %	K %
kejda skotu	7,5	5,5	0,40	0,10	0,40
kejda prasat	7,2	6,0	0,6	0,13	0,27
kejda drůbeže	15	10,5	1,0	0,30	0,40

Tab. 7. **Obsah živin v močůvkách skotu a prasat** *v syrové hmotě (Füllner a kol., 2000).*

Původ močůvky	Sušina %	N $kg.m^{-3}$	$N\text{-}NH_4$ $kg.m^{-3}$	P $kg.m^{-3}$
Skot	2–4	0,8–2,2	0,8–1,9	0,1
Prasata	2–4	1,8–2,5	1,8–2,2	0,4

Tab. 8. **Výsledky analýz čerstvé hmoty prasečí kejdy** *(Velkovýkrmny Třeboň, o.p., provoz Mazelov)* **a drůbeží kejdy** *(Drůbežářský průmysl, provoz Jarošov n. N.) v %, Hartman a kol. (1971).*

Druh kejdy	Sušina %	Org. látky %	N %	P %	K %	Ca %
Prasečí - průměr	8,5	6,5	0,6	0,1	0,1	0,1
Mezní hodnoty	2,7–16,4	1,1–12,0	0,02–1,4	0,05–0,22	0,1–0,2	0,04–0,3
Drůbeží - průměr	15,3	11,1	1,6	0,22	0,5	0,74
Mezní hodnoty	10,7–18,5	7,8–12,6	0,25–3,8	0,15–0,28	0,36–0,5	0,2–1,3

Správně ošetřená kejda anaerobně a termofilně stabilizovaná je velmi významným zdrojem organických látek, živin a bakterií, které při správné aplikaci zvyšují přirozený přírůstek ryb v rybniční akvakultuře. Účinnost kejd s ohledem na podíl vody je až třikrát nižší v porovnání s pevnými organickými hnojivy. Kapalná organická stájová hnojiva (kejdy) mají 30 % až 50 % pohotového minerálního $N\text{-}NH_4^+$ a močůvky dokonce 90 % z celkového N, působí proto bezprostředně po aplikaci. Dávkování musí být opatrné s určením do vody k přímé výživě rybniční biocenózy do výše jednorázové dávky 0,8 $t.ha^{-1}$. Kejdy se nedoporučuje aplikovat do zásoby, aplikací na dno vznikají ztráty. Přesto je aplikace kejd před napuštěním rybníků reálná, za předpokladu, že rybník neprotéká a nebude protékat do doby úplné mineralizace – nitrifikace (obvykle nejméně 14 dní po ukončení aplikace). Na 1 ha vodní plochy jsou ověřeny celkové dávky 5–15 $t.ha^{-1}$, zčásti před vegetací a posléze ve vegetaci do 15. června běžného roku s plošným rozprostřením. Kejdy ani močůvky nejsou vhodné pro plůdkové výtažníky (Schäperclaus a von Lukowicz, 1998).

Příkladem (tab. 9 a obr. 1) je vliv aplikace kejdy v dávkách 30 $t.ha^{-1}$ a 15 $t.ha^{-1}$ na přírůstek ryb bez přikrmování a na kvalitu vody. Pokus byl realizován od 14. 4. do 28. 8. 1973 v neprotékajících sádkách – Šaloun. Hnojení prasečí kejdou probíhalo od 14. 4. do začátku srpna 1973 ve čtrnáctidenních intervalech po předchozí kontrole kvality vody (Hartman a kol., 1973).

Tab. 9. **Výsledky pokusů hnojení kejdou** – *Šaloun 1973 (Hartman a kol., 1973).*

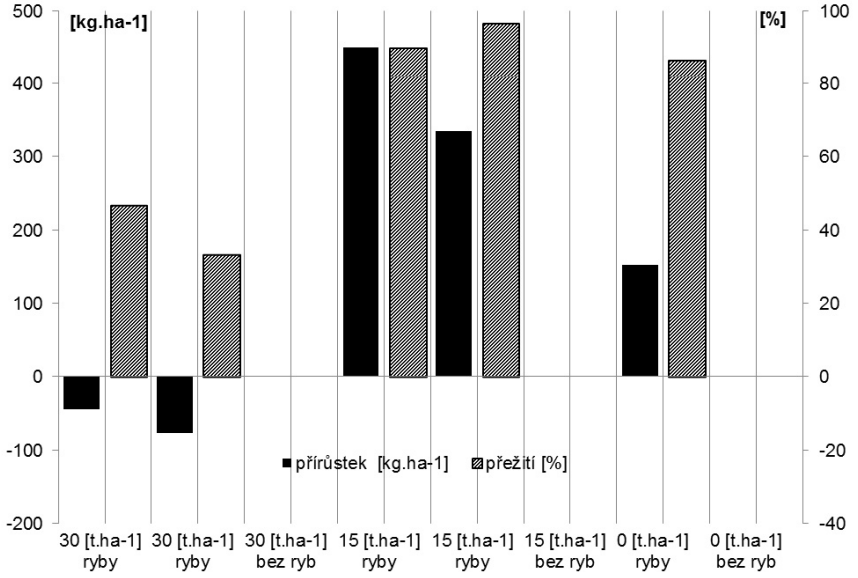
ukazatel	Sádka č. 1	Sádka č. 2	Sádka č. 3	Sádka č. 4	Sádka č. 5	Sádka č. 6	Sádka č. 7	Sádka č. 8
Obs. K_2 ks/kg.ha^{-1}	750/265	750/265	0	750/265	750/265	0	750/265	0
Dávka kejdy t.ha^{-1}	30	30	30	15	15	15	0	0
Výlov ks.ha^{-1}	350	250	0	675	725	0	650	0
Přír. kg.ha^{-1}	-44^{+}	-77^{+}	0	450,5	335,3	0	152,3	0
BSK_5 mg.l^{-1}	7,44	9,38	5,5^{++}	9,14	8,0	5,6^{++}	6,1	5,08^{++}
Chlorofyl µg.l^{-1}	149,9	168,5	15,6	114,4	115,4	19,8	48,0	16,7
Prod. 0_2 mg.dm^{-2}.den^{-1}	101,1	105,0	12,3	90,5	105,0	10,9	44,9	8,5

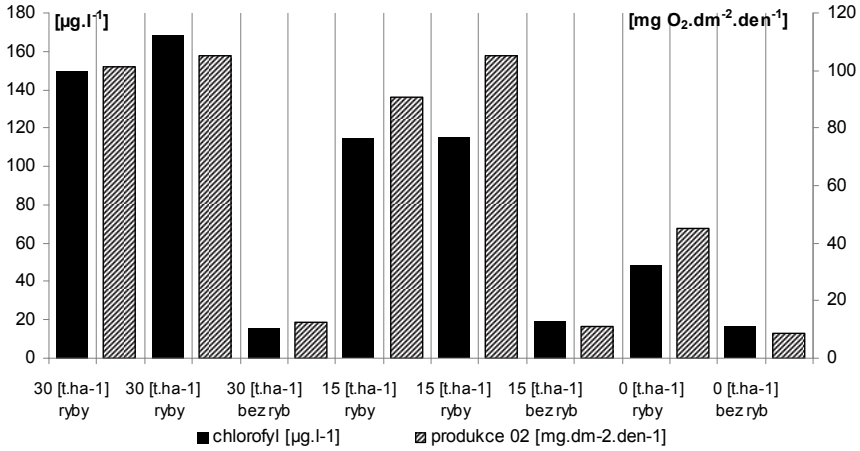
$^{+}$ Ztráta na přírůstku vůči iniciální obsádce.

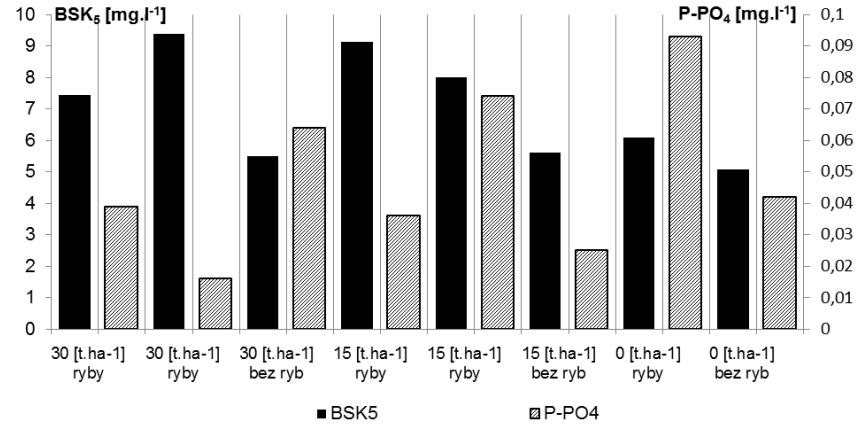
$^{++}$ Pokusné sádky bez obsádek se projevovaly zvýšenou abundancí hrubého zooplanktonu a současně nízkým BSK_5.

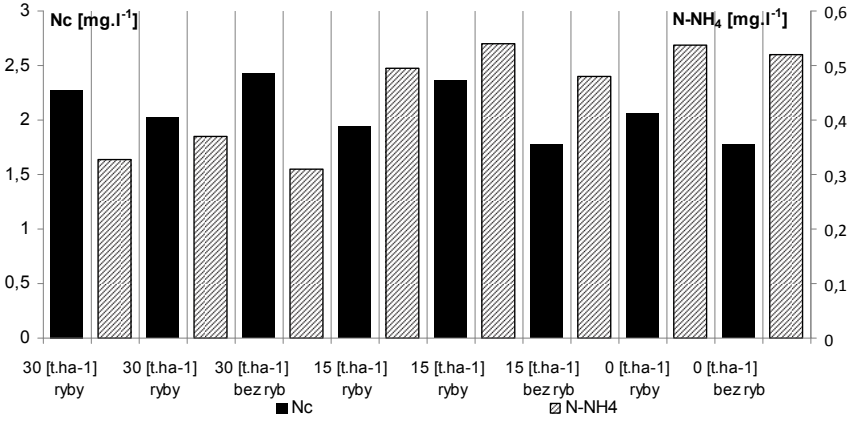
Spotřeba 15 t.ha^{-1} kejdy se projevila jako účinná na rozdíl od dvojnásobných aplikačních dávek. Rovněž je patrné biologické oživení hnojených objektů na rozdíl od nehnojených a nenasazených sádek.

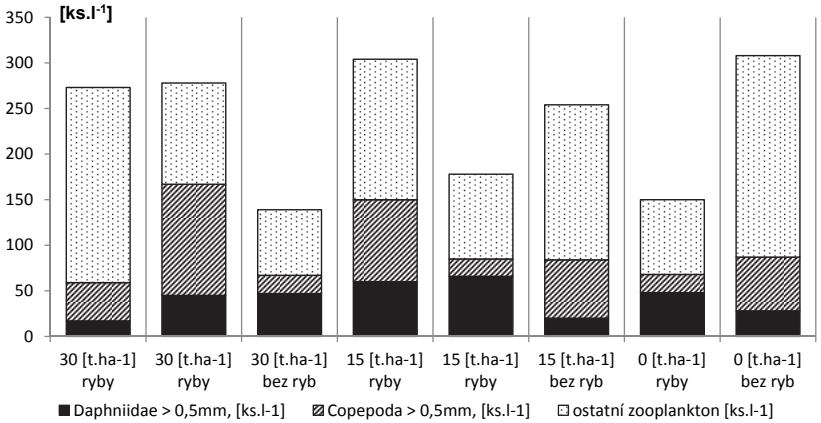
Obr. 1. *Vliv organického hnojení kejdou na kvalitu vody a přírůstek ryb, Třeboň (Šaloun, 1973).*




[µg.l-1]
[mg O2.dm-2.den-1]
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
120
100
80
60
40
20
0
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] bez ryb
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] bez ryb
0 [t.ha-1] ryby
0 [t.ha-1] bez ryb
chlorofyl [µg.l-1]
produkce 02 [mg.dm-2.den-1]


BSK5 [mg.l-1]
P-PO4 [mg.l-1]
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0,1
0,09
0,08
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] bez ryb
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] bez ryb
0 [t.ha-1] ryby
0 [t.ha-1] bez ryb
BSK5
P-PO4


Nc [mg.l-1]
N-NH4 [mg.l-1]
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] bez ryb
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] bez ryb
0 [t.ha-1] ryby
0 [t.ha-1] bez ryb
Nc
N-NH4


[ks.l-1]
350
300
250
200
150
100
50
0
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] ryby
30 [t.ha-1] bez ryb
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] ryby
15 [t.ha-1] bez ryb
0 [t.ha-1] ryby
0 [t.ha-1] bez ryb
Daphniidae > 0,5mm, [ks.l-1]
Copepoda > 0,5mm, [ks.l-1]
ostatní zooplankton [ks.l-1]

Tab. 10. **Způsoby aplikace statkových hnojiv** *(Metodický pokyn MŽP ČR Č.j. 800/418/02, MZe ČR Č.j. 35508/2002-6000).*

Druh organického hnojiva	Obsah živin v syrové rostlinné biomase v %	Aplikační dávka		Termín a způsob aplikace	
		standardní, polointenzivní hospodaření	zvýšená, intenzivní hospodaření	před vegetací	ve vegetaci
Chlévská mrva (skotu)	organické látky 15–18 % Nc do 0,5 % Pc 0,11%	0,5–3,5 t.ha^{-1}	3,5–5 t.ha^{-1}	60 % na dno do hromad **od listopadu**	40 % na hladinu **do konce května**
Kejdy (skotu, prasat)	sušina ≤ 8,5 % Nc < 0,6 % Pc < 0,13 %	do 10 t.ha^{-1}	10–20 t.ha^{-1}	25 % na dno **od listopadu**	75 % do vody **až 15. červen**
Kapro-kachní chov[+] Obvyklý zástav 200 ks kachen. ha^{-1}, na 28 dní	0,84 t.ha^{-1} exkrementů v sušině	1–2 zástavy[+]	3 zástavy[+]	0 %	100 %

[+] Instrukce „Chov kachen" MZVž ČSR č.j. 2491/78-412 z 30. 11. 1978 povoluje dokonce 500 ks kachen od 21 dnů do 49–50 dnů věku (jatečná zralost) na omezený výběh 20 % vodní plochy + příslušný výběh na pevnině řádně upravený a ošetřený.

Aplikace organických hnojiv co do množství a způsobu (tab. 10), musí být koordinována **na základě hydrochemických a hydrobiologických analýz,** které musí splňovat níže uvedené hodnoty:

Aplikace se povoluje:

- **do výše BSK_5 8 mg.l^{-1} 0_2, nebo $CHSK_{Mn}$ 20 mg.l^{-1} 0_2 pokud není rozvinut hrubý dafniový zooplankton a při průhlednosti vody vyšší než 40 cm na Secchiho desku a pokud se průhlednost zvětšuje,**
- **do obsahu N – NH_4 nejvýše 0,5 mg.l^{-1}, v závislosti na pH (nesmí být zvýšené pH),**
- **obsahu Pc do 0,15 mg.l^{-1}.**

Aplikace organických hnojiv se vylučuje:

- **při vysokém osídlení** – abundanci **vody hrubým zooplanktonem,**
- **při zhoršených kyslíkových poměrech nebo při zvýšeném pH vody (> 8,3),**
- **při rozvoji makrofyt**, **při rozvoji okřehků,** invazní rozvoj submersních a litorálních porostů apod.,
- **pokud je povolen nebo předpokládán vyšší relativní krmný koeficient než 2,**
- **rybník má trvalý přítok komunálního nebo jiného organického živného zatížení,**
- **při začlenění rybníka** do systému ochrany přírody ve smyslu **zvláště chráněných území**, poslání rybníka pro tvorbu krajiny apod.,

- **při trvalé průtočnosti rybníka,**
- **pokud se projevoval botulizmus v předchozích létech**,
- **při nárůstu bezkyslíkaté zóny v době zimní a letní stratifikace vody.**

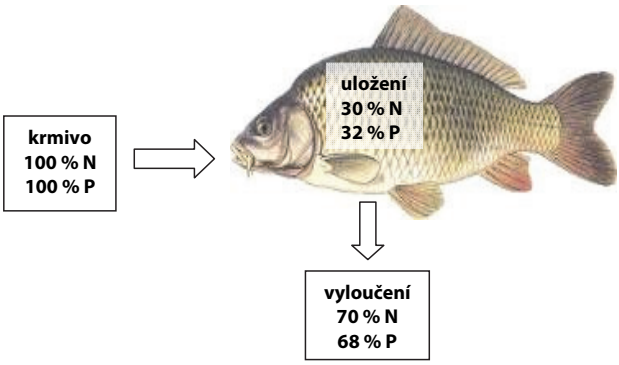
3.2.3. Vedlejší zdroje živin v rybniční biocenóze

Při **přikrmování obsádek** je reálná retence živin z předkládaných krmiv – obilovin v těle kapra asi 60 % (Füllner a kol., 2000; Steffens, 1985), např. část celkového dusíku je vydýchána do prostředí žábrami ve formě N-NH_4. Připustíme-li, že až 40 % spotřebovaného krmiva (v sušině) odchází exkrementy ryb do vody, pak při roční spotřebě 1 t obilovin na 1 ha představuje zatížení biocenózy dávkou 400 kg organických látek v sušině, tj. cca 1 600 kg surových exkrementů (pro rozklad 1 kg surových exkrementů kapra je zapotřebí 24 g BSK_5).

Z hlediska bilance celkového fosforu (Pc) je negativně hodnoceno především přikrmování obsádek kapra obilovinami, vzhledem k nízké stravitelnosti rostlinného Pc:

- Jirásek a kol. (2005) uvádí stravitelnost fosforu v obilí až 32 % (obr. 2), jiné zdroje jenom 25–28 %,
- podle NRC (US Nacional Research Conncil pro výživu ryb, 1993) představuje retence Pc z obilovin kaprem pouhých 25 %,
- podle Steffense (1985) je konverze Pc na přírůstek ryb ovlivňována řadou faktorů od teploty a nasycení vody kyslíkem počínaje, podílem přirozené potravy, obsahem tuků a fází růstu kapra konče.

Obr. 2. *Schéma konverze dusíku a fosforu kaprem (Jirásek a kol., 2005).*



Vliv přikrmování ryb na zatížení vody organickými látkami není tedy zanedbatelný. Proto je metodicky doporučeno při předpokládaném zvýšeném přikrmování obsádek optimalizovat organické hnojení rybníků. V této oblasti není dostatek literárních ani

jiných údajů, které by mohly rozšířit stávající poznatky o účinnosti podávaných krmiv rybám.

Kaprokachní systém hospodaření na rybnících spočívá v umístění zástavu kachen v omezené části rybníka – ve vodním i pobřežním výběhu a v podávání krmiv pomocí samokrmítek umístěných na břehu. Značná část exkrementů přechází do vody (kachna stráví na vodě obvykle 8 hodin denně). Průměrná denní spotřeba krmiv (krmných směsí) během zástavu na 1 vykrmovanou kachnu mezi 21.–49. dnem věku je 250 g za den a této spotřebě krmiva odpovídá:

- průměrná denní produkce exkrementů v sušině 150 g na jednu kachnu,
- pro odbourání denní produkce **exkrementů 1 kachny je zapotřebí 16 – 19,8 g BSK_5** (Imhoff, 1982).

Povolovaný zástav 200 ks „průměrných" kachen k výkrmu na 1 ha rybniční plochy o průměrné hloubce rybníka 1 m představuje průměrnou denní produkci 30 kg sušiny exkrementů, a to činí každodenní přísun zatížení 0,40 mg.l^{-1} BSK_5 zadržené vody (kumulativně za dobu zástavu 28 dní se jedná o zátěž 11,2 mg.l^{-1} BSK_5)**.** V případě, že rybniční ekosystém není schopen zatížení asimilovat a živiny nemůže konvertovat do potravního řetězce pro přírůstek ryb, může docházet ke kyslíkovým deficitům a dalším projevům anaerobie rybničního prostředí. **Potřebný kyslík je nezbytné zajistit především fotosyntetickou asimilací** drobných zelených řas, případně technickým zařízením – provzdušňováním jako krajní řešení. Denní přísun kyslíku difúzí hladinou je do pouhých 1–1,36 g.m^2 za předpokladu, že nasycení vody kyslíkem je podnormální (Imhoff, 1982). Potřeba aerace je signálem, že rybniční ekosystém se nenachází v rovnovážném stavu, který je podmínkou trvale udržitelného rozvoje hospodaření.

V případě chovu kachen na rybnících se počítá s **přísunem Pc ($P_{drůbež}$)**, případně Nc do rybniční biocenózy následovně:

$$P_{drůbež} = P_{krmiva\ pro\ drůbež} * (1 - k),$$

kde: $P_{krmiva\ pro\ drůbež}$ – množství P v kg.ha^{-1} v použitém krmivu pro vodní drůbež,

k – konverzní faktor zabudování Pc do biomasy drůbeží produkce nabývající hodnot:

0,4 pro krátkodobý výkrm mláďat do tržní hmotnosti (obvykle trvající u kachny bílé do 7 týdnů, z toho zástav na rybníku trvá obvykle 4 týdny, u husy brojlerové 9 týdnů,

0,2 pro reprodukční – chovné hejno trvání až 6 měsíců.

Krmná směs pro kachny VKCH2 má složení: v průměru 10 % vody, 26 g.kg^{-1} N látek, **6–6,8 g P.kg^{-1} .**

Přísun Pc do rybniční biocenózy chovem kachen je významný a dlouhodobě přetrvává.

Celá řada menších venkovských sídel stále nemá čistírny odpadních vod. Kanalizační systém tedy odvádí splaškové vody po určitém předčištění v otevřených stokách přímo do rybníků. V takových případech je nutné další zatěžování rybniční biocenózy hnoje-

ním omezit či úplně vyloučit, a to podle roční produkce – asimilace splaškových vod. Jeden EO (ekvivalentní obyvatel) spotřebuje denně 100–200 l vody, obvykle se počítá spotřeba 135 l vody za den na 1 EO. Denní produkce znečištění od **1 EO je 60 g BSK_5** (444 $mg.l^{-1}$ BSK_5 na 135 l spotřebované vody). Imhoff (1982) uvádí, že biologické dočišťovací rybníky pro odbourání 90 % BSK_5 jednoho EO při teplotě vody 20 °C vyžadují nejméně 20 m^2 vodní plochy, a to v létě při 10 dnech zdržení.

4. DÁVKOVÁNÍ A ÚČINNOST ORGANICKÝCH HNOJIV PRO VÝŽIVU RYBNIČNÍ BIOCENÓZY

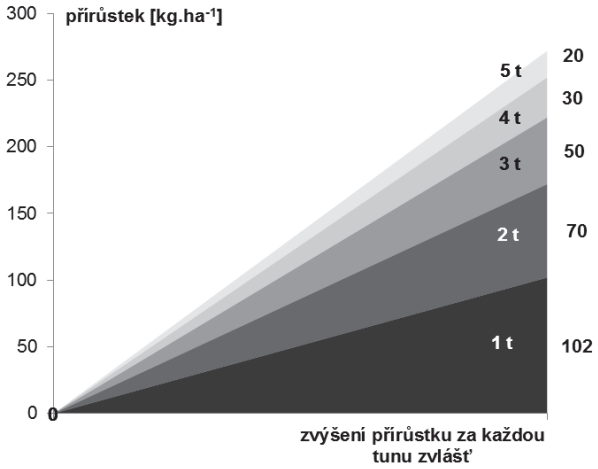
Účinnost různých aplikačních dávek organických hnojiv a s tím související dávkování, jak vyplynulo z literárního přehledu (kapitola VII), je značně rozdílná. Na základě víceletých sledování tekutých a pevných organických hnojiv od 70. let, později i v poloprovozním ověřování v integritě s vápněním, zjistil Hartman (1992), že se stoupající spotřebou organických hnojiv se do jisté míry zvyšuje přirozená produkce, ale posléze jejich účinnost klesá až na úroveň, kdy může docházet k negativním dopadům jejich aplikace. Vztah je vyjádřen numericky v tab. 11 a v následujících grafech, obr. 3, 4a, 4b. Pro tento účel byla sledována řada rybníků a pokusných objektů Rybářství Třeboň, J. Hradec, Telč, FROV JU a Školního pokusnictví SRŠ a VOŠ VHE Vodňany, většinou ve dvouletém opakování.

Tab. 11. *Účinnost chlévské mrvy aplikované na 1 ha vodní plochy rybníka o hloubce 1 m hodnocená přírůstkem ryb ($kg.ha^{-1}$) a výnosem Pc v $g.ha^{-1}$ (Hartman, 2012).*

Spotřeba chlévské mrvy v t na 1 ha	Přírůstek ryb hnojením v $kg.ha^{-1}$ kumulativně	Přírůstek rozdílem v $kg.ha^{-1}$ za každou 1 t zvlášť	Výnos $Pc.ha^{-1}$ v g přírůstkem ryb za každou 1 t zvlášť
do 1 t	95–110	100	840
do 2 t	170	70	590
do 3 t	220	50	390
do 4 t	250	30	250
do 5 t	270	20	170

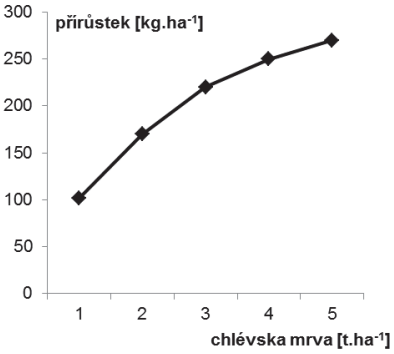
Účinnost aplikace chlévské mrvy (obr. 3) každou navýšenou 1 t spotřeby hodnocená přírůstkem ryb (sloupec 3 tab. 11) se snižuje a v souvislosti s tím klesá i výtěžnost Pc přírůstkem ryb (sloupec 4).

Obr. 3. *Účinnost chlévské mrvy při její rostoucí spotřebě (Hartman, 2012).*

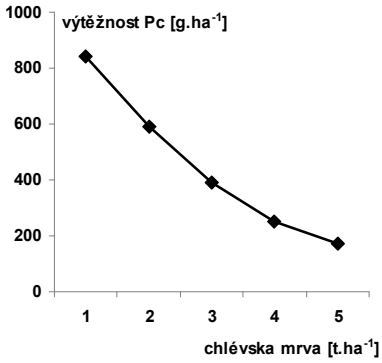


Se zvyšující se aplikační dávkou pevných organických hnojiv se zvyšuje přírůstek ryb včetně výnosu Pc až do úrovně aplikačních dávek 4 až 5 t.ha^{-1}**,** nikoli však přímo úměrně vůči spotřebě. Aplikaci organických hnojiv nelze provádět paušálně (viz předchozí text). Autoři Schäperclaus a von Lukowicz (1998) považují spotřebu 5 t chlévské mrvy za nejvýše přípustnou (u kejdy podle sušiny je aplikační dávka až 3x vyšší). Vztah mezi spotřebou organických hnojiv a přírůstkem ryb je vyjádřen logaritmickou funkcí (obr. 4a), recipročně vůči přírůstku klesá výnos Pc (obr. 4b). Mezi spotřebou organických hnojiv a současnou aplikací vápníku se projevovala kladná závislost, korelace r = 0,665 ve vztahu k přírůstku ryb (Hartman, 1992).

Obr. 4a. *Vztah mezi aplikací organických hnojiv (v q) a přírůstkem ryb z jednotky plochy.*



Obr. 4b. *Výnos Pc přírůstkem ryb, s rostoucí aplikační dávkou organických hnojiv (Hartman, 2012).*



5. ZABEZPEČENÍ VYROVNANÉ BILANCE ŽIVIN (VSTUPU A VÝSTUPU) JAKO CÍL TRVALE UDRŽITELNÉ RYBNIČNÍ AKVAKULTURY

Kontrola vstupu živin organickým hnojením a přikrmováním obsádek ve vztahu k „vytěženým" živinám výlovem v biomase přírůstku ryb za vegetační období, je cílem efektivního a ekologického vynakládání živin a krmiv do rybničního ekosystému. K tomuto účelu je nezbytná znalost obsahu živin (tab. 12, 13) v obilovinách a organických hnojivech.

Tab. 12. *Složení krmiv používaných v rybniční akvakultuře (Urbánek a Hartman, 2012).*

Krmivo	Obsah vody (%)	Nc ($g.kg^{-1}$)	Pc ($g.kg^{-1}$)
Pšenice ozimá, triticale, žito ozimé	10	23	3,30 – 3,50

Tab. 13. *Obsah živin v jednotlivých druzích dostupných organických hnojiv (Urbánek a Hartman, 2012; Richter a kol., 2002).*

Druh hnojiva	Obsah sušiny (%)	Obsah živin v surové hmotě*	
		Nc ($g.kg^{-1}$)	Pc ($g.kg^{-1}$)
Hnůj skotu	23	4,8 – 5	**1–1,1g.kg^{-1}**
Kejda skotu	7,5	0,40	**0,10–0,13**
Kompost v rybníkářství	50	2	**0,9 (až 1,1)**
Organická hnojiva v rybářství			**1 000 g Pc v 1 t**

Je nezbytné vyvarovat se aplikaci drůbeží kejdy do rybníků pro vysoký obsah živin (N a P), ta nesplňuje podmínky uhlíkatého hnojení.

* (Richter a kol., 2008)

Dalším podkladem jsou laboratorně a literárně zjištěné údaje o výstupních hodnotách obsahu Pc v rybách (tab. 14).

Tab. 14. *Koncentrace fosforu stanovená váženým průměrem v rybách, podle podílu druhového zastoupení ryb v rybnících (navržena jako průměrná hodnota Rybářským sdružením ČR, Wema.cz, s.r.o, 2011).*

Druh Kapr, býložravé ryby a dravé druhy ryb	koncentrace Pc v čerstvé biomase ryb v $g.kg^{-1}$
Průměr sladkovodních ryb s 90% podílem kapra	**8,4**

Trvale šetrný způsob hospodaření předpokládá přiměřené oživení rybniční biocenózy organickými hnojivy v souladu s přikrmováním obsádek ryb. Vezmeme-li v úvahu, že krmivo podávané obsádkám ryb v rybnících je významným zdrojem Pc a Nc, pak je nejvýše potřebné další vstupy živin hnojením přizpůsobit či omezit k dodržení alespoň vyrovnané bilance vůči výtěžnosti živin především Pc a naopak. Vyrovnanou bilanci či vyšší výtěžnost Pc lze zabezpečit pomocí následujícího vztahu:

$$Cpř \,.\, RKK \,.\, 3{,}3 + Sh \,.\, 1\,000 \leq Cpř \,.\, 8{,}4$$

$$Sh = \frac{Cpř \,.\, 8{,}4 - Cpř \,.\, RKK \,.\, 3{,}3}{1\,000}$$

Cpř – celkový přírůstek ryb v $kg.ha^{-1}$ za rok,
Sh – spotřeba pevné organické hmoty – hnoje či autochtonní kompostované hmoty v $t.ha^{-1}$,
1 000 – obsah Pc v g v 1 t organických hnojiv (chlévská mrva, komposty),
RKK – předpokládaný relativní krmný koeficient,
3,3 – obsah Pc v g v 1 kg krmiva (obilovin).

Příklad: plánovaný celkový přírůstek ryb (Cpř) = 500 $kg.ha^{-1}$ za rok, RKK = 2

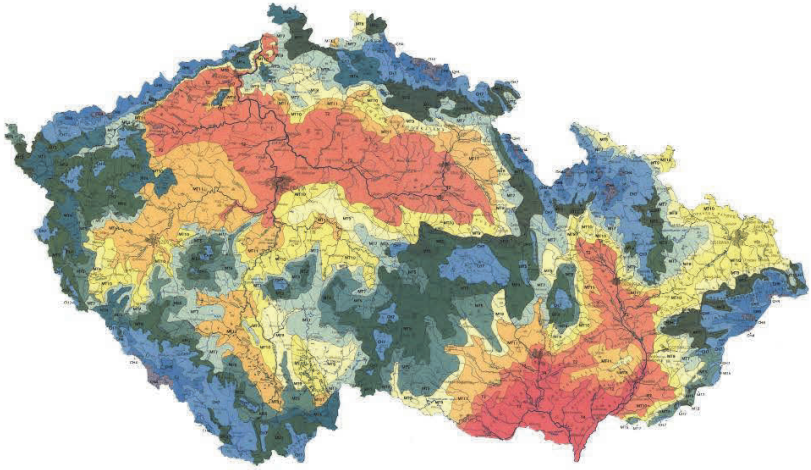
$$\text{Spotřeba chlévské mrvy} = \frac{500 \,.\, 8{,}4 - 500 \,.\, 2 \,.\, 3{,}3}{1\,000} = \frac{900}{1\,000} = \mathbf{0{,}9\ t\ .\ ha^{-1}}$$

Pro objektivizaci přirozeného přírůstku pro danou oblast je nezbytné přihlédnout k teplotním oblastem v ČR (Quitt, 1971) a příslušným hodnotám přirozené produkce rybníků upravené koeficientem poklesu produkce podle Přikryla a kol. (2008), Metodika OP 2.2. Rybářství (tab. 15). Přirozený přírůstek je mimo jiné ovlivněn nadmořskou výškou, která udává oblasti (obr. 5):

- **teplé (T)** – jižní a střední Morava, Polabí, okolí Prahy (na obrázku červené barvy),
- **mírně teplé (MT)** – jižní a západní a severní Čechy, malá část Vysočiny) (žluté až oranžové),

- **chladné (CH)** – většina Vysočiny a podhůří (zelené až modré).

Obr. 5. *Klimatické oblasti ČR (Quitt, 1971).*



Tab. 15. *Přirozená produkce rybníků podle nadmořské výšky (Přikryl a kol., 2008).*

Výška hladiny rybníka v m nad mořem (Balt)	Koeficient poklesu produkce	Odpovídající Pp⁺ kg na ha vodní plochy a rok (doplnil Hartman, 2011)
< 200	1,44	>370
200,1–300	1,20	310–370
300,1–400	1,00	260–310
400,1–500	0,83	210–260
> 500	0,69	175–210

⁺Pp – přirozená produkce

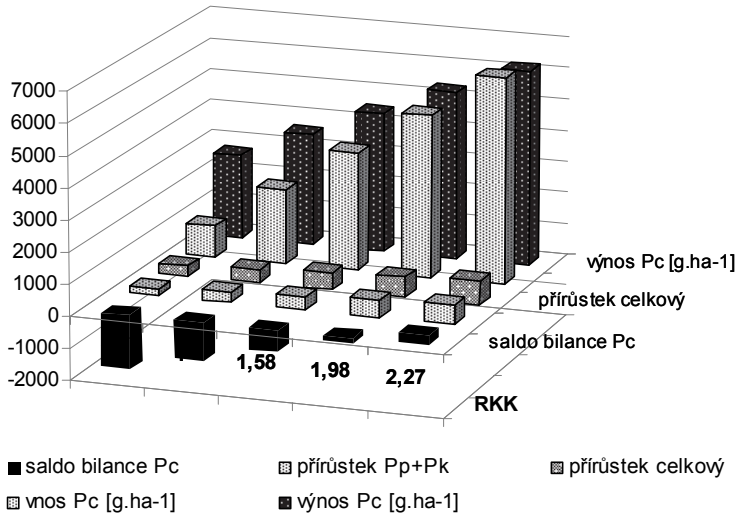
Vzhledem k rozdílným přírodním podmínkám hospodaření na rybnících v ČR, bereme-li na zřetel přirozenou úživnost rybníků danou především nadmořskou výškou (teplotní oblastí) a také hydrologickými poměry, lze uplatnit **systém „trvale udržitelného hospodaření“.** Ten **musí respektovat především přirozenou produkci** pro příslušnou teplotní oblast (Pp), **výživu rybniční biocenózy přiměřeným organickým hnojením a přikrmováním** pro zachování alespoň vyrovnané bilance vstupu Pc a výtěžku Pc z rybníků, jak uvádí následující tab. 16 a s ní související obr. 6.

Tab. 16. *Model bilance Pc při rozdílné či* **rostoucí spotřebě krmiv** *vyjádřené RKK (relativním krmným koeficientem) a* **přirozené produkci (Pp) 210 kg.ha^{-1}** *(mírně teplá oblast)* **a aplikační dávce 1 t organických hnojiv na 1 ha** *(Hartman, 2012).*

Přírůstek Pp + Pk^{+} (kg.ha^{-1})	Přírůstek ryb org. hnojením^{++} (kg.ha^{-1})	Celkový přírůstek (kg.ha^{-1})	Vnos Pc (g.ha^{-1})	Výnos Pc (g.ha^{-1})	RKK	Saldo ± (g.ha^{-1})
210 + 0	110	**320**	1 000	2 688	**0**	**-1688**
210 + 105	110	**425**	2 386	3 570	**1**	**-1184**
210 + 210	110	**530**	3 772	4 452	**1,58**	**-680**
210 + 315	**110**	**635**	**5 158**	**5 334**	**1,98**	**-176**
210 + 420	110	**740**	6 544	6 216	**2,27**	**+328**

$^{+}$ Přírůstek ryb přikrmováním v kg.ha^{-1};
$^{++}$ při spotřebě 1 t organických hnojiv (rybniční komposty, chlévský hnůj) na 1 ha.

Obr. 6. *Bilance Pc (do vyrovnaného salda Pc) zabezpečená do úrovně RKK 1,98 při docílitelném celkovém přírůstku 635 kg.ha^{-1} a spotřebě krmiv 12,6 q.ha^{-1} v mírně teplé oblasti (Hartman, 2012).*



Závěr k vyrovnané bilanci Pc

Dodržování vyrovnané bilance Pc v rybnících nemůže být jediným kritér**iem pro udržitelné a** šetrné **hospodaření.** Na stranu výnosů Pc je zapotřebí připočítat činnost rybníkářů při údržbě porostů jejich kompostováním a „fixací živin" v okrajích rybniční kotliny, dále při odbahňování lovišť a celkových revitalizacích rybničních soustav, při strpení výživy vodního ptactva zejména v ptačích oblastech v rámci Natura 2000 apod.

Aplikací organických hnojiv a přiměřenou spotřebou krmiv lze zvyšovat celkový přírůstek přiměřeně ve vztahu k přirozenému přírůstku, aniž bychom překročili vyrovnanou bilanci Pc. Pro zabezpečení odpovídajícího výnosu živin výlovem ryb je nezbytné zajistit optimální druhové složení a hustotu obsádky ryb.

6. POVINNOST EVIDENCE HOSPODÁŘSKÝCH OPATŘENÍ VYPLÝVAJÍCÍCH ZE ZÁKONA Č. 99/2004 SB., O RYBÁŘSTVÍ

Vedení evidence podle tabulky E. ***Evidence hospodaření v rybníku a ve zvláštním rybochovném zařízení*** (dříve rybniční karta), podle vyhlášky č. 197/2004 Sb. k provedení zákona č. 99/2004 Sb., o rybářství je pro podnikatele v rybníkářství a ve zvláštních rybochovných zařízeních povinné v daném případě pro každý rybník zvlášť (tab. 17). Příslušný orgán státní správy v rybářství může vyžadovat v zájmu kontroly spotřeb závadných látek každoroční předkládání této evidence.

Tab. 17. *Evidence o hospodaření a o dosaženém hospodářském výsledku (podle vyhlášky č. 197/2004 Sb.).*

Tabulka E

Evidence o hospodaření a o dosaženém hospodářském výsledku při chovu ryb a vodních organizmů v rybníku a ve zvláštním rybochovném zařízení
- údaje o hospodaření vedené rybníkářem

Příslušnému rybářskému orgánu (podle § 19 - 24 zákona č. 99/2004 Sb.) jsou předkládány pouze na vyžádání **ROK**
Registrační číslo hospodářství:

Identifikační kód	Název rybníka, nádrže	plocha	Obsádka					Výlovek					Další hospodářská opatření			Poznámka
											z toho výlovek na udici					
		ha	druh ryby	ks (tis.)	kg	měsíc	Pozn.	Datum	ks (tis.)	kg	ks	kg	Krmení (t)	Vápnění (t)	Hnojení (t)	

Vedení „Evidence o hospodaření a dosaženém hospodářském výsledku při chovu ryb…“ je vyžadováno na příslušném SZIF (Státním zemědělském intervenčním fondu)

zejména při uplatňování žádostí o dotace z různých dotačních titulů k ověření hospodaření na daném rybníku (např. při žádostech o odbahnění, titul č. 129 130).

7. ZÁVĚR

Cílem výživy rybniční biocenózy organickými hnojivy je zvyšování přirozené produkce rybníků využitelné pro přírůstek ryb. Dalším zdrojem živin v rybnících jsou jejich zásoby vázané v rybničních sedimentech a živiny přitékající z povodí rybníků. Rybníky se nacházejí obvykle v zemědělsky obhospodařované a osídlené krajině. Rybniční akvakultura předpokládá oba zdroje živin integrovat a transformovat do přirozené potravní základny ryb.

Vedle přirozené potravy, která je pilířem ve výživě ryb, má přikrmování obilovinami nebo krmivy na rostlinné bázi charakter doplňkové výživy. Cílem udržitelné rybniční akvakultury je zabezpečovat vyrovnanou bilanci mezi vstupem živin a jejich výnosem prostřednictvím biomasy vylovených ryb zejména s ohledem na celkový fosfor (Pc). Jedině racionální a ohleduplný způsob aplikace organických hnojiv, vedle účinného přikrmování obsádek, může splňovat podmínky legislativního rámce na ochranu povrchových vod. V současné době je nutno si uvědomovat, že kvalita vody v rybnících má významné priority z hlediska celospolečenských zájmů.

Metodou šetrného využívání přirozené produkce je „zelené hnojení rybníků", které využívá vlastních zásob živin rybničního biotopu. Aplikace stájových hnojiv především chlévské mrvy sleduje doplnění živin zejména uhlíku a mikroflóry pro výživu potravních organizmů ryb – zooplanktonu. Cílem obou metod výživy rybniční biocenózy organickými hnojivy je vždy zajištění uhlíku či CO_2 a iontů HCO_3^{-1} pro fotosyntetickou asimilaci žádoucích vodních rostlin, především zelených řas. Přitom sledujeme co nejmenší zatěžování rybniční biocenózy živinami P a N.

Metodika přináší výčet a obsah živin organických hnojiv dostupných rybniční akvakultuře a zabývá se způsobem jejich aplikace. Na základě literárních a statistických údajů uvádí účinnost aplikačních dávek na přírůstek ryb. V kontextu s funkcí rybniční akvakultury jsou uvedeny i vedlejší zdroje živin, které ovlivňují celkovou živinovou bilanci a trofii rybničních vod. Metodika připomíná i povinnost vést o spotřebách hnojiv a krmiv (závadných látek podle §39 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, a zákona č. 99/2004 Sb., o rybářství) příslušnou evidenci. Z údajů uvedených v metodice je zřejmé, že je reálné docilovat vyrovnanou bilanci živin (Pc vnos ≤ Pc výtěžnost) pomocí přirozené produkce podporované organickým hnojením a přikrmováním.

Účinnost aplikace organických hnojiv pro docílení **optimálního přírůstku kontrolujeme** kvalitou a kvantitou **přirozené potravy – zooplanktonu** vedle welfare ryb v průběhu celé vegetace jako hlavní složky výživy ryb. Pro dobrou funkci rybniční biocenózy je nezbytné **optimalizovat hustotu a iniciální hmotnost obsádek** zejména

u vyšších věkových kategorií kapra ($K_{2+,3+}$) a aplikaci živin koordinovat tak, **aby byla zabezpečena funkce potravní pyramidy** po celé vegetační období. Extenzivní hospodaření a nízké obsádky nezaručují optimální využití živin (především Pc) pro produkci ryb, spíše živiny zadržují v rybničním sedimentu.

VII. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Faina, R., 1991. Stanovení množství a způsobu organických hnojiv pro rybníky v zvláště chráněných územích. Písemné sdělení pro AOPK ČR, nepublikováno.

Faina, R., Herzog, R., 1974. Využití zpracovaných prasečích výkalů pro eutrofizaci rybničního dna. Evid.č. C-11-329-003-05, VÚRH, Vodňany, řešení v letech 1971–1974, 59 s.

Faina, R., Kubů, F., 1989. Chov ryb ve stabilizačních a akumulačních rybnících. Edice Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 31, 12 s.

Füllner, G., Langner, N., Pfeifer, M., 2000. Ordnungsgemässe Teichbewirtschaftung im Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesanstalt für Landwirtschaft. Referát Fischerei – Königswarta, Oktober 2000, p. 66.

Guziur, J., Bialowas, H., Milczarzewicz, W., 2003. Rybactwo stawowe. Oficyna Wydawnicza „HOŽA", Warszawa, 2003, 384 pp.

Hartman, P., 1992. Stanovení potřeby vápnění rybníků ve vztahu k podmínkám prostředí. Disertační práce, Agronomická fakulta, Vysoká škola zemědělská v Brně, 76 s.

Hartman, P., 2010. Optimalizace obsahu živin v rybniční vodě – udílení výjimek z § 39, odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách k použití závadných látek pro chov ryb. Sborník referátů z konference k 90. výr. založení Rybářské školy ve Vodňanech, květen 2010, s. 71–76.

Hartman, P., 2012. Model výživy rybniční biocenózy s ohledem na celkový fosfor. Sborník referátů z konference Chov ryb a kvalita vody, Rybářské sdružení ČR, České Budějovice, 33–48 s.

Hartman, P., Lavický, K., Červinka, S., Pokorný, J., Komárková, J., Rajchard, J., 1971, 1972, 1973. Použití prasečí kejdy ke hnojení rybníků. Závěrečná zpráva úkolu OTR 6-73-R, Zprávy OTR, Státního rybářství o.p., organické hnojení rybníků se zaměřením na kejdy prasat a drůbeže, 24 s.

Hartman, P., Lavický, K., Pokorný, J., 1983. Organické hnojení rybníků. Edice Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 4, 16 s.

Imhoff, K.R., 1982. Leistungssteigerung konventioneller Kläranlagen durch Schönungsteiche; Gewässerschutz, Wasser, Abwasser. Aachen, 50 pp.

Janeček, V., Svobodová, Z., Přikryl, I., Vykusová, B., Filipová, O., 1985. Vyhodnocení vlivu intenzifikace na kvalitu vod v rybnících. Zpráva o řešení druhé časové etapy státního úkolu C11-329-111-02-02, VÚRH, Vodňany, 38 s.

Jirásek, J., Mareš, J., Zeman, L., 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, MZe ČR a Komise výživy a krmení hospodářských zvířat ČAZV Praha, 68 s.

Klír, J., Kunzová, E., Čermák, P., 2008. Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi (II. aktualizované vydání), Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i, 48 s.

Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbach, H., 1998. Phosphor und Stickstoff-bilanzen von Karpfenteichen. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 7: 181–189.

Kopp, R., 2012. Water Quality after Application of Pig Slurry. In: Ecological Water Quality – Water Treatment and Reuse. 1. vyd. Croatia: Intech, 161–182.

Kostomarov, B., 1958. Rybářství. ČSAZV, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 353 s.

Krüger, A., 1976. Uhlík – regulátor funkce rybničního ekosystému, Gospodarka rybna 4, ZGS-IRS. Překlad v Československém rybníkářství 4: 16–23.

Přikryl, I., Adámek, Z., Faina, R., Hartman, P., Kozák, P., Linhart, O., Máchová, J., 2008. Hospodaření na rybnících s režimem zlepšujícím kvalitu vodního prostředí. Metodika OP Rybářství 2.2, VÚRH JU, Vodňany, 36 s., 10 s. příloh.

Máchová, J., Valentová, O., Faina, R., Svobodová, Z., Kroupová, H., Mráz, J., 2010. Znečištění produkované kaprem obecným z různých podmínek chovu. Bulletin VÚRH Vodňany 46 (1): 31–38.

Quitt, E., 1971. Klimatické oblasti Československa [online]. Academia, Studia Geographica 16, GÚ ČSAV v Brně, 73 s. [vid. 12. 9. 2012]. Dostupné z: http://janpivec.wz.cz/pivec/002.htm

Richter, R., Hlušek, J., Ryant, P., Lošák, T., 2002. Organická hnojiva a jejich postavení v zemědělské praxi. Úroda 50 (9): s. 9–12. [vid. 12. 9. 2012]. Dostupné z: http:www.mendelu.cz/user/ryant/publikace/Organicka_hnojiva_02.htr

Schäperclaus, W., Lukowicz, M., 1998. Lehrbuch der Teichwirtschaft, 4., neubearbeitete Auflage, Parey Buchverlag, Berlin, 590 s.

Steffens, W., 1985. Grundlage der Fischernährung, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1. Auflage, 226 s.

Sukop, I., 1980. Vliv použití tekutých organických hnojiv v různých typech plůdkových rybníků na rozvoj jejich přirozené potravy. Agronomická fakulta, Vysoká škola zemědělská, Brno, 14 s.

Šusta, J., 1938. Výživa kapra a jeho družiny rybničné – nové základy rybochovu rybničného. ČSAV, české vydání, uspořádali a poznámkami opatřili Univ. prof. Dr. Karel Schäferna a Ing. Dr. Bořivoj Dvořák, s. 224.

Urbánek, M., Hartman, P., 2012. Cesty k udržitelnému chovu ryb v rybnících. Prezentace na konferenci „Revitalizace Orlické nádrže" říjen 2012, Písek, Sdružení obcí – Písecko a KÚ Jihočeského kraje, 27 s.

Woynarowich, E., 1956. Das Carbondüngung Verfahren, Deutsche Fischerei Zeitung 2: 48–55.

Metodický pokyn pro posuzování žádostí o výjimku z ustanovení § 39 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách …pro použití závadných látek ke krmení ryb a k úpravě povrchových vod na nádržích určených pro chov ryb, MŽP ČR, č.j. 800/418/02, MZe ČR, č.j. 35508/2002-6000, 11 s.

NRC, 1993. US Nutrients requirements of fish. Subcommittee on Fish Nutrition, National Research Council, National Academy Press, 114 p.

Vládní nařízení č. 82/1999 Sb. a č. 61/2003 Sb. Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod.

Vyhláška č. 197/2004 Sb. a později její novelu č. 239/2006 Sb. vydaná MZe ČR k provedení zákona o rybářství podle § 3 a § 32.

Wema.cz, s.r.o., 2011. Stanovení celkového fosforu v dodaném vzorku kapra, tolstolobika a amura, (protokol laboratorního vyšetření), 6 s.

Zákon č. 114/1992 Sb. ve znění zákona č. 218/2004 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách – vodní zákon z 26. 6. 2001 vč. jeho úplného znění č. 150/2010 Sb. platného od 1. 7. 2010.

Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráži, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství).

VIII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Faina, R., Kubů, F., 1989. Chov ryb ve stabilizačních a akumulačních rybnících. Edice Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 31, 12 s. (bez dedikace)

Hartman, P., 1992. Stanovení potřeby vápnění rybníků ve vztahu k podmínkám prostředí. Disertační práce, Agronomická fakulta, Vysoká škola zemědělská v Brně, 76 s. (bez dedikace)

Hartman, P., Lavický, K., Pokorný, J., 1983. Organické hnojení rybníků. Edice Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 4, 16 s. (bez dedikace)

EXTERNÍ ODBORNÝ OPONENT

Doc. Ing. Radovan Kopp, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1, 613 00 Brno

INTERNÍ ODBORNÝ OPONENT

RNDr. Richard Faina

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,

Fakulta rybářství a ochrany vod, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany

OPONENT ZA STÁTNÍ SPRÁVU

Ing. Vladimír Gall

MZe Praha

Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství (16230)

Těšnov 17, 117 05 Praha 1

Osvědčení o uplatněné certifikované metodice č. 127/2012 – 16230/N_{met} – certifikovaná metodika ze dne 21. 12. 2012

Vydalo: Ministerstvo zemědělství, úsek lesního hospodářství, Sekce lesního hospodářství,

Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství, Těšnov 17, 117 05 Praha 1.

Adresa autora

Ing. Pavel Hartman, CSc.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod,

Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Ústav akvakultury,

Husova třída 458/102, 370 05 České Budějovice, www.frov.jcu.cz

V edici Metodik (Technologická řada)

vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod,

Redakce: RNDr. Bořek Drozd, Ph.D., Zuzana Dvořáková

Náklad: 200 ks, vydáno v roce 2012

Grafický design a technická realizace: iDigitisk s. r. o.

FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VYDÁNÍ PUBLIKACE BYLO USKUTEČNĚNO
ZA FINANČNÍ PODPORY PROJEKTU:
INOVACE PREZENČNÍHO STUDIA BAKALÁŘSKÉHO STUDIJNÍHO OBORU RYBÁŘSTVÍ
(CZ.1.07/2.2.00/15.0076)

ISBN 978-80-87437-50-6