

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

**Vliv intenzity rybářského hospodaření
na kvalitu vody v rybnících**

Autor: Filip Krejčí

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Máchová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Olga Valentová

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: prezenční

Ročník: 4.

České Budějovice, 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdávanému textu do této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací na Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 04. 05. 2015

Podpis studenta

.....

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval své vedoucí Ing. Janě Máchové, Ph.D. i konzultantce Ing. Olze Valentové za metodické vedení, odbornou pomoc a cenné rady v průběhu zpracování této bakalářské práce. Velký dík patří i mé rodině a mým přátelům, kteří mě při psaní bakalářské práce podporovali.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip KREJČÍ**
Osobní číslo: **V11B017P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody
v rybnících**
Zadávající katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zhodnotit vliv rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících a posoudit, do jaké míry jsou rybáři schopni udržet kvalitu vody v rybnících na úrovni, která je dána legislativními požadavky.

V úvodní části práce bude uveden stručný přehled o počátcích rybářství v Českých zemích a jeho vývoji. V hlavní části budou shromážděna a zpracována data z literatury a závěrečných zpráv, které se zabývají touto problematikou. Budou vtipovány parametry kvality vody, které opakovaně překračují legislativou požadované imisní standardy, a diskutována reálná možnost vytvoření podmínek pro jejich dodržení.

Rozsah grafických prací: 5 tabulek, 5 grafů

Rozsah pracovní zprávy: 25 - 35 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Příkryl, I., Janeček, V., Rajdl, M., Filipová, O., 1983. Vliv intenzifikace rybářské výroby na kvalitu vody v rybnících [The effect of the intensification of fish production on pond water quality]. Bul. VÚRH Vodňany, 19, č. 4: 3-16.

Příkryl, I., 1984. Abundance and biomass of some important components of zooplankton community as a function of fish stock weight in ponds with prevalence of stocking and marketable carp. Práce VÚRH Vodňany, 13: 3-20.

Příkryl, I., 1990. Some relations among the fish stock, water quality and amount of natural food in ponds. FAO-EIFAC Symposium, Prague, Research Inst. of Fish Culture and Hydrobiology, E 28,

Faina, R. - Příkryl, I.: Změny ve společenstvu zooplanktonu a zoobentosu v třeboňských rybnících od 2. poloviny 19. století do současnosti. IUCN, Třeboň, 14 s.

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

Máchová, J., Faina, R., Mráz, J., Pícková, J., Valentová, O., Beránková, P., Sudová, E., Svobodová, Z., 2010. Vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících a kvalitu masa ryb. Bulletin VÚRH Vodňany 46(1): 19-30.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Máchová, Ph.D.


Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce: Ing. Olga Valentová

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: 7. prosince 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2014


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
LS
389 25 Vodňany (2)


doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. února 2013

Obsah

1	Úvod	8
2	Literární přehled	9
2.1	Počátky rybnářství v Českých zemích a jeho vývoj.....	9
2.2	Základní fyzikálně chemické parametry kvality vody a legislativní požadavky na kvalitu vody	11
2.2.1	Fosfor	11
2.2.1.1	Zdroje fosforu	11
2.2.1.2	Formy výskytu fosforu	12
2.2.1.3	Koloběh fosforu	12
2.2.2	Dusík	13
2.2.2.1	Dusičnany	13
2.2.2.2	Dusitany.....	14
2.2.2.3	Amoniakální dusík	14
2.2.2.4	Koloběh dusíku	15
2.2.3	Kyslík	16
2.2.4	pH.....	17
2.2.5	Teplota.....	19
2.2.6	Nerozpuštěné látky.....	20
2.2.7	Organické látky.....	20
2.2.7.1	Chemická spotřeba kyslíku	21
2.2.7.2	Biochemická spotřeba kyslíku	22
2.2.7.3	Celkový organický uhlík	22
2.3	Rozdělení rybníků a jejich funkce	22
2.3.1	Rozdělení rybníků podle typu napájení.....	22
2.3.2	Rozdělení rybníků podle hospodářského významu pro chov kapra	23
2.4	Vliv intenzity hospodaření na kvalitu vody	24

2.4.1	Právní normy v oboru rybničního hospodaření	24
2.5	Sledování vlivu rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících.....	27
3	Materiály a metodika	28
4	Výsledky a diskuze.....	29
4.1	Poznatky z řešení státního úkolu C 11-329-111.....	29
4.2	Údaje z rybníků Školního rybářství Protivín a Městského rybářství Vodňany .	32
4.2.1	Rybníky, které nebyly během sledovaného období hnojeny a ryby byly přikrmovány.....	32
4.2.2	Rybníky s polointenzivním způsobem hospodaření	35
4.2.3	Rybníky víceúčelové a stabilizační.....	37
4.3	Sledování vlivu rybářské výroby na kvalitu vod ve žďárském regionu.....	40
4.4	Výsledky získané z poloprovozních pokusů prováděných v letech 2008-2012 na pokusnictví VÚRH Vodňany	45
5	Závěr	70
6	Seznam použité literatury	72
7	Seznam příloh	77
8	Přílohy	78
9	Abstrakt	88
10	Abstract.....	89

1 Úvod

Rybníky jsou bezesporu obrovským dědictvím našich předků a patří neodmyslitelně do naší krajiny. Od počátku jejich vzniku nesloužily pouze k chovu ryb. Plnily celou řadu funkcí, jako například zdroj užitkové vody, plavení dřeva, zdroj vody pro mlýny a svou roli mají dodnes jako požární nádrže. Toto je jen částečný a zdaleka ne úplný výčet historických funkcí rybníků. Jejich základní úlohou byl však vždy chov ryb. V dnešní době, pokud nadále chceme rybníky využívat k chovu ryb, musíme dbát na to, aby se kvalita jejich vody nezhoršovala. Zachování dobré kvality vody je v dnešní době prioritou, které by se měly přizpůsobit všechny směry lidské činnosti včetně rybářského hospodaření. I když období všeobecné intenzifikace a zvyšování zemědělské produkce bez ohledu na újmy životního prostředí jsou již minulostí, některé parametry kvality vody často nevyhovují imisním standardům daným nařízením vlády č. 229/2007 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Ve své práci jsem se snažil na příkladu dostupných dat vyhodnotit vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících. Vyhodnocení je vztaženo k legislativním požadavkům platným v současné době, data získaná v dřívějších obdobích se vztahují k tehdy platné legislativě.

2 Literární přehled

2.1 Počátky rybnářství v Českých zemích a jeho vývoj

Zmínky o vytváření prvních nádrží, jak se dozvídáme z historických pramenů, pocházejí z doby římské a markomanské (3. a 4. století našeho letopočtu). Sloužily k zadržování velkého množství vody potřebného k hutnictví a rýžování zlata (Hule, 2000).

Pokorný a kol. (2004) uvádí, že první vodní díla na našem území vznikala až o něco déle (10. století), a to za současného rozšiřování klášterů po našem území. Také Růžička (1954) považuje za pravděpodobné, že jsou počátky evropského chovu ryb úzce spjaté s kláštery a jejich výstavbou (po roce 900 našeho letopočtu). Od počátku 12. století se datují první písemné zmínky o nejstarších rybnících.

Hule (2000) píše, že se v blízkostech klášterů začaly objevovat cechy rybářů (Břevnov 993, Kladruby 1115). Právě bezejmenní mniši, kteří byli panovníkem pověřeni ke kolonizaci našeho území, uměli vhodně vybrat místa pro své pustevny, kláštery a později i pro své rybníky. Opati opatřovali rybníky všude, kde to jen bylo možné, činili tak, aby zajistili rybí deputát pro své bratry. Je pravdou, že se stavbou rybníků nezaháleli ani poddaní klášterů. Postupně se objevují zmínky o vzniku rybníků i na území města Prahy a to když řád Maltézských rytířů dostává od Vladislava část řeky Vltavy i s rybnářstvím. Později kníže Fridrich daruje řádu Johanitýnů další potok, tentokrát Botič i s přilehlým rybníkem a mlýnem.

Další, kdo mohl na našem území zakládat rybníky, byl řád Německých rytířů, který šířil slova Ježíše Krista a kolonizoval jižní Pobaltí a Polsko. Tento řád zřizoval na našem území umělé nádrže z důvodu toho, že potřebovali vysoušet pozemky, aby zde mohla vzniknout zemědělská půda (Kratochvíl 1995). Podle Huleho (2000) byli právě tyto rytíři známí svojí dovedností jako měřičkové. Je zřejmé, že právě oni donesli na naše území umění nivelace a zacházení s krokvicí - vodováhou, se sáhovkou, či provazcem na měření délek.

Ve velkém se u nás stavěly rybníky zhruba od konce 14. století. V oboru rybníkářství je objeven veliký ekonomický potenciál. Nejvýznamnější rybou se stává kapr obecný (*Cyprinus carpio*) díky své odolnosti. Z této doby je známo, že rybníkářství se těšilo podpory i samotného Karla IV (Vorel, 2007). Například kronikář Beneš z Weitmille vypravuje, že císař po návratu z cizích zemí nařizuje zakládání rybníků a nasazování mimo kapra i candáta a parmu (Hule, 2000). Tou dobou se rybníkářství nerozmáhalo jen na královských statcích, ale i na jiných místech (Blatná, Telč, Třeboň). Z této doby je znám i obchod s rybami do zahraničí, například z Hradce se prodávaly ryby do Vídně a do dalších rakouských měst (Hule, 2000). Další rozmach přichází v 15. a 16. století, nejvíce pak v osmdesátých letech 16. století (Vorel, 2007). Udává se, že v 16. století bylo na našem území (Čechy, Morava, Slezsko a Horní a Dolní Lužice) 78 000 rybníků o výměře 120 000 ha. Před třicetiletou válkou tento počet dokonce vzrostl na 180 000 ha (Pokorný a kol., 2004).

Koncem 15. století rybáři objevili a začali používat třístupňový chov kapra. Díky tomuto se lovily hlavní rybníky téměř každý rok a rybníkářství se stalo ideální dlouhodobou investicí. Rody, které se svou rybníkářskou činností zapsaly nejvíce do historie, byly Pernštejnové působící v Hluboké, Hodoníně, Pardubicích a Tovačovsku, dále pak Rožmberkové, kteří působili na Třeboňsku a rod Vratislavů z Mitrovic (Novotný, 1977). Na Moravě byli největšími rybníkářskými osobnostmi olomoucký biskup Stanislav Thurso a později jeho nástupce Jan Dubravius. Postupem času již nebyla šlechta jediná, kdo stavěl rybníky, ale téměř u každé vesnice a města stál rybník (Míka 1955). Výstavba rybníků neměla jen světlé stránky, stávalo se, že rybníky pohltily mnohé vesnice (poddaní byly mnohdy částečně odškodněni). Dále byli poddaní nuceni pracovat na výstavbě rybníků a údajně se tato práce postupem času stala nucenou robotou (Růžička, 1954). K této zlaté éře stavění rybníků bezpochyby patří i budování stok, které jsou součástí komplexů rybníků (např. Zlatá stoka). Mezi nejslavnější stavitele rybníků své doby patří bezesporu Štěpánek Netolický, Mikuláš Ruthard z Malešova a především Jakub Krčín z Jelčan a později Sedlčan. Tyto osobnosti nejvíce působili v jižních Čechách (Andreska, 1997). Ihned na začátku 17. století nastal úpadek rybníkářství. Díky třicetileté válce byly rybníky vypouštěny a drancovány. V té době nebyly rybníky nejlépe využitou plochou a často byly nahrazeny poli pro pěstování plodin (Vorel, 2007). Konfiskace majetku, který nenáležel katolické

církvi, komplikovala již tak nepříznivou situaci. Noví majitelé neměli dostatek prostředků ani chuť investovat do rybníků (Cablík, 1981). Dále byly rybníky rušeny, aby uvolnily místo pro pěstování cukrové řepy. Tento artikl byl totiž v této době nedostatkový (Dudek, 1979). Cablík (1981) uvádí, že dalším nepříznivým vlivem pro rybníkářství byl průmysl, který se rychle rozvíjel a s objevem parního stroje byly vytlačovány i vodní kola.

V současnosti dosahuje celková plocha rybníků v České republice 51 800 ha a celkový počet rybníků je 21 718 z čehož více jak 20 000 rybníků má plochu méně než 5 ha, 778 má plochu mezi 5-10 ha a 940 rybníků má plochu více než 10 ha (MZe ČR, 2007).

2.2 Základní fyzikálně chemické parametry kvality vody a legislativní požadavky na kvalitu vody

2.2.1 Fosfor

2.2.1.1 Zdroje fosforu

Naprosto přirozeně se fosfor do vod dostává zvětráváním ložisek fosfátových nerostů, a to ve formě rozpuštěných orthofosforečnanů, či jejich sraženin (Lellák a Kubíček, 1991). Příkladem takovýchto nerostů je apatit, fosforit, kolinit a další (Heteša a Kočková, 1999). Dále se fosfor do vod dostává antropogenní činností, a to především díky hnojení, odpadním vodám z prádelen a jiných odvětví (Pitter, 1999). Z výzkumu vyplývá, že i přikrmování ryb přispívá k dodávání fosforu do rybníků. Aby se zabránilo projevům hypertrofie, musí být vyrovnaná bilance vnosu fosforu přikrmováním a hnojením, vůči výnosu fosforu v podobě přírůstku ryb (Knösche a kol., 1998). Vezmeme-li v úvahu, že některé rybníky byly a jsou hnojeny a ryby přikrmovány ba dokonce některé rybníky slouží jako deponie vyčištěných odpadních vod, je zřejmé, že se do vodního prostředí dostává daleko více živin a tedy i fosforu, než je možno efektivně zužítkovat v rybí produkci (Pechar a Radová, 1996). Přičemž je dnes obsah celkového fosforu v rybnících jedním z hlavních limitujících faktorů omezení rybníčního hospodaření. Existuje imisní standard podle nařízení vlády č. 229/2007 Sb., který udává maximální hodnotu celkového fosforu ($P_{\text{celk.}}$) $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$. Tam, kde mají

ryby pouze přirozenou potravu, k překračování tohoto limitu přílišně nedochází, to se děje spíše tam, kde jsou ryby přikrmovány a to tak, že s postupující sezónou těchto případů přibývá (Valentová a kol., 2012).

2.2.1.2 Formy výskytu fosforu

Celkový fosfor rozdělujeme na rozpuštěný a nerozpuštěný. Další možné dělení je na organicky a anorganicky vázaný, anorganicky vázaný se dále dělí na orthofosforečnanový (reaktivní) a polyfosforečnanový (nereaktivní), (Grünwald, 1993). V analytické chemii se často odlišuje celkový fosfor, orthofosforečnanový fosfor a fosfor vázaný v hydrolyzovatelných fosforečnanech (polyfosforečnany, plus některé organofosforečné sloučeniny), (Pitter, 1999). Dále Pitter (1999) uvádí, že termín rozpuštěný orthofosforečnanový fosfor není úplně přesný, jelikož při jeho stanovení bývají do výsledků zahrnuty mimo orthofosforečnanů i části fosforu vázané labilními vazbami v některých organických i anorganických sloučeninách (díky hydrolyze). Mělo by se tedy hovořit o rozpuštěném reaktivním fosforu, avšak tento termín není příliš rozšířen. Naproti tomu rozpuštěné nereaktivní formy (polyfosforečnany a rozpuštěný organicky vázaný fosfor) nelze přímo stanovit spektrofotometrickou metodou a vzorek je třeba upravit mineralizací (Pitter, 1999). Dalším důležitým termínem je biologicky dostupný (využitelný) fosfor, protože se ukázalo, že fytoplankton je schopen přijímat také orthofosforečnany, jež jsou absorbované na povrchu látek nerozpuštěných (Pitter, 1999).

2.2.1.3 Koloběh fosforu

Fosfor, který se dostane do vodního prostředí ve formě fosforečnanů, je rovnou přijímán fytoplanktonem a některými bakteriemi a tím přechází dále do potravního řetězce (Lellák a Kubíček, 1991). Po odumření a následném rozkladu organismu se fosfor uvolňuje zpět do vodního prostředí (Valentová a kol., 2013), a to ve formě asimilovaného fosfátu, který je částečně vázán ve dnových sedimentech jako FePO_4 (fosforečnan železitý). Potom může v letních a zimních měsících (období letní a zimní stagnace), dojít u dna k vyčerpání kyslíku a následně k redukci trojmocné formy železa

na dvojmocnou, která je rozpustná. Tím se ve dně blokováne fosforečnany částečně dostávají do vody nad sedimenty a při následné jarní, nebo podzimní cirkulaci vody do celého vodního sloupce. V celkové bilanci koloběhu fosforu ovšem převládá posun fosforu do sedimentů a ne naopak. Celkově má však největší podíl na koloběhu fosforu látkový metabolismus organismů, jejichž exkrecí se fosfor dostává do vodního prostředí ve formě přijatelné pro rostliny. Díky vysoké míře fotosyntézy může dojít k vyčerpání reaktivní formy fosforu až téměř k nule (období jarního maxima rozvoje fytoplanktonu). Naopak, v období deprese fytoplanktonu může koncentrace celkového fosforu dosahovat vysokých hodnot. Z toho vyplývá, že obsah fosforu vázaného v biomase je v zrcadlovém poměru s fosforem reaktivním (Lellák a Kubíček, 1991).

2.2.2 Dusík

Po uhlíku, kyslíku a vodíku je dusík čtvrtou nejvíce zastoupenou složkou živé hmoty (Šafaříková a Kouřil, 2006). Sloučeniny dusíku se ve vodách vyskytují jak v organické, tak v anorganické formě (Pitter, 2009). Dusík ve vodě nalezneme ve formě iontů dusičnanových, dusitanových a amonných (Hartman a kol., 1998). Dále se pak dusík vyskytuje vázán v organických sloučeninách, jako jsou bílkoviny, aminokyseliny, močovina atd. (Horáková a kol., 2003). Množství dusíku ve vodě během vegetační sezóny kolísá, neboť vstupuje do biologických procesů a stává se součástí bílkovin. Do povrchových vod se dusík dostává z atmosféry, výluhy a následným splachem z půdy v daném povodí, dále pak mineralizací organických látek. Koncentrace minerálního dusíku v rybníční půdě je žádoucí udržovat okolo hodnoty 1,5 mg.l⁻¹, neboť je důležitý pro chov ryb (Hartman a kol., 1998).

2.2.2.1 Dusičnany

Dusičnany se v minerálech téměř nevyskytují. Výjimkou jsou některé mimoevropské lokality (chilský ledek - dusičnan sodný). Dusičnany vznikají především jako konečný stupeň rozkladu organických dusíkatých látek v oxickém prostředí. Nemałym zdrojem dusičnanů je obhospodařování půdy dusíkatými hnojivy, nebo atmosférické vody. Například vysoké koncentrace dusičnanů v šumavských jezerech a

tatranských plesech mají na svědomí dusičnany anorganického původu obsažené v atmosférických vodách (Pitter, 1999).

Dusičnany mají své zastoupení napříč všemi druhy vod, a to od desetin až jednotek mg.l^{-1} ve srážkových vodách až po stovky mg.l^{-1} v některých průmyslových vodách (Pitter, 1999). Existuje imisní standard podle nařízení vlády č. 229/2007 Sb., který stanovuje maximální hodnotu dusičnanového dusíku (N-NO_3) v rámci obecných požadavků u povrchových vod 7 mg.l^{-1} (Valentová a kol., 2012).

2.2.2.2 Dusitany

Dusitany, podobně jako dusičnany se v přírodě nevyskytují jako minerály (Pitter, 1999). Ve vodách se vyskytují ve velmi malých koncentracích (setiny až desetiny mg.l^{-1}) a spíše doprovázejí dusičnany a amoniakální dusík (Valentová a kol., 2013). Jejich přítomnost je zapříčiněna především nitrifikací (biochemická oxidace amoniakálního dusíku) nebo (méně často) biochemickou redukcí dusičnanů. Ve vodách atmosférických se nacházejí dusitany anorganického původu (Pitter, 1999). Ve vodním prostředí jsou dusitany poněkud nestálé, mohou být oxidovány nebo redukovány a to jak biochemicky tak i chemicky. V aerobních podmínkách probíhá běžně biochemická oxidace (nitrifikace). Naproti tomu v anaerobních podmínkách dochází v důsledku biologické denitrifikace k redukcí dusitanů až na elementární dusík, resp. N_2O (Pitter, 2009). V recirkulačních systémech, kde probíhá intenzivní chov ryb, mohou koncentrace dusitanů rapidně stoupat na desetiny až jednotky $\text{mg.l}^{-1} \text{ N-NO}_2^-$. Imisní standard pro dusitany vyjádřený jako dusitanový dusík je podle nařízení vlády č. 229/2007 Sb. pro kaprové vody $0,14 \text{ mg.l}^{-1}$ (Kroupová a kol., 2005).

2.2.2.3 Amoniakální dusík

Minerály jednoduchých amonných solí se v přírodě nevyskytují, a tudíž nejsou ve vodách přirozené (Pitter, 1999). Amoniakální dusík je produktem rozkládajících se dusíkatých organických látek. Díky tomu jsou největším zdrojem amoniakálního dusíku organického původu odpady ze zemědělství. Amoniak je hlavním produktem metabolismu dusíkatých látek ryb a jiných vodních organismů. Musí s ním být tedy

počítáno v intenzivních chovech ryb, recirkulačních systémech i v rybnících (Pitter, 2009).

Ve vodách se amoniak nachází ve dvou formách. První forma je disociovaná (NH_4^+), tato forma není pro ryby významně toxická. Druhá forma je forma nedisociovaná tzv. volná (NH_3), tato forma je pro ryby naopak vysoce toxická. Záleží na pH a na teplotě vody, která z těchto dvou forem ve vodě převládá, podíl toxického amoniaku roste se zvyšující se teplotou a pH vody (Pitter, 2009). V rámci nařízení vlády č. 229/2007 Sb. je stanoven imisní standard amoniakálního dusíku (N-NH_4^+) pro vody kaprové $0,16 \text{ mg.l}^{-1}$ a v rámci obecných požadavků $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (Valentová a kol., 2012).

2.2.2.4 Koloběh dusíku

Organismy jsou většinou schopny přijímat dusík, který se vyskytuje v anorganických sloučeninách (amoniak, dusičnany, dusitany) a v organických sloučeninách (močovina, proteiny, nukleové kyseliny). Ve formě dusičnanů a amoniakálního dusíku vstupuje dusík do biologických procesů na úrovni primárních producentů (Lellák a Kubíček, 1991). Nedostupný pro tyto procesy je atmosférický dusík, který je pevně vázán trojnou vazbou. Až po dusičnany mohou vznikat sloučeniny dusíku elektrochemickými a fotochemickými procesy z plynného dusíku vlivem kosmického záření, elektrickými výboji a průletem meteoritů (Hutchinson, 1957). Za předpokladu redukce trojné vazby plynného dusíku je možná i biologická fixace vazači atmosférického dusíku. Tento úkol dokáže plnit enzym nitrogenáza, který se vyskytuje u mnohých vodních, ale i půdních organismů. Mezi tyto organismy patří celá řada bakterií a sinic. Tyto organismy lze rozdělit do dvou základních skupin a to:

1) **symbiotičtí vazači dusíku** a 2) **volně žijící vazači dusíku**. Do obou skupin patří aerobní i anaerobní bakterie a některé druhy sinic. Mezi aerobní vazače se řadí bakterie rodu *Azobacter* a *Clostridium*, které nalezneme v půdě a sladké i slané vodě. Mezi autotrofní vazače patří především sinice rodu *Anabaena* a *Aphanizomenon* (Lellák a Kubíček, 1991).

Ve vodě jsou sloučeniny dusíku spíše nestabilní a podléhají v závislosti na pH a oxidačně redukčním potenciálu biochemickým proměnám. Kromě těchto přeměn probíhají současně i proměny chemické. Dusičnany vykazují větší stabilitu při vyšších

hodnotách oxidačně redukčního potenciálu, ale v anoxických podmínkách podléhají redukci na elementární dusík. K redukci dusičnanů až na amoniakální dusík je zapotřebí záporné hodnoty oxidačně redukčního potenciálu. Mikrobiálními procesy (deaminací) se přeměňují dusíkaté organické látky na dusík amoniakální. Amoniakální dusík je zdrojem pro tvorbu nové biomasy (bakterie, sinice a řasy dávají přednost asimilaci amoniakálního dusíku před dusičnany, které musí nejprve redukovat). V aerobních podmínkách probíhá nitrifikace, kdy se amoniakální dusík mění až na dusičnany (Pitter, 1999).

2.2.3 Kyslík

Režim kyslíku ve vodě je důležitým faktorem všech vodních systémů. Řada chemických a biochemických procesů by bez kyslíku nemohla probíhat (Lellák a Kubíček, 1991). Část kyslíku obsaženého v danou chvíli ve vodě závisí na difúzi vzdušného kyslíku (Hartman a kol., 1998). Kolik kyslíku přejde z ovzduší difúzí do vody, je ovlivněno několika faktory. Především je to teplota vody (s klesající teplotou roste rozpustnost kyslíku ve vodě), dále pak velikost styčné plochy a tlak okolního ovzduší (Lellák a Kubíček, 1991). Další část kyslíku obsažená ve vodě pochází z fotosyntetické činnosti rostlin (makrovegetace i fytoplankton), (Hartman a kol., 1998). Dalším faktorem, který obohacuje danou nádrž o kyslík, je přítok kyslíkaté vody do nádrže (Pokorný a kol., 2004).

Obsah kyslíku ve vodách se udává jednak v hmotnostních koncentracích - tedy v mg.l^{-1} a jednak v procentech nasycení vody kyslíkem vztažených k rovnovážné koncentraci kyslíku ve vodě za dané teploty a daného atmosférického tlaku (Horáková a kol, 1989). To znamená, že naměřená koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě se porovná s rovnovážnou koncentrací, která v daných podmínkách odpovídá rozpustnosti kyslíku, tedy stoprocentnímu nasycení. Pokud je naměřená koncentrace rozpuštěného kyslíku menší než odpovídá rovnovážné koncentraci, (100% nasycení vody kyslíkem), mluví se o tzv. kyslíkovém deficitu. O přesycení vody kyslíkem mluvíme tehdy, je-li zjištěná koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě větší než rovnovážná koncentrace (Valentová a kol., 2013). Maximální nasycení kyslíkem bývá většinou v pozdním odpolední, kdy dochází i k výraznému přesycení (Lellák, Kubíček, 1991; Hartman a kol., 2005). K takovému přesycení dochází především v eufotické vrstvě (Adámek a

kol., 2010). Naproti tomu koncentrace kyslíku klesá během noci, během dýchání rostlin i živočichů. Kyslíkový deficit nastává také při nadměrném rozvoji zooplanktonu (*Daphnia* a *Bosmina*). Zooplankton působí predací na producenty kyslíku (tím zdatelně klesá fotosyntetická činnost) a zároveň při tom spotřebovává kyslík (Svobodová a kol., 1987). Mimo dýchání živočichů a rostlin se kyslík spotřebovává také rozkladem organické hmoty bakteriemi. Dále obsah kyslíku ubývá průchodem bublin ostatních plynů. Na snižování obsahu kyslíku se podílí také např. přítok podzemních vod chudých na kyslík. Kyslíkový režim je nedílnou součástí hodnocení kvality vody a platí, že nádrže s velkým organickým znečištěním mají nižší koncentrace rozpuštěného kyslíku. Organismy získávají kyslík difúzí přes buněčné membrány. Jednobuněčné organismy jsou tedy přímo závislé na obsahu kyslíku ve svém okolí. U mnohobuněčných existují dva systémy zajišťující přísun kyslíku k jednotlivým orgánům, a to sice speciálními chemickými nosiči (bílkoviny s obsahem železa nebo mědi), které zvyšují kapacitu tělních tekutin pro přenos kyslíku. A druhým systémem je morfologická a anatomická struktura tracheálního systému a orgány s velkým povrchem, který umožňuje výměnu plynů mezi orgánem, respektive organismem a prostředím (Lellák a Kubíček, 1991).

Nařízením vlády č. 229/2007 Sb. je dán imisní standard, který ukládá minimální koncentraci rozpuštěného kyslíku v rámci obecných požadavků více jak 6 mg.l^{-1} (Valentová a kol., 2012).

2.2.4 pH

Molekula vody se skládá ze dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku. Nepatrná část molekul je vždy disociována na ionty H^+ a OH^- . Pokud je voda chemicky čistá, jsou tyto ionty v rovnováze a pH se rovná 7. Reakce pH je záporným dekadickým logaritmem látkové koncentrace H^+ iontů obsažených ve vodě. Celkový rozsah stupnice pH je 0-14. U povrchových vod bývá běžně pH v rozmezí 6,5-8,3. V rybnících a v přírodních vodách obecně jsou hodnoty pH určovány uhličitánovým systémem (CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-}), který je nejdůležitějším protolytickým systémem těchto vod. Tento systém významně ovlivňuje složení a vlastnosti vod (kromě hodnoty pH i neutralizační a tlumivou kapacitu, agresivitu, inkrustační účinky), (Pitter, 2009). Hodnota pH významně ovlivňuje chemické a biochemické procesy a dále pak formy výskytu řady látek, u mnohých to znamená rozpustnost a toxicitu. U parametrů vody jako je

koncentrace amoniaku, železa, hliníku a kyanidů je pH natolik důležité, že bez znalosti hodnot pH v dané lokalitě se vůbec nedá odhadovat míra nebezpečí pro ryby a vodní organismy, které vodním organismům hrozí (Hejný a kol., 2000; Pitter, 1999; Svobodová a kol., 1992; Svobodová a kol., 2008).

Schopnost vody tlumit změny hodnot pH se vyjadřuje parametrem neutralizační kapacita vody (schopnost vody vázat určité látkové množství kyseliny - kyselinová neutralizační kapacita, dále jen KNK) nebo zásady (zásadová neutralizační kapacita, dále jen ZNK) do zvolené hodnoty pH (Horáková a kol., 1989; Ntengwe a Edém, 2008). Při stanovení KNK určujeme množství silné jednosytné kyseliny, které spotřebuje 1 l vody k dosažení určitého pH (Valentová a kol., 2009). U přírodních vod je tlumivá kapacita dána uhličitánovým systémem a KNK a ZNK se stanovuje titrací do dvou bodů ekvivalence, a to sice do pH 4,5 a pH 8,3 (dále jen KNK_{4,5} a ZNK_{8,3}), (Pitter, 1999).

Hodnotu pH vody a její neutralizační a tlumivou kapacitu mohou výrazně ovlivnit některé chemické a biologické pochody, které v ní probíhají. Toto ovlivňování pH se děje buď přímo spotřebou, nebo uvolňováním iontů H⁺, resp. OH⁻, nebo nepřímo uvolňováním, nebo spotřebou volného oxidu uhličitého. Procesy, které snižují pH a hodnotu KNK_{4,5} jsou například methanogeneze (anaerobní biologický rozklad), respirace, chlorace vody, nitrifikace, oxidace železa a manganu a mnohé další procesy. Procesy, které zvyšují pH a hodnotu KNK_{4,5}, jsou například fotosyntéza, denitrifikace, redukce železa a manganu, zvětrávání hlinítokřemičitanů a mnohé další procesy (Pitter, 1999). Tyto skutečnosti potvrzuje Hartman a kol. (1998) a dodává, že ke kolísání pH dochází, není-li zachován poměr mezi obsahem CO₂ a hydrogenuhličitany. Například vlivem fotosyntetické asimilace se posouvají hodnoty pH nad 8, toto může vést až k úplnému odčerpání volného CO₂ a další fotosyntetická asimilace spotřebovává hydrogenuhličitánové ionty a tím se zvedá pH až na 10 i 11 (Hartman a kol., 1998). Optimální hodnoty KNK jsou 2-3 mmol.l⁻¹ hodnoty, které se v rybnících tolerují, se pohybují v rozmezí 0,2 mmol.l⁻¹ až 8 mmol.l⁻¹ (Füllner a kol., 2000).

Nařízení vlády č. 229/2007 určuje imisní standard hodnoty pH v rámci obecných požadavků 6-8 (Valentová a kol., 2012).

2.2.5 Teplota

Teplota vody je jedním z významných ukazatelů jakosti a vlastností vody. Významně ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu i v poměrně úzkém teplotním rozmezí přírodních a užitkových vod, a to od 0 °C asi do 30 °C. Většina biochemických procesů probíhá při teplotě blížících se k nule jen velmi zvolna, nebo vůbec neprobíhá. Údaj teploty vody je nezbytný při výpočtech chemických rovnováh ve vodách (např. při posuzování agresivity vody, rozpustnosti tuhých látek a plynů), při stanovení BSK₅ aj. Teplota např. významně zvyšuje podíl toxického nedisociovaného amoniaku z celkového amoniaku (v rozmezí teplot 5-25 °C se hodnota zvyšuje několikanásobně). Dále má teplota povrchových vod veliký význam, protože ovlivňuje rozpustnost kyslíku, rychlost biochemických pochodů, a tím i proces samočištění. Například poločas rozpadu močoviny v povrchové vodě může v teplotním rozmezí 5-20 °C vzrůst až několikanásobně. Někdy se také ve spojitosti s povrchovými vodami a teplotou hovoří o tepelném znečištění vod. Při povoleném vypouštění odpadních vod do vod povrchových nesmí být v povrchové vodě překročena teplota 25 °C a vzrůst teploty vody v toku na konci mísící zóny nesmí být vyšší než 3 °C, tyto dva imisní standardy jsou dány nařízením vlády č. 229/2007 Sb. V hlubších jezerech a nádržích dochází v létě a v zimě k výrazné teplotní stratifikaci. Uplatňuje se závislost hustoty vody na teplotě a její anomální chování (maximální hustota při 4 °C). V létě teplota povrchové vody stoupá a v hlubších vrstvách se hromadí chladnější voda s větší hustotou. Svrchní vrstva vody (epilimnion) je od spodní vrstvy (hypolimnion) oddělena tzv. skočnou vrstvou (metalimnion, termoklina), která brání cirkulaci vody v celém objemu. Proto pod touto vodou zůstává teplota přibližně stejná, jedná se o období letní stagnace. V zimě, v období zimní stagnace, dochází k inverznímu rozdělení teploty a ve svrchní vrstvě se hromadí voda o teplotě pod 4 °C. Na jaře a na podzim dochází vlivem teplotních změn a větru k proudění, a tím k promíchávání vrstev, teplota vody se v nádržích vyrovnává - hovoří se o jarní a podzimní cirkulaci (Pitter, 2009).

2.2.6 Nerozpuštěné látky

Nerozpuštěné látky jsou veškeré tuhé látky, které lze odstranit filtrací, nebo odstředěním za určitých podmínek. Pro stanovení koncentrace nerozpuštěných látek se používá gravimetrická metoda, patřící mezi tzv. skupinové stanovení. Imisní standard podle nařízení vlády č. 229/2007 Sb. pro nerozpuštěné látky je 30mg.l^{-1} (Valentová a kol., 2013).

2.2.7 Organické látky

Organické látky, které se ve vodě vyskytují, mohou být přirozeného nebo antropogenního původu. Rozdělují se na živé a neživé. Živé organické látky jsou celá společenstva od těch nejjednodušších forem života až po ty nejsložitější. K neživým organickým látkám patří hlavně výluhy z půd a sedimentů, výluhy z tlející organické hmoty a produkty, které svými životními činnostmi produkují organismy. Většinou se jedná o látky biogenního původu. Obzvláště mikroby a řasy produkují svou činností celou řadu nízko i vysokomolekulárních látek na bázi sacharidů, peptidů, polyfenolů, aj. Některé látky vznikající činností sinic jsou toxické (Hartman a kol., 1998; Pitter, 1999) Podle Lelláka a Kubíčka (1991) je ve vodě tolik rozpuštěných organických látek, že obvykle několikanásobně převyšují sumu organické hmoty vázané v biomase planktonu. Do vody se dostávají také látky, které souvisejí s lidskou činností. Jsou to především látky obsažené v odpadních vodách splaškových, průmyslových a odpady ze zemědělství a v neposlední řadě splachy ze zemědělsky obdělávaných půd (Pitter, 2009). Organické látky se z hlediska hygienického a vodohospodářského dělí na látky, které lze biologicky odbourat a na látky, které jsou biochemicky resistantní. Některé organické látky mohou nepříznivě ovlivňovat sensorické vlastnosti vod, některé zase působit toxicky na vodní organismy, jiné jsou zase neškodlivé. Organických látek se ve vodě vyskytuje opravdu velké množství, a proto je separace a identifikace jednotlivých látek velice složitá. Proto je pozornost kladena pouze na látky, které jsou prokazatelně škodlivé a působí karcinogenně, mutagenně, teratogenně (benzen, toluen, pesticidy atd.), dále pak na látky, které jsou biologicky těžko odbouratelné a proto setrvávají ve vodním prostředí velmi dlouhou dobu a kumulují se (Pitter, 1999). Jejich součástí jsou také roztoky genetického materiálu společně s různými sloučeninami dusíku a fosforu

(Goldman a Horne, 1983). Další zajímavou složkou organických látek ve vodách jsou látky, které produkují organismy v nich žijící, jež slouží jako přenašeči komunikace. Takovéto látky ovlivňují například rozmnožování (Lellák a Kubíček, 1991).

Metody stanovení organických látek jsou velmi časově a finančně náročné. Proto vznikly metody, které charakterizují celkové organické znečištění. V praxi jsou používány metody nepřímé, které jsou založeny na chemické, nebo biochemické oxidaci organických látek, potažmo na spotřebě kyslíku. Základními metodami jsou stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK) a stanovení biochemické spotřeby kyslíku (BSK) a stanovení celkového organického uhlíku (TOC), (Pitter, 2009). Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. určuje imisní standard pro celkový organický uhlík v rámci obecných požadavků 13 mg.l^{-1} (Valentová a kol., 2012).

2.2.7.1 Chemická spotřeba kyslíku

Touto metodou stanovujeme obsah organických látek pomocí spotřeby oxidačního činidla, které bylo za určitých podmínek spotřebováno na jejich oxidaci. Výsledky jsou udávány v miligramech kyslíku, odpovídajících spotřebě oxidačního činidla na 1 litr vody. Jako oxidační činidlo se využívá manganistan draselný (CHSK_{Mn}) nebo dichroman draselný (CHSK_{Cr}). Metoda s dichromanem draselným je účinnější než s manganistanem draselným, a proto hodnoty CHSK_{Cr} bývají u všech vod vyšší než hodnoty CHSK_{Mn} . U pitných a málo zatížených povrchových vod se používá jako oxidační činidlo manganistan draselný, neboť je tato metoda jednodušší a časově méně náročná. Nevýhodou metody CHSK_{Cr} při hodnocení pitných a neznečištěných přírodních vod je rovněž špatná reprodukovatelnost. Proto se pro tyto vody stále používá metoda CHSK_{Mn} . Stanovení CHSK_{Cr} se používá při hodnocení všech typů vod a hlavně hodnocení při kontrole odpadních vod (Pitter, 1999; Horáková a kol., 1989).

2.2.7.2 Biochemická spotřeba kyslíku

Organotrofní bakterie využívají organické látky podle jejich složení jako zdroj energie. Tohoto jevu se využívá při biologickém čištění odpadních vod, ale tento děj probíhá naprosto běžně i při samočištění vody. Některé organické látky jsou postupně biochemicky oxidovány až na CO_2 a H_2O (Pitter, 1999). Biochemická spotřeba kyslíku je definována jako množství kyslíku, jež je spotřebováno disimilací mikroorganismů při biochemických procesech k rozkladu ve vodě obsažených organických látek v aerobních podmínkách v časovém úseku 5 dnů (BSK_5). Inkubace vzorku probíhá bez přístupu světla, aby byla eliminována činnost fotosyntetizujících organismů. Z toho vyplývá, že množství kyslíku, které se spotřebuje, je úměrné obsahu biologicky rozložitelných organických látek obsažených ve vodě. Do stanovení může zasahovat i oxidace anorganických látek, ale vliv těchto látek se obvykle eliminuje (Pitter, 1999). BSK na rozdíl od CHSK zahrnuje pouze látky biologicky rozložitelné.

Legislativní imisní standard je podle nařízení vlády č.229/2007 Sb. pro CHSK_{cr} 35 mg.l^{-1} a pro BSK_5 6 mg.l^{-1} (Valentová a kol., 2012).

2.2.7.3 Celkový organický uhlík

TOC je obsah celkové organické hmoty ať už rozpuštěné, nebo nerozpuštěné. Je zařazen mezi skupinové ukazatele, ale postihuje větší množství látek než CHSK , protože se jedná o úplnou oxidaci až na CO_2 (Pitter, 2009).

2.3 Rozdělení rybníků a jejich funkce

2.3.1 Rozdělení rybníků podle typu napájení

Pokud na rozdělení rybníků nahlížíme z hlediska napájení, tak rozlišujeme rybníky zásobované vodou povrchovou, podpovrchovou a vodou odpadní. Existují také takzvané nebeské rybníky, které jsou zásobované pouze vodou dešťovou a sněhovou z malého povodí, která do nich stéká bezprostředně (Šálek a kol. 1989). U nebeských rybníků dochází k výměně vody jedenkrát za dva roky, nebo i dvakrát za jeden rok (Hartman a Regenda 2014). Takovéto rybníky mají objem vody během roku značně

rozdílný, protože jejich přítok má nárazovou povahu a rybníky nebývají během roku zcela naplněny. Obsah nádržného prostoru se volí takový, aby byl s 50% jistotou naplněn, tj. průměrně jednou za dva roky. Daleko vyrovnanější režim vody mají rybníky, které jsou napájeny stálým vodním tokem. Takovéto rybníky mohou vytvářet i rybníční soustavy a plní funkci akumulaci i retenční (Šálek a kol. 1989). Podle způsobu přivádění vody rozdělujeme rybníky na průtočné a neprůtočné (Hartman a Regenda 2014). Průtočné rybníky jsou typické tím, že celý vodní zdroj protéká konkrétním vodním dílem (rybníkem). Mezi výhody patří to, že k jejich vybudování stačí poměrně krátká čelní hráz, naopak jejich nevýhodou je, že musejí být vybaveny bezpečnostním přelivem dimenzovaným na Q_{100} (Šálek a kol. 1989). Podle Hartmana a Regendy (2014) dochází u průtočných rybníků k výměně vody za 1-4 týdny. Do takovýchto nádrží vtéká veškerá voda napájecího toku. Svým akumulacním potenciálem mohou zlepšovat průtoky pod hrázovým profilem. V průtočných nádržích se mění jakost vody v důsledku sedimentace, mechanického i biologického znečištění (Šálek a kol. 1989).

Neprůtočné nádrže jsou typické regulovatelností přítoku do nádrže (Šálek a kol. 1989). Podle Hartmana a Regendy (2014) jsou neprůtočné nádrže charakteristické tím, že se v nich voda vymění 2-3 krát za rok. Obvedeme-li vodní tok mimo prostor nádrže, vznikají nádrže obtokové, obehnaním části území hrází vznikají nádrže břehové a boční, vyhloubením prostoru nádrže vznikají rybníky kopané (Šálek a kol. 1989). Hartman (2012) rozděluje rybníky podle úživnosti na oligotrofní, mezotrofní a eutrofní až hypertrofní, s tím úzce souvisí i intenzita hospodaření (intenzivní chov, polointenzivní a extenzivní).

2.3.2 Rozdělení rybníků podle hospodářského významu pro chov kapra

V odchovu kapra se využívá několik druhů rybníků. Tyto rybníky se liší jednak svou stavbou, morfologií a jednak svým postavením ve výrobním cyklu kapra (Dubský, 1998). Podle Dubského (1998) jsou využívány pro výrobu tržního kapra od plůdku tři typy rybníků. A to plůdkové výtažníky, výtažníky a hlavní rybníky. Větší firmy zabývající se chovem kapra obvykle mají další typy nádrží. Plůdkové výtažníky jsou většinou přiměřeně úživné, spíše menší rozlohy a nejsou zprůtočeny (Hartman a Regenda, 2014). Hartman (2012) ještě uvádí, že mají hloubku hráze 1,5-2,5 m a

hloubka celého rybníku v průměru činí 1,2 m a rozloha se pohybuje od 0,25-10 a více ha. Dubský a kol. (1998) a Čítek a kol. (1998) dodávají, že je dobré, aby tyto rybníky měly obtokovou stoku, která zajistí dobrou manipulaci s vodou. Dále je nezbytné, aby přítok vody byl dostatečně zajištěn proti vniknutí dravých druhů ryb. Takovéto rybníky se využívají k odchovu K_1 . Dalším typem rybníků jsou výtažníky, které slouží k odchovu násady kapra K_2 . Hartman a Regenda (2014) ještě přidávají rozdělení na výtažníky I. řádu (neboli předvýtažníky) a výtažníky II. řádu (neboli plůdkové výtažníky), tyto dva typy se liší hloubkou, rozlohou a dalšími morfologickými aspekty. Dalším typem rybníků jsou podle Dubského (1998) hlavní rybníky o velikosti střední až velké, nevyžívají se pro odchov plůdku ani násady. Z hlediska trofie do této skupiny patří všechny kategorie, optimální hloubka 1 m, v oblasti loviště alespoň 2 m. Na těchto rybnících probíhá jednohorkové nebo dvouhorkové hospodaření. Podle Hartmana a Regedy (2014) představují hlavní rybníky u běžných hospodářství se zaměřením na chov tržních ryb 60-65 % výměry všech rybníků. Toto tvrzení potvrzuje i Dubský (1998). Dalšími typy rybníků jsou komorové rybníky, mateční rybníky, manipulační rybníky, speciální plůdkové komory, výtěrové dubraviovy soustavy rybníků a sádky (Dubský, 1998).

2.4 Vliv intenzity hospodaření na kvalitu vody

2.4.1 Právní normy v oboru rybničního hospodaření

V poválečném období (až do roku 1973) platil vodní zákon, který údajně vycházel z právního systému rakouskouherské monarchie. Vodní zákon nikterak neomezoval rybniční chov ryb, tím je myšleno hnojení, vápnění, příkrmování apod. (Hartman, 2011). Díky tomu, že se v období 50. let 20. století produkce rybníků v našich zemích zvýšila téměř sedmkrát a bylo zřejmé, že intenzifikace rybářské výroby nezůstává pro vodní prostředí bez následků. Hnojiva a krmiva, která byla aplikována do rybníků, byla označena za nebezpečné látky a jiné chemické látky za velmi nebezpečné látky. Toto označení bylo uvedeno v zákoně č.138/1973 Sb. (Dubský a kol., 1998). Hartman (2011) dále uvádí, že od samého začátku doby platnosti tohoto zákona a dále pak i současného zákona č.254/2001 Sb. musí být pro chov ryb a používání nebezpečných a zvláště nebezpečných látek udělena vodohospodářským úřadem výjimka. Vodoprávní úřady dále ukládají na rybnících hospodařícím subjektům sledovat kvalitu vody v rybnících.

V dnešní době se stává trendem dodržování postupů a zásad správné chovatelské praxe, která směřuje k trvale udržitelným hodnotám rybníkářství (Přikryl a kol., 2008). Vodoprávní úřady, které udělují výjimky povolení využívání závadných látek z §39, odst. 1 zákona 254/2001 Sb., přihlížejí a opírají se o výsledky rozborů tak, aby byly dodržovány ukazatele přípustného znečištění povrchových vod podle nařízení vlády č. 82/1999 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Havrda, 2010).

Příslušnými vodoprávními úřady k povolování uvedených výjimek se staly k 1. 1. 2013 krajské úřady, kterých je v současné době v ČR 14. I přes existující metodický pokyn pro posuzování žádostí o výjimku, dochází v rámci působnosti jednotlivých krajských úřadů k lokálním rozdílům (Havrda, 2010).

Jak se jeví z pohledu současné legislativy, získat udělení výjimky pro aplikaci hnojiv do rybníčního prostředí je čím dál více obtížné (Havrda, 2010). Důkazem zpřísňujících se požadavků na kvalitu vody je přehled parametrů daných nařízením vlády ČSR č. 25/1975 Sb. a nařízením vlády č. 229/2007 Sb. Srovnání je uvedeno v tabulce č. 1.

V tabulce č. 2 jsou souhrnně uvedeny počty udělených výjimek na území Jihočeského kraje za období let 2004-2008. Z těchto uvedených hodnot vyplývá, že počet udělených výjimek se v průběhu let 2004-2008 více než zdvojnásobil.

Tab. 1. vybrané ukazatele nařízení vlády ČSR č. 25/1975 Sb. pro vodárenské a ostatní toky a imisní standardy dané v současné době platným nařízením vlády č. 229/2007 Sb.

Ukazatel	Jednotka	Přípustný stupeň znečištění povrchových vod (Nařízení vlády ČSR č. 25/1975 Sb.)		Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod (Nařízení vlády č. 229/2007 Sb.)		
		vodárenské toky	ostatní toky	lososové vody	kaprové vody	Obecné požadavky
pH		6,0-8,5	5,0-9,0			6-8
Rozpuštěný kyslík	Nasycení (%)	min. 70	min. 50			> 6 mg.l ⁻¹
BSK ₅	mg.l ⁻¹ O ₂	max. 4	max. 8	2		6
CHSK _{Mn}	mg.l ⁻¹ O ₂	max. 8	max. 20			
CHSK _{Cr}	mg.l ⁻¹					35
Celkový fosfor	mg.l ⁻¹			0,07		0,20
Nerозpuštěné látky	mg.l ⁻¹					30
Amoniak a amonné ionty	mg.l ⁻¹	max. 0,5	max. 3			
Amoniakální dusík	mg.l ⁻¹			0,03	0,16	0,5

Zdroj: (Valentová a kol., 2012)

Tab. 2. Počty udělených výjimek na území Jihočeského kraje za období let 2004-2008

Rok	Povolené výjimky	Plochy rybníků
2004	201	3 130 ha
2005	260	4 020 ha
2006	193	3 040 ha
2007	577	7 150 ha
2008	512	5 050 ha

Zdroj: (Havrda, 2010)

2.5 Sledování vlivu rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících

Rybáři musí v současné době řešit kromě tradičních problémů spojených s technologií chovu ryb, zdravotní problematikou a marketingem, ještě problémy ekologické, neboť se stále zpřísňují požadavky na kvalitu vody jak v rybnících, tak na kvalitu vody z rybníků vytékající. V souvislosti s kvalitou vody jsou na rybáře často kladeny požadavky, které je velmi obtížné splnit. Kvalita vody v rybnících je totiž často ovlivňována výrazněji tzv. „historií rybníku“ než stávajícím způsobem hospodaření (Máchová a kol., 2010).

Na tomto místě je třeba vzít v úvahu, že vysoká intenzifikace zemědělské výroby, realizovaná zejména v minulosti, zasáhla i rybářství. V zájmu zvyšování produkce ryb byly rybníky (a některé rybníky dodnes jsou) intenzivně hnojeny, ryby přikrmovány a navíc velmi často sloužily (a mnohdy ještě dosud slouží) jako deponie odpadních vod nebo biologicky vyčištěných odpadních vod. Jedná se zejména o odpadní vody komunální, odpadní vody z potravinářského průmyslu a rovněž o odpadní vody ze zemědělské výroby. Do vodního prostředí se tak dostává podstatně více živin, než může být efektivně transformováno v rybí produkci. Dalším zdrojem živin i organické hmoty jsou nešetrné zásahy prováděné v povodí rybníků (splachy živin a ornice), které se, bohužel, dějí i v dnešní době. Část takto přiváděných živin se průběžně nebo při výloveh dostává do recipientů, část živin se deponuje v sedimentech a přináší další problémy v podobě zvyšování trofické i saprobní úrovně vodního prostředí v rybnících i v níže ležícím povodí. V důsledku výše uvedeného má v současné době cca 80 % rybníční plochy v ČR hypertrofní charakter a je zřejmé, že způsob hospodaření na rybnících v minulém období může zásadním způsobem ovlivňovat současnou i budoucí kvalitu vody. To je velmi zásadní moment, zvláště v dnešní době, kdy je kvalita vody legislativně nadřazena požadavkům rybářské praxe (Máchová a kol., 2010).

3 Materiály a metodika

Pro vypracování předložené bakalářské práce jsem využil data z dostupných pramenů uvedených v seznamu použité literatury a nepublikovaná data, která pocházejí z databáze VÚRH Vodňany (archivované protokoly z vyšetření kvality vody vybraných rybníků).

Prvním zdrojem byla závěrečná zpráva o řešení státního úkolu C 11-329-111, která zahrnuje výsledky získané v 80. letech minulého století v tehdejším Výzkumném ústavu rybářském a hydrobiologickém ve Vodňanech (Janeček, 1984), dále zpráva pro Rybářské sdružení České republiky (Máchová a Valentová, 2004), která čerpala data z databáze VÚRH Vodňany (protokoly Centrální laboratoře VÚRH Vodňany z let 1999-2004), zpráva o výsledcích řešení projektu zaměřeného na kvalitu vody v rybnících žďárského regionu z let 1996 až 1997 (Spurný a kol., 1998) a data získaná v rámci řešení projektu NAZV QH-82113 „Šetrné a efektivní hospodaření na rybnících s maximálním využitím stávajícího trofického potenciálu a udržení dobré kvality vody i rybí produkce“ v letech 2008-2012 na pokusnictví VÚRH Vodňany (Máchová a kol., 2010; Valentová a kol., 2012 a nepublikovaná data). Zde se jednalo o ucelený soubor dat získaných v poloprovozních podmínkách, kde bylo možno pracovat vždy v několikanásobném opakování a za velmi dobře srovnatelných a dokumentovaných podmínek (velikost rybníků, zdroj vody, způsob hospodaření).

Získaná data jsem zpracoval v programech Microsoft Word a Microsoft Excel včetně využití jednoduchých statistických metod.

4 Výsledky a diskuze

4.1 Poznatky z řešení státního úkolu C 11-329-111

V letech 1983-1984 bylo prováděno sledování vlivu intenzifikace rybnářství na kvalitu vod v rybníčních nádržích. V každém roce bylo vybráno 12 trojic rybníků s různou intenzitou chovu v rozmezí kategorií I, II. 1 a II. 2. Dále byly sledovány přítoky. Celkem bylo pořízeno 286 vzorků z rybníků a 45 vzorků z přítoků. Podle tehdy platné vyhlášky 6/1977 Sb. byly rybníky rozděleny do následujících kategorií (Janeček a kol., 1985):

Kategorie I byly rybníky s extenzivním hospodařením bez krmení a hnojení, pro které nebylo zapotřebí udělení výjimky z ustanovení zákona o vodách. **Kategorie II** byly rybníky, u kterých bylo k umožnění rybnářského hospodaření nutno požadovat výjimku z ustanovení zákona o vodách s podmínkou, že nebudou překročeny ukazatele přípustného stupně znečištění vod. Tato kategorie se dále dělí na dvě skupiny (II. 1 a II. 2), které se liší úrovní přípustných dávek aplikovaných látek. **Kategorie III** byly rybníky s průmyslovým chovem ryb s předpokladem jejich vyjmutí z práva obecného užívání vod (Janeček a kol., 1985).

Autor Závěrečné syntetické zprávy o řešení úkolu C11-329-11-02-03 (Janeček, 1984) v celkovém hodnocení výsledků získaných v průběhu řešení uvedeného úkolu uvádí, že:

1) Index saprobity, který byl hodnocen podle fytoplanktonu, byl vcelku příznivý a nedošlo ani k překročení ukazatelů pro vodárenské toky.

2) Pachové závady rybníční vody nebyly zjišťovány, a to ani bezprostředně po aplikaci vepřové kejdy.

3) Pravidelně a vcelku nezávisle na intenzitě hospodaření byly zjišťovány barevné změny i ve vrstvě do 10 cm (výsledek vegetačního zákalu nebo víření sedimentů rybí obsádkou).

4) Nebyly zjištěny případy porušení samočisticí schopnosti vody (tento stav by nebyl slučitelný s výrobou ryb).

5) V jednom případě došlo k situaci, kterou lze označit jako nadměrný rozvoj nežádoucích organismů (vodní květ na rybníku Spolský, který spadá do kategorie II. 1-11. 9. 1984).

6) Obsah rozpuštěného kyslíku byl v naprosté většině případů příznivý, přičemž pokles pod 50 % byl zjištěn pouze u 6 % vzorků z rybníků a u 13 % vzorků z přítoků.

7) Hodnoty BSK₅ byly překročeny u 24 % vzorků z rybníků a 13 % vzorků z přítoků (vztaženo k tehdy platné přípustné maximální hodnotě 8 mg.l⁻¹). V souvislosti s běžně se vyskytujícími hodnotami BSK₅ v rybníční vodě autor zprávy doporučuje, aby tehdy přípustná hodnota BSK₅ - 8 mg.l⁻¹ byla pro rybníční vody zvýšena na hodnotu 16 mg.l⁻¹ a to z toho důvodu, že ve stojaté vodě při nezměněné kvalitě bývá hodnota BSK₅ přibližně 2x vyšší než ve vodě tekoucí. Tento autor dále podotýká, že hodnota 16 mg.l⁻¹ by byla překročena pouze ve 2 % případů.

Podle mého názoru má tento návrh racionální základ, avšak při změně legislativních nařízení byla hodnota BSK₅ snížena na 6 mg.l⁻¹, která, jak vyplývá i z dalších sledování, je velmi často překračována **bez ohledu na intenzitu rybářského hospodaření**.

8) Přípustná hodnota CHSK_{Mn}, (20 mg.l⁻¹) byla rovněž překračována poměrně pravidelně (překročení zjištěno v 30 % případů). Autor (Janeček, 1984) navrhuje dvojnásobné zvýšení přípustné hodnoty (na 40 mg.l⁻¹). Ale na druhé straně i sám připouští, že tak vysoká hodnota CHSK_{Mn} by byla nepříznivá i pro samotný chov ryb. Proto navrhuje úpravy prostředí pomocí chemických preparátů (dále není specifikováno) a zpřísnit podmínky pro povolení dalšího hnojení. Řešení kvality vody v rybnících pomocí chemických preparátů je však z dnešního pohledu zcela překonané,

neboť aplikace chemických látek do vodního prostředí je v dnešní době problematická a vázaná na velmi specifické podmínky. Rovněž je třeba získat od vodoprávního úřadu výjimku k využívání závadných látek. Naproti tomu požadavek pro zpřísnění podmínek pro povolení dalšího hnojení je zcela na místě.

Z pohledu legislativy je dnes parametr $CHSK_{Mn}$ nahrazen parametrem $CHSK_{Cr}$ ve výši 35 mg.l^{-1} . Vzhledem k tomu, že stanovení $CHSK_{Cr}$ poskytuje díky větší razanci použitého oxidačního činidla vyšší hodnoty, jedná se opět o výrazné zpřísnění legislativních požadavků. Pitter (2009) uvádí pro vody údolních nádrží a rybníků průměrnou hodnotu poměru $CHSK_{Cr}/CHSK_{Mn}$ 2,8, což jednoznačně potvrzuje zpřísnění tohoto kritéria.

9) Koncentrace amoniaku byla nižší u vzorků z rybníků oproti vzorkům z přítoků. Z toho vyplývá, že rybníky hrají pozitivní úlohu při eliminaci amoniakálního dusíku z vody. Jak vyplývá dále ze zprávy, tehdy platný limit pro ostatní toky ($3 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NH}_4^+$), nebyl překročen v žádném z analyzovaných vzorků. Ale z hlediska současné legislativy je velmi pravděpodobné, že řada vzorků by imisnímu standardu pro kaprové vody $0,16 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N-NH}_4^+$ (koncentrace amoniakálního dusíku), což odpovídá $0,2 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NH}_4^+$ (koncentrace amoniaku) nevyhovovala. Takže i v případě amoniaku došlo ke zpřísnění legislativních požadavků a také v tomto případě patří v rybníční vodě amoniak k problematickým parametrům.

10) Hodnoty pH vzorků vody odebraných z rybníků bývají vyšší než hodnoty zjištěné v přítocích a hodnoty pH nad 9 byly zjištěny ve 13 % vzorků. Obecné požadavky na imisní limit hodnot pH jsou nyní v rozmezí 6-8. Takže i v tomto případě došlo ke zpřísnění legislativních požadavků a procento nevyhovujících hodnot by bylo při současných požadavcích určitě vyšší. Podobně, jak tomu bylo u předchozích parametrů, také hodnoty pH bývají v rybnících v jarním a letním období překračovány.

Jak ukázaly výsledky uvedené v této zprávě, dodržení přípustných hodnot BSK_5 a $CHSK_{Mn}$ bylo problematické, a to i v rybnících kategorie II. 1 i II. 2, to znamená i v rybnících, kde aplikace krmiv a hnojení byly prováděny na základě udělování výjimky. Při hodnocení kvality vody v návaznosti na dnešní legislativu by procento

nedodržených hodnot bylo samozřejmě ještě vyšší. Z dnešního pohledu je zajímavé, že ve zprávě nejsou uvedeny koncentrace celkového fosforu ve vodě, což může souviset s tím, že v té době nebylo úplně jednoduché tento parametr běžně sledovat.

4.2 Údaje z rybníků Školního rybářství Protivín a Městského rybářství Vodňany

Celá tato kapitola je zpracována na základě výsledků uložených v databázi VÚRH Vodňany a zprávy Máchové a Valentové (2004).

VÚRH JU Vodňany byl vyzván Rybářským sdružením České republiky o zpracování studie, která by se zabývala vybranými parametry kvality vody v rybnících a jejich přítocích. Tento požadavek vyplynul z příliš tvrdých požadavků na kvalitu vody v nádržích, které jsou určeny pro chov ryb. Ke zpracování uvedené studie byly vybrány protokoly o kvalitě vody v rybnících z let 1999-2004, které byly rybářsky využívány rozdílným způsobem a měly také rozdílnou historii (Máchová a Valentová, 2004).

4.2.1 Rybníky, které nebyly během sledovaného období hnojeny a ryby byly přikrmovány

Rybník Trampalovský

Rybník má rozlohu podle katastrální výměry 2,68 ha. Do rybníku bylo aplikováno během let 1999-2000 dohromady 16 q vápna a v roce 2001 5 q vápence. Ryby byly během pokusu přikrmovány pšenicí a směsmi KP1 a KP2 (Máchová a Valentová, 2004). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1999-2004 jsou uvedeny v tabulce č. 3

Tab. 3. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Trampalovský. Údaje jsou v mg.l⁻¹

Rok	1999		2000		2001		2002		2003		2004
Datum	7.4.	8.9.	28.3.	13.9.	5.4.	25.9.	26.3.	24.9.	1.4.	16.9.	27.3.
pH	7,0	7,1	6,8	6,8	6,0	7,6	6,6	7,3	6,5	6,7	-
BSK ₅	14,2	15,1	-	11,1	32,0	30,5	26,0	23,0	5,0	18,0	5,0
CHSK _{Mn}	17,1	36,7	16,2	24,0	88,2	42,9	49,6	36,8	9,6	43,2	14,1
N-NH ₄ ⁺	0,10	0,10	0,28	0,30	0,54	0,28	0,20	0,25	0,10	0,32	0,12
P _{celk.}	0,27	0,62	0,15	0,36	0,24	0,26	0,04	0,40	0,07	0,78	0,068
N-NO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54

Zdroj: Máchová a Valentová (2004).

Rybník Skopec

Rybník má rozlohu podle katastrální výměry 4,3 ha. Vápno bylo do rybníku aplikováno během roku 2002 a to sice 11,6 q a v roce 2003 10 q vápence. Ryby byly přikrmovány obilím a směsí KP1 a KP2 (Máchová a Valentová, 2004). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1999-2004 jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. 4. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Skopec. Údaje jsou v mg.l⁻¹

Rok	1999		2000		2001		2002	2003		2004
Datum	7.4	8.9	22.3	29.8	5.4	5.9	26.3	1.4	16.9	20.4
pH	9,2	7,3	6,1	6,8	7,6	6,8	6,0	8,6	6,9	-
BSK ₅	4,9	38,0	4,5	14,5	11,5	9,0	7,5	6,0	19,0	5,0
CHSK _{Mn}	16,4	64,5	19,1	26,8	22,5	23,1	15,4	11,5	42,4	14,3
N-NH ₄ ⁺	0,08	0,24	0,34	0,87	0,42	0,32	0,23	0,13	0,37	0,21
P _{celk.}	0,09	1,13	0,10	0,83	0,21	0,41	0,09	0,07	0,68	0,09
N-NO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80

Zdroj: Máchová, Valentová (2004).

Rybník Řežabinec

Tento rybník se nachází na území národní přírodní rezervace a má katastrální výměru 104,57 ha, s vodní plochou 80 ha. V tomto rybníce nebyl upravován hydrochemický režim žádnými hnojivy apod., ryby byly pouze přikrmovány obilím a směsmi KP1 a KP2 (Máchová a Valentová, 2004). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1999-2004 jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tab. 5. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Řežabinec. Údaje jsou v mg.l^{-1}

Rok	Datum		pH	BSK ₅	CHSK _{Mn}	N-NH ₄ ⁺	P _{celk.}	N-NO ₃ ⁻	CHSK _{Cr}
1999	20.4.	Přítok	7,5	5,2	13,4	0,10	0,30	-	-
		Rybník	7,1	3,0	17,1	1,50	0,73	-	-
	2.9.	Rybník	6,7	4,2	27,1	0,04	2,24	-	-
2000	28.4.	Přítok	8,1	13,8	28,6	0,32	0,48	-	-
		Rybník	7,7	10,1	17,5	1,02	0,86	-	-
	13.9.	Rybník	9,1	4,0	23,4	0,46	1,16	-	-
2001	26.4.	Přítok	7,5	3,0	20,5	0,65	0,30	-	-
		Rybník	7,7	1,9	18,8	1,12	0,32	-	-
	2.10.	Rybník	7,0	19,4	45,6	0,42	0,96	-	-
2002	10.4.	Přítok	7,7	4,1	11,7	1,22	0,17	-	-
		Rybník	10,2	19,0	23,0	0,22	0,40	-	-
	2.10.	Rybník	8,4	8,0	25,7	0,10	0,44	-	-
2003	13.5.	Rybník	8,2	8,0	18,6	0,36	0,69	-	-
	30.9.	Rybník	7,5	20,0	53,1	0,34	0,65	-	-
2004	20.7.	Přítok	-	9,0	21,8	0,26	0,40	0,18	50,8
		Rybník	-	6,2	22,1	0,18	0,24	0,14	50,8

Zdroj: Máchová a Valentová (2004).

Máchová a Valentová (2004) zde uvádějí, že v letních měsících dochází mnohdy v těchto rybnících k výraznému zvýšení koncentrace celkového fosforu a narůstají také ukazatele saprobity, jako jsou BSK₅ a CHSK_{Mn}. Tato situace se zde opakuje i přesto, že se zde již po několik let neaplikují hnojiva. To svědčí o velkém trofickém potenciálu dna těchto rybníků, jehož základem byl způsob hospodaření v předchozím období (intenzivní hnojení rybníků za účelem zvýšení produkce ryb, splachy z povodí apod.). Zvlášť výrazné změny jsou patrné u rybníků, kde byly k hnojení používány drůbeží

exkrementy, nebo, kde bylo provozováno kaprokachní hospodaření. Tento stav přetrvává i dlouhou řadu let, po která nejsou do takového rybníku aplikována žádná hnojiva (jako příklad je zde uveden rybník Řežabinec, kam byly aplikovány v 80. letech minulého století odpady z Vajaxu).

4.2.2 Rybníky s polointenzivním způsobem hospodaření

Rybník Podroužek

Katastrální výměra tohoto rybníku činí 29,85 ha. Každý rok se do tohoto rybníku aplikuje chlévská mrva a to v rozmezí 200-600 q za rok. Ryby jsou zde přikrmovány obilím a směsí KP1 a KP2. Tento rybník měl v minulosti statut rekreačního rybníku a dodnes je využíván jako rekreační. Z toho důvodu zde bylo v minulosti zredukováno hnojení a díky tomu jeho dno nemá tak vysoký trofický potenciál. V důsledku toho zde ani v letních měsících nedochází k tak výraznému zvyšování koncentrace celkového fosforu, jako je tomu např. u rybníku Řežabinec (Máchová a Valentová, 2004). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1999-2004 jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tab. 6. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Podroužek. Údaje jsou v mg.l⁻¹

Rok	1999		2000		2001		2002		2003		2004
Datum	28.4.	6.9.	28.4.	19.9.	9.5.	18.9.	24.4.	17.9.	8.4.	23.9.	20.4.
pH	10	7,7	9,0	7,6	8,9	8,2	9,4	6,3	8,6	7,0	-
BSK ₅	10,8	10,4	13,9	14,8	4,9	7,5	12,0	29,0	6,0	15,0	6,0
CHSK _{Mn}	15,7	21,2	16,2	22,7	17,2	18,0	15,6	59,8	9,7	18,6	13,9
N-NH ₄ ⁺	0,06	0,08	0,16	0,22	0,08	0,24	0,08	1,20	0,08	0,26	0,11
P _{celk.}	0,21	0,25	0,36	0,33	0,12	0,24	0,19	0,24	0,13	0,26	0,16
N-NO ₃ ⁻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,28

Zdroj: Máchová a Valentová (2004).

Rybník Schwarzenberg:

Tento rybník má katastrální rozlohu 6,71 ha. Každý rok je do tohoto rybníku přidávána chlévská mrva v množství 70-230 q. Na úpravu hydrochemických poměrů se přidává vápno či vápenec v množství 20 q. Na tomto rybníku byl provozován kaprokachní systém hospodaření. Ryby byly příkrmovány obilím a směsmi KP1 a KP2 (Máchová a Valentová, 2004). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1999-2003 jsou uvedeny v tabulce č. 7.

Tab. 7. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Schwarzenberg. Údaje jsou v mg.l⁻¹

Rok	1999		2000		2001		2002	2003
Datum	7.4	29.9	22.3	13.9	5.4	5.9	3.4	1.4
pH	9,5	7,0	9,7	6,8	9,1	7,1	9,6	8,6
BSK ₅	1,2	16,5	11,5	11,1	7	21,5	8,0	10,8
CHSK _{Mn}	17,1	23,7	22,2	35,6	18,9	45,5	12,7	14,7
N-NH ₄ ⁺	0,04	0,36	0,48	0,74	0,30	0,73	0,05	0,09
P _{celk.}	0,17	3,45	0,14	0,69	0,15	0,77	0,10	0,19

Zdroj: Máchová a Valentová (2004).

4.2.3 Rybníky víceúčelové a stabilizační

Rybník Hlavatecký:

Katastrální výměra tohoto rybníku činí 20,3 ha. V letech 2000 a 2001 zde byla aplikována chlěvská mrva v celkovém množství 200 q, resp. 250 q, v dalších letech již nebylo přihnojování používáno. Pro úpravu hydrochemických poměrů se zde používalo chlorové vápno, v roce 1999 byly použity 2 q a v roce 2000 3 q. V letech 2001 a 2002 po 50 q chlorového vápna. Ryby byly přikrmovány obilím a směsmi KP1 a KP2 (Máchová a Valentová, 2004). Fyzikálně - chemické parametry z období let 2002- 2003 jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tab. 8. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Hlavatecký. Údaje jsou v mg.l^{-1}

Rok	2002	2003	
Datum	20.3.	8.4.	23.9
pH	9,2	7,5	8,1
BSK ₅	7,0	13,0	27,0
CHSK _{Mn}	13,4	15,7	36,0
N-NH ₄ ⁺	0,12	0,21	1,02
P _{celk.}	0,130	0,251	0,611

Zdroj: Máchová a Valentová (2004).

Rybník Dřemliny:

Tento rybník se nachází v katastrálním území města Vodňany a má výměru 74,67 ha se zatopenou plochou 55 ha. Do tohoto rybníku dříve ústily odpadní vody z Drůbežářských závodů Vodňany a komunální odpadní vody z části města Vodňany, a proto patřil tento rybník k extrémně zatěžovaným rybníkům, ať už z hlediska dotace fosforu, amoniaku nebo organických látek. V roce 1998 zde byla dána do provozu čistírna odpadních vod. Po jejich vyčištění jsou vody odváděny do biologického rybníku Čažarka a poté do Dřemlin. Díky tomu a také díky vhodně volené obsádce ryb a adekvátnímu přikrmování odpovídá kvalita vody v tomto rybníku z hlediska saprobních

ukazatelů kvality vody v běžných polointenzivních rybnících. (Máchová a Valentová, 2004). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1984-2004 jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tab. 9. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Dřemliny. Údaje jsou v mg.l^{-1}

Rok	Datum	Místo	pH	BSK ₅	CHSK _{Mn}	N-NH ₄ ⁺	P _{celk.}	N-NO ₃ ⁻
1984	2.5.	Rybník	8,6	-	25,3	1,5	-	-
1995	15.3.	Přítok	8,8	40	34,9	2,4	5,51	12
		Rybník	9,5	52	41,2	0,17	1,44	0,93
2000	21.7.	Rybník	-	-	23,4	-	0,65	-
2001	4.6.	Rybník	-	-	18,6	-	1,93	-
	30.7.	Přítok	-	-	11,8	-	5,08	-
		Rybník	-	-	21,6	-	2,64	-
2003	12.6.	Přítok	7,4	-	19,5	-	8,15	-
		Rybník	7,8	-	21,6	-	2,64	-
	31.7.	Přítok	-	-	17,9	-	2,81	-
		Rybník	-	-	19,7	-	1,08	-
2004	15.6.	Přítok	-	-	11,5	-	3,66	-
		Rybník	-	-	18,3	-	0,65	-
	27.7.	Přítok	-	-	11,5	-	5,70	-
		Rybník	-	-	18,3	-	1,00	-

Zdroj: Máchová a Valentová (2004).

U rybníků **nehnojených** s přikrmováním ryb byly hodnoty **CHSK_{Mn}** překročeny vůči požadovaným hodnotám celkem v 58 % vzorků a hodnoty se pohybovaly v rozmezí 9,6-88,2 mg.l^{-1} . U **BSK₅** došlo k překročení v 52 % případů a hodnoty se pohybovaly v rozsahu 1,9-38 mg.l^{-1} . Při hodnocení podle současné legislativy by k překročení hodnot **BSK₅** došlo u této skupiny rybníků v 74 % případů. **Amoniakální dusík N-NH₄⁺** nebyl překročen ani v jednom případě a hodnoty se pohybovaly v rozmezí mezi 0,04-1,5 mg.l^{-1} . Podle současné legislativy vztažené na kaprové vody by došlo k překročení imisního standardu **amoniakálního dusíku** v 83 % případů, ale při porovnání s imisním standardem - obecnými požadavky - (0,5 mg.l^{-1} amoniakálního dusíku) by k překročení této hodnoty došlo v necelých 10 % případů. Koncentrace **celkového fosforu** byly překročeny celkem v 45 % případů a tyto hodnoty se pohybovaly mezi 0,044-2,249 mg.l^{-1} . Podle současné legislativy by došlo k překročení koncentrací **celkového fosforu** u 74 % vzorků.

U rybníků, na nichž bylo během sledovaného období hospodařeno **polointenzivním** způsobem bylo **CHSK_{Mn}** překročeno celkem ve 37 % případů a hodnoty se pohybovaly mezi 9,7-59,8 mg.l⁻¹. V 63 % byly překročeny hodnoty **BSK₅** a výsledky se pohybovaly mezi 1,2-29,0 mg.l⁻¹. Při hodnocení podle současné legislativy by k překročení hodnot **BSK₅** došlo u této skupiny rybníků v 78 % případů. **Amoniakální dusík** nebyl překročen ani v jednom případě a hodnoty se pohybovaly mezi 0,04-1,2 mg.l⁻¹. Podle současné legislativy vztažené na kaprové vody by došlo k překročení imisního standardu **amoniakálního dusíku** ve 47 % případů, ale při porovnání s imisním standardem vztaženým na obecné požadavky by k překročení této hodnoty došlo v 15 % případů. **Celkový fosfor** v 16 % případů dosáhl nad požadovanou mez a jeho hodnoty se pohybovaly mezi 0,104-3,456 mg.l⁻¹. Podle současné legislativy by došlo k překročení hodnot **celkového fosforu** u 52 % vzorků.

U **stabilizačních rybníků** byly požadavky na kvalitu vody překročeny v případě **CHSK_{Mn}** v 50 % vzorků a hodnoty se pohybovaly mezi 13,4-41,2 mg.l⁻¹. **BSK₅** bylo překročeno v 75 % vzorků a byly zjištěny hodnoty 7,0-52,0 mg.l⁻¹. Při hodnocení podle současné legislativy by k překročení hodnot **BSK₅** došlo u této skupiny rybníků ve 100 % případů. **Amoniakální dusík** se pohyboval v rozmezí 0,12-1,5 mg.l⁻¹ a požadovaná hodnota nebyla překročena. Podle současné legislativy vztažené na kaprové vody by došlo k překročení imisního standardu **amoniakálního dusíku** v 66 % případů, ale při porovnání s imisním standardem vztaženým na obecné požadavky by k překročení této hodnoty došlo ve 33 % případů. **Celkový fosfor** byl překročen v 82 % vzorků, jednotlivé výsledky se pohybovaly v rozmezí 0,130-2,641 mg.l⁻¹. Podle současné legislativy by došlo k překročení hodnot **celkového fosforu** u 92 % vzorků.

Máchová a Valentová (2004) ve své zprávě uvádějí, že **není možné vyslovovat** jednoznačné a obecné závěry z těchto měření, neboť se jedná o shrnutí dat bodových a ne příliš systematických odběrů. Ve své zprávě také zdůrazňují, že v některých rybnících jsou opakovaně překračovány limity dané tehdy platným metodickým pokynem MŽP z roku 2003, ačkoliv do nich nejsou aplikována hnojiva. Také je třeba zmínit, že například u rybníku Dřemliny byl zaznamenán příznivý vliv zvýšené intenzity hospodaření (vyšší iniciační obsádky) na koncentraci celkového fosforu (v rybníku se jeho koncentrace snížila šestkrát ve srovnání s jeho koncentrací v přítokové vodě).

4.3 Sledování vlivu rybářské výroby na kvalitu vod ve žďárském regionu

Zpracováno dle zprávy kolektivu autorů z Mendelovy zemědělské univerzity v Brně, ústavu rybářství a hydrobiologie pro Okresní úřad Žďár nad Sázavou, referát životního prostředí (Spurný a kol., 1998).

Na třech rybnících žďárského regionu, které obhospodařuje Kinský rybářství s.r.o. bylo v letech 1996 a 1997 provedeno sledování kvality vody z hlediska hydrochemického a hydrobiologického. Cílem této práce bylo zhodnotit, zdali je rybářské hospodaření těchto rybníků přiměřené vzhledem ke kvalitě vody s přihlédnutím na místní zájmy a to konkrétně k využívání rybníků k vodní rekreaci. Po dobu sledování byly monitorovány základní fyzikálně - chemické parametry kvality vody a biologické ukazatele na přítoku, v rybníku a na odtoku.

Rybník Sykovec

Na tomto rybníku o výměře 17,22 ha a v nadmořské výšce 740 m n. m. se provádí polointenzivní hospodaření v systému na jedno horko. Vzhledem k nadmořské výšce je zde studenější voda. Rybník je proto využíván především k chovu lososovitých ryb a kapr obecný zde představuje rybu doplňkovou. Na břehu tohoto rybníku se nacházejí velká rekreační střediska i individuální chaty spolu s prostory pro stany a karavany. V campu jsou umývárny a veřejné WC, jejichž odpadní vody jsou zaústěny do rybníku. Biologické rozbory prokazovaly veliký přísun organického znečištění. Nejhorší výsledky byly v červenci 1997, kdy voda vykazovala alfamezosaprobni oživení. Trofie vody stanovená pomocí trofického potenciálu byla poměrně nízká, pohybovala se převážně v rozmezí oligo-mezotrofie. Přítoková voda měla nejvyšší trofii (100 mg.l^{-1} , odpovídající mezotrofii). Pod rybníkem se trofie vody snižovala, mnohdy až na oligotrofii. (Spurný a kol., 1998). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1996 a 1997 jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tab. 10. Fyzikálně-chemické parametry vody rybníku Sykovec. Údaje jsou v mg.l^{-1}

Datum	Místo	pH	BSK ₅	CHSK _{Mn}	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	PO ₄ ³⁻ _{celk.}
15. 8. 1996	Přítok	7,6	5,88	8,6	0,37	0,5	0,09	0,29
	Střed	7,7	2,91	8,6	0,31	<0,5	0,06	0,19
	Odtok	7,7	2,51	8,8	0,46	<0,5	0,08	0,26
3. 10. 1996	Přítok	7,1	1,91	7,6	0,45	1,2	0,05	0,16
	Střed	7,2	1,56	7,7	0,40	0,7	0,06	0,19
	Odtok	7,2	1,80	8,0	0,41	0,6	0,06	0,19
3. 6. 1997	Přítok	8,8	3,9	8,5	0,25	3,3	0,22	0,67
	Střed	8,8	2,4	8,6	0,17	3,5	0,19	0,59
	Odtok	8,8	4,5	8,6	0,23	3,9	0,17	0,53
1. 7. 1997	Přítok	7,8	5,59	10,6	0,41	1,0	0,15	0,47
	Střed	8,2	7,5	9,1	0,55	<0,5	0,14	0,43
	Odtok	8,2	9,7	10,2	0,36	<0,5	0,16	0,48

Zdroj: Máchová a Valentová (2004).

Hodnoty CHSK_{Mn} byly poměrně vyrovnané, zvýšena byla pouze v jednom případě. Hodnoty BSK₅ značně kolísaly. V srpnu 1996 přítoková voda vykazovala hodnotu BSK₅ 5,9 mg.l^{-1} , která se v rybníku snížila na 2,5 mg.l^{-1} . Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v červenci 1997, pravděpodobně v důsledku vysokého oživení vody (hodnoty BSK₅ 5,6 až 9,7 mg.l^{-1}). Hodnoty nasycení vody kyslíkem (pozn. nejsou uvedeny v této tabulce) byly při odběrech velmi příznivé, ani u dna (hloubka až 1,75 m) neklesly pod 60 % (Spurný a kol., 1998).

Rybník Medlov

Leží pod rybníkem Sykovec v nadmořské výšce 700 m n. m. o katastrální výměře 28,47 ha. Také v blízkosti tohoto rybníku se nachází velké rekreační středisko. Pod hrází předešlého rybníku Sykovec (hlavní vtok do Medlova) se nachází malá ČOV. Hlavní chovanou rybou je zde pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) a v jednohorkovém systému doplňkově kapr obecný (Spurný a kol., 1998).

Biologické rozborů ukázaly saprobní index přítokové vody na úrovni oligo-
betamezosaprobity až betamezosaprobity. Přičemž trofický potenciál na úrovni oligo-
mezotrofie až mezotrofie (Spurný a kol., 1998). Fyzikálně - chemické parametry
z období let 1996-1997 jsou uvedeny v tabulce č. 11.

Tab. 11. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Medlov. Údaje jsou v mg.l^{-1}

Datum	Místo	pH	BSK ₅	CHSK _{Mn}	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	PO ₄ ³⁻ celk..
15. 8. 1996	Přítok	6,6	3,74	15,4	0,62	1,1	0,28	0,87
	Střed	7,4	6,98	15,7	0,74	0,5	0,26	0,80
	Odtok	8,4	7,82	16,3	0,62	<0,5	0,23	0,71
3. 10. 1996	Přítok	8,2	4,28	13,6	0,41	0,5	0,16	0,63
	Střed	7,7	6,80	14,2	0,53	0,6	0,24	0,74
	Odtok	7,9	5,08	12,6	0,36	<0,5	0,24	0,74
3. 6. 1997	Přítok	8,6	3,00	7,8	0,23	1,5	0,26	0,79
	Střed	8,8	4,80	8,7	0,30	1,3	0,21	0,65
	Odtok	8,9	9,20	10,7	0,35	0,6	0,23	0,82
1. 7. 1997	Přítok	6,9	6,40	9,9	0,30	<0,5	0,21	0,65
	Střed	6,9	5,33	8,9	0,29	<0,5	0,19	0,60
	Odtok	6,9	5,90	9,8	0,30	<0,5	0,19	0,59

Zdroj: Spurný a kol. (1998).

Hodnoty CHSK_{Mn} se pohybovaly v rozmezí 7,8 až 16,3 mg.l^{-1} , hodnoty BSK₅ 3 až 9,2 mg.l^{-1} vyjadřovaly organické znečištění, nelze však vyloučit vliv vysokého oživení vody. Nasycení vody kyslíkem (není uvedeno v této tabulce) bylo v červnu 1997 vysoké a na odtoku dosáhlo 161 %. V srpnu 1996 a v červenci 1997 byly naměřeny nižší hodnoty, ale nasycení vody kyslíkem nekleslo pod 60 % (Spurný a kol., 1998).

Rybník Velké Dářko

Rybník Velké Dářko má rozlohu 206,33 ha a leží v nadmořské výšce 617 m n. m. V blízkosti hráze byly vybudovány chatky a středisko vodních sportů. Zbytek břehové linie je zalesněn. Ve východní části jsou tábořiště. Na rybníku se hospodáří polointenzivně, hlavní rybou je kapr a doplňkové jsou dravé druhy ryb a chov zde

probíhá dvouhorkově. Na základě biologických rozborů bylo zjištěno, že saprobní index na přítoku je mezosaprobní až beta-alfamezosaprobní. Na výtoku bylo zjištěno zlepšení na úrovni betamezosaprobity. Úživnost vody byla nízká na úrovni oligo-mezotrofie až mezotrofie (Spurný a kol., 1998). Fyzikálně - chemické parametry z období let 1996-1997 jsou uvedeny v tabulce č. 12.

Tab. 12. Fyzikálně - chemické parametry vody rybníku Velké Dářko. Údaje jsou v mg.l^{-1}

Datum	Místo	pH	BSK ₅	CHSK _{Mn}	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	PO ₄ ³⁻ _{celk.}
23. 7. 1996	Přítok	6,3	1,3	4,3	0,24	5,5	0,07	0,23
	Odtok	6,5	2,8	6,2	0,76	1,9	0,11	0,34
15. 8. 1996	Přítok	7,0	2,2	9,5	0,82	0,7	0,04	0,12
	Střed	6,9	2,7	9,8	0,75	0,6	0,05	0,16
	Odtok	7,0	1,3	9,4	0,73	0,7	0,05	0,17
3. 10. 1996	Přítok	6,9	1,4	16,1	0,80	1,5	0,07	0,23
	Střed	6,5	2,3	16,1	0,83	1,4	0,09	0,28
	Odtok	6,5	3,9	16,1	0,81	1,3	0,08	0,24
3. 6. 1997	Přítok	7,9	1,4	9,8	0,70	3,8	0,18	0,57
	Střed	7,9	1,3	9,8	0,82	3,6	0,16	0,48
	Odtok	7,7	1,1	9,5	0,66	3,6	0,18	0,55
1. 7. 1997	Přítok	7,9	3,3	10,6	0,71	1,6	0,12	0,37
	Střed	7,6	3,5	10,2	0,67	1,7	0,12	0,36
	Odtok	7,5	3,6	9,8	0,67	1,7	0,11	0,34

Zdroj: Spurný a kol., (1998)

Hodnoty CHSK_{Mn} se krom jednoho odběru, pohybovaly v rozsahu 9-16 mg.l^{-1} . Hodnota BSK₅ byla poměrně nízká (maximum 3,9 mg.l^{-1}). Hodnoty obsahu rozpuštěného kyslíku (v této tabulce nejsou zahrnuty), neklesly pod 78 %, (Spurný a kol., 1998).

Spurný a kol. (1998) uvádí, že všechny tři rybníky byly obhospodařovány polointenzivním způsobem (ryby byly přikrmovány, ale aplikace hnojiv nebyla

prováděna). Chov lososovitých ryb na rybnících Sykovec a Medlov byl ohrožen, neboť na obou rybnících byl prokázán zvyšující se přísun biogenů, a tudíž zde existovala hrozba vzniku kyslíkových deficitů. Jako bezproblémový se z hlediska soužití rybářské produkce a rekreace jevil během sledování třetí rybník Velké Dářko.

Z hlediska překračování limitů BSK₅ bylo prokázáno, že dochází spíše k ojedinělému překračování přípustných hodnot. Naproti tomu koncentrace fosfátového fosforu jsou překračovány opakovaně, celkem v 54 % případů (Máchová a Valentová, 2004). Koncentrace fosforu se jeví jako poněkud problematické. Ve zprávě jsou uvedeny koncentrace fosfátového fosforu a dále hodnoty „PO₄³⁻“_{celk.}. S velkou pravděpodobností se však nejedná o celkový fosfor ale jen o přepočtenou hodnotu fosfátového fosforu na fosfáty (koncentrace fosfátového fosforu byla vynásobena koeficientem 3,06, který odpovídá poměru relativní molekulové hmotnosti fosfátového iontu a relativní atomové hmotnosti fosforu). **Přesto, že se jedná pouze o anorganický fosfor (a ne celkový), jsou koncentrace fosfátového fosforu velmi vysoké**, zejména u rybníku Medlov. V tomto rybníce hodnoty fosfátového fosforu nevyhovují v 66 % imisnímu standardu pro **celkový fosfor** a podle kritérií uvedených v práci Hartmana a kol. (1998) odpovídá výše koncentrace fosforu v tomto rybníce slabé hypertrofii (tj. rozpětí hodnot P_{celk.} 0,2-0,8 mg.l⁻¹). Podle ústního sdělení Fainy bývaly v minulosti výše uvedené rybníky z hlediska trofie hodnoceny jako oligotrofní a chov pstruha duhového se projevil na výrazné změně kvality jejich vody. Na stavu, ve kterém se rybníky během pozorování nacházely, se spolupodílela jistě i rekreace. Ale je třeba připomenout, že při odchovu pstruha duhového je aplikace plnohodnotných krmiv základním předpokladem úspěšného chovu a předkládaná krmiva a exkrementy ryb představují významný eutrofizační prvek.

Ve zprávě se zdůrazňuje především negativní vliv rekreace. Ale, vzhledem k tomu, že zde nejsou uvedeny konkrétní hodnoty, nebo alespoň odhady přísunu biogenů z rekreace, není možno dokladovat, do jaké míry se na zhoršení kvality vody v rybnících rekreace podílí.

4.4 Výsledky získané z poloprovozních pokusů prováděných v letech 2008-2012 na pokusnictví VÚRH Vodňany

Zpracováno na základě výsledků získaných při řešení projektu NAZV QH-82113 „Šetrné a efektivní hospodaření na rybnících s maximálním využitím stávajícího trofického potenciálu a udržení dobré kvality vody i rybí produkce“. Ke zpracování této kapitoly byly využity jednak publikované výsledky (Máchová a kol., 2010; Valentová a kol., 2012) a dále zde byly zpracovány dosud nepublikované výsledky uložené v archivu VÚRH Vodňany. Výsledky, které jsou zpracovány v této kapitole, pocházejí z poloprovozních pokusů provedených na experimentálních rybnících VÚRH Vodňany.

Pokusy provedené v poloprovozních podmínkách poskytují velmi dobrou příležitost ke sledování kvality vody v souvislosti s dalšími dobře definovanými proměnnými, v našem případě proměnné představovaly rozdílné iniciální obsádky kapra obecného a rozdílný způsob odchovu. Vzhledem k tomu, že v běžných provozních podmínkách je většinou velmi obtížné odlišit vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody od dalších vlivů, jako jsou: rekreace, splachy z okolních pozemků, historie rybníku apod., jsou data získaná v poloprovozních podmínkách jedinečná. Proto jsem zpracování těchto výsledků věnoval ve své práci největší pozornost. Na jejich příkladu jsem se pokusil vyhodnotit vliv rybářského hospodaření na kvalitu vody. Činil jsem tak s vědomím, že získané výsledky nelze paušalizovat a převádět jednoznačně do praxe, neboť právě vedlejší vlivy, které na kvalitu vody mnohdy působí, ji mohou ovlivnit více než samotné rybářské hospodaření.

Poloprovozní pokusy probíhaly na experimentálních rybníčcích, každý o ploše 0,16 ha, které se nacházejí v areálu pokusnictví. Tyto rybníčky jsou napájeny ze stejného zdroje (náhon řeky Blanice) a poskytují tak jedinečnou možnost provádět pokusy v přirozených a přitom velmi dobře srovnatelných podmínkách. Pokusy probíhaly vždy ve dvojnásobném až trojnásobném opakování. Při odchovu nebyly používány kromě příkrmování ryb krmivy na rostlinné bázi (pšenice, řepkové nebo lněné granule) žádné další intenzifikační zásahy. Jedna skupina ryb (v menších iniciálních obsádkách) byla vždy odchovávána bez příkrmování a měla k dispozici

pouze přirozenou potravu. Na počátku vegetační sezony byli do rybníčků vysazeni kapři K_2 a na podzim byli odloveni. Na počátku sledování (v roce 2008) byly z jednotlivých rybníčků odebrány vzorky sedimentu rybničního dna a provedeny analýzy koncentrace celkového dusíku a fosforu, aby byly podchyceny případné závažné rozdíly v kvalitě sedimentů, jako následek odchovu ryb v předchozím období (Máchová a kol., 2010). Výsledky těchto analýz jsou uvedeny v tabulce č. 13.

V průběhu odchovu ryb byly sledovány v týdenních až čtrnáctidenních intervalech teplota vody, koncentrace rozpuštěného kyslíku a hodnoty pH. V měsíčních intervalech byly sledovány základní chemické ukazatele kvality vody (kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5 /KNK_{4,5}/, amoniakální dusík /N-(NH₃+NH₄⁺)/, dusitanový dusík /N-NO₂⁻/, dusičnanový dusík /N-NO₃⁻/, celkový dusík N_{celk.}/, orthofosforečnanový fosfor /P-PO₄³⁻/, celkový fosfor /P_{celk.}/, chemická spotřeba kyslíku /CHSK_{Cr} i CHSK_{Mn}/, biochemická spotřeba kyslíku /BSK₅/ a s výjimkou počátečního roku řešení také nerozpuštěné látky /NL/ (Valentová a kol., 2012).

Tab. 13. Koncentrace dusíku a fosforu v sedimentech dna jednotlivých experimentálních rybníčků (analýza směšného vzorku odebraného z 6 míst)

Ryb. č.	41	42	43	44	45	48
N celk. (mg.kg ⁻¹)	2912	2943	3107	3511	3207	4246
P celk. (mg.kg ⁻¹)	1060	1150	980	1020	1020	980
% sušiny	55,71	56,44	56,55	52,52	52,45	48,71
Ztráta žiháním (%)	4,57	4,87	4,93	4,83	4,92	5,21

Zdroj. Máchová a kol., (2010)

Koncentrace celkového fosforu a dusíku v sedimentech v jednotlivých rybníčcích se výrazně nelišila, což velmi dobře vyhovovalo záměru provedení testů ve srovnatelných podmínkách (Máchová a kol., 2010).

Přehled o způsobu odchovu a rozdělení experimentálních rybníků v letech 2008-2012 je uveden v tabulce č. 14.

Tab. 14. Přehled o průběhu poloprovozního pokusu a rozdělení experimentálních rybníků.

Rok	Nasazení ryb	Výlov ryb	Způsob hospodaření		
			Bez příkrmování ryb. č. 41, 43, 44	Příkrmování pšenicí ryb. č. 42, 45, 48	Příkrmování granulemi ryb. č. 40, 46, 47
2008	25.4.	15. 10.	Bez příkrmování ryb. č. 41, 43, 44	Příkrmování pšenicí ryb. č. 42, 45, 48	Příkrmování granulemi ryb. č. 40, 46, 47
2009	27.4.	21. 10.	Bez příkrmování ryb. č. 43 a 45		Příkrmování lněnými granulemi ryb. č. 40, 42, 48
2010	13.5.	18.10.	Bez příkrmování ryb. č. 42, 46, 47, 48	Příkrmování pšenicí ryb. č. 41, 43, 44, 45	
2011	9.5.	15.10.	Bez příkrmování ryb. č. 47, 48	Příkrmování pšenicí ryb. č. 43, 44	
2012	20.4.	20.9.	Bez příkrmování ryb. č. 47, 48, 49	Příkrmování pšenicí ryb. č. 44, 45, 46	Příkrmování tepelně upravenou pšenicí ryb. č. 41, 42, 43

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH).

Rok 2008

Přehled velikosti obsádek, druhu předkládaného krmiva, průměrné hmotnosti nasazených ryb, hmotnosti vylovených ryb, celkového přírůstku a hodnot relativního krmného koeficientu pro rok 2008 je uveden v tabulce č. 15.

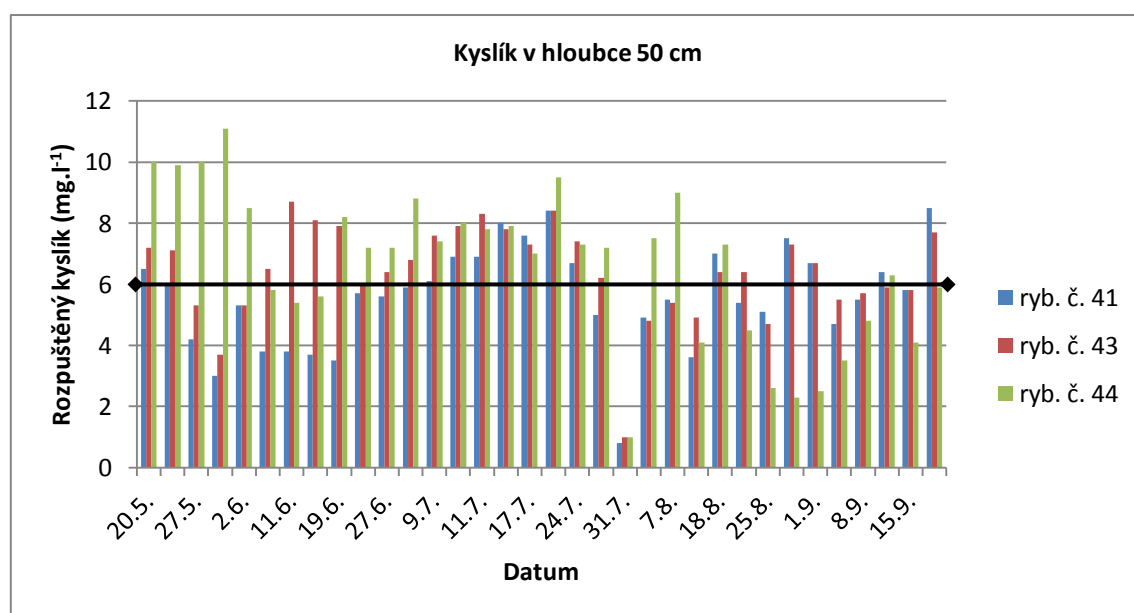
Tab. 15. Přehled hospodaření 2008.

Ryb. č.	41	43	44	42	45	48	40	46	47
Předkládané krmivo	Bez	Bez	Bez	Pšenice	Pšenice	Pšenice	Granule	Granule	Granule
Iniciální obsádka K ₂ (kg.ha ⁻¹)	134	121	103	474	429	393	474	429	393
Průměrná hmotnost nasazených ryb (kg.ks ⁻¹)	0,429	0,358	0,329	0,379	0,344	0,314	0,379	0,343	0,314
Hmotnost vylovených ryb K ₃ (kg.ha ⁻¹)	663	481	702	1781	1800	1838	1722	1646	1572
Celkový přírůstek (kg.ha ⁻¹)	529	360	599	1307	1371	1445	1248	1217	1179
Hodnota relativního krmného koeficientu (RKK kg.kg ⁻¹)	-	-	-	2,49	2,37	2,25	2,22	2,26	2,30

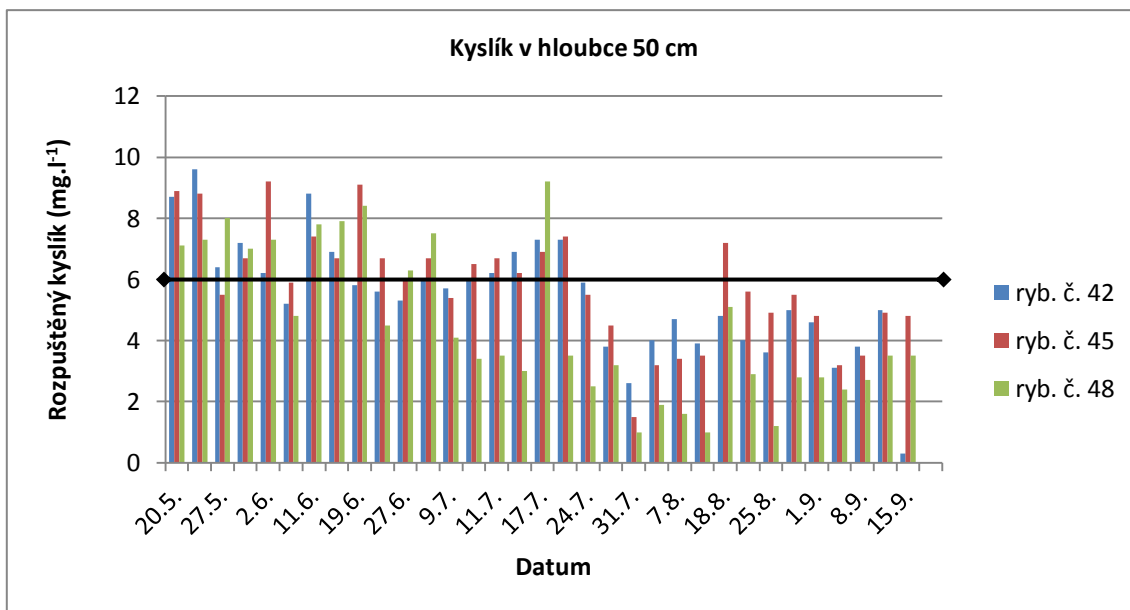
Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

Parametry kvality vody, které opakovaně nevyhovovaly imisním standardům daným Nařízením vlády č. 229/2007Sb. jsem zpracoval ve formě grafů s vyznačením příslušných imisních standardů. Grafy a tabulky byly zpracovány na základě publikovaných i dosud nepublikovaných výsledků získaných z archivu VÚRH Vodňany.

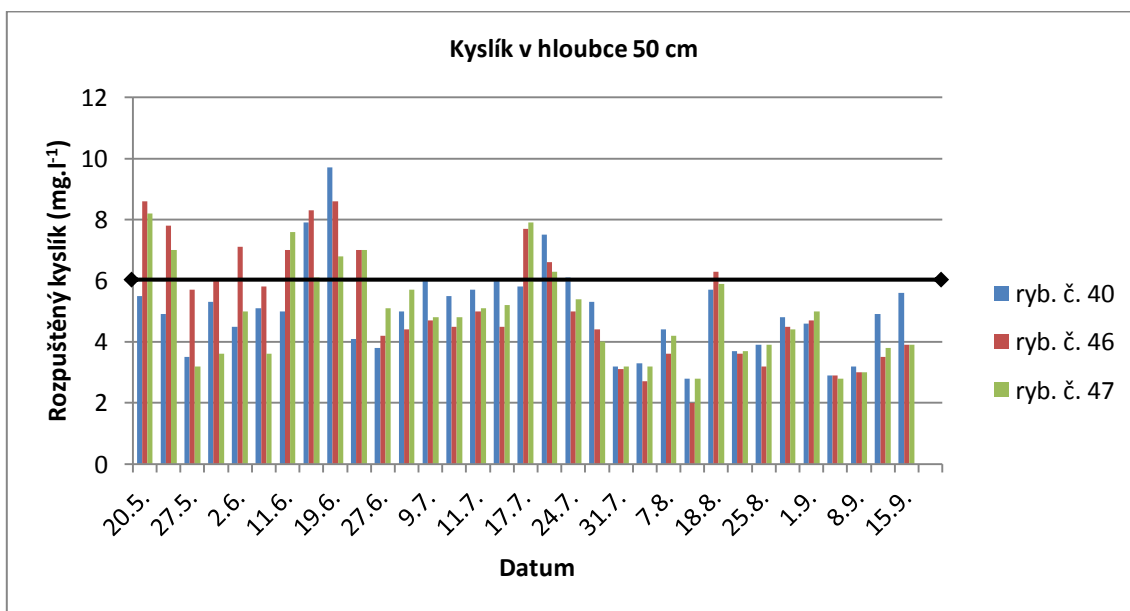
V grafech č. 1, 2 a 3 jsou vyznačeny průběhy koncentrací rozpuštěného kyslíku, které byly sledovány během celého pokusu v pravidelných intervalech.



Graf č. 1 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, bez příkrmování. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

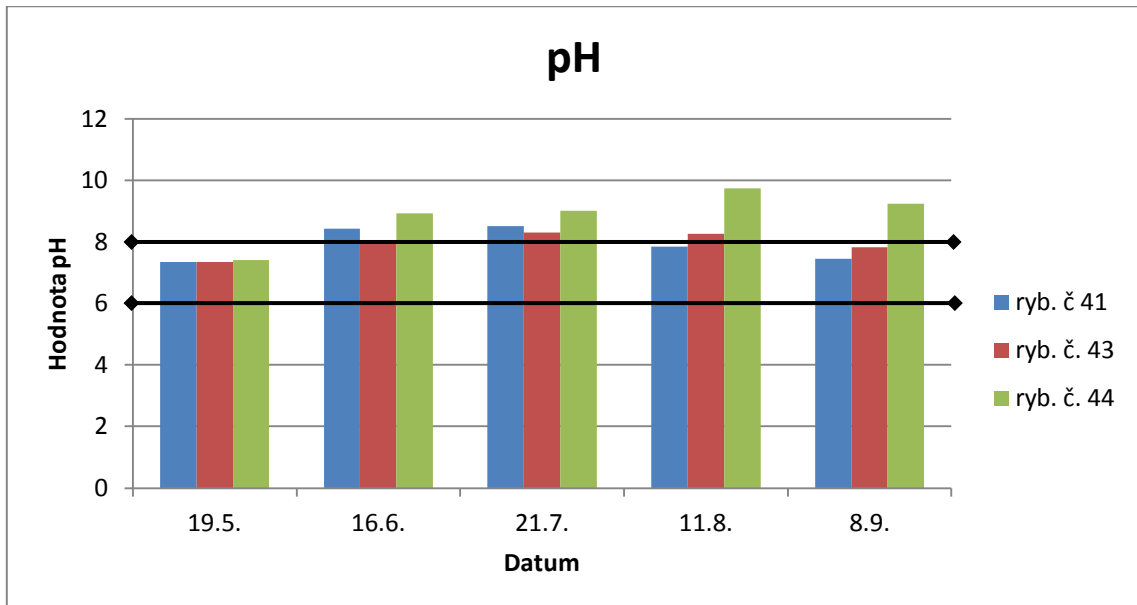


Graf č. 2 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, přihřmování pšenící. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

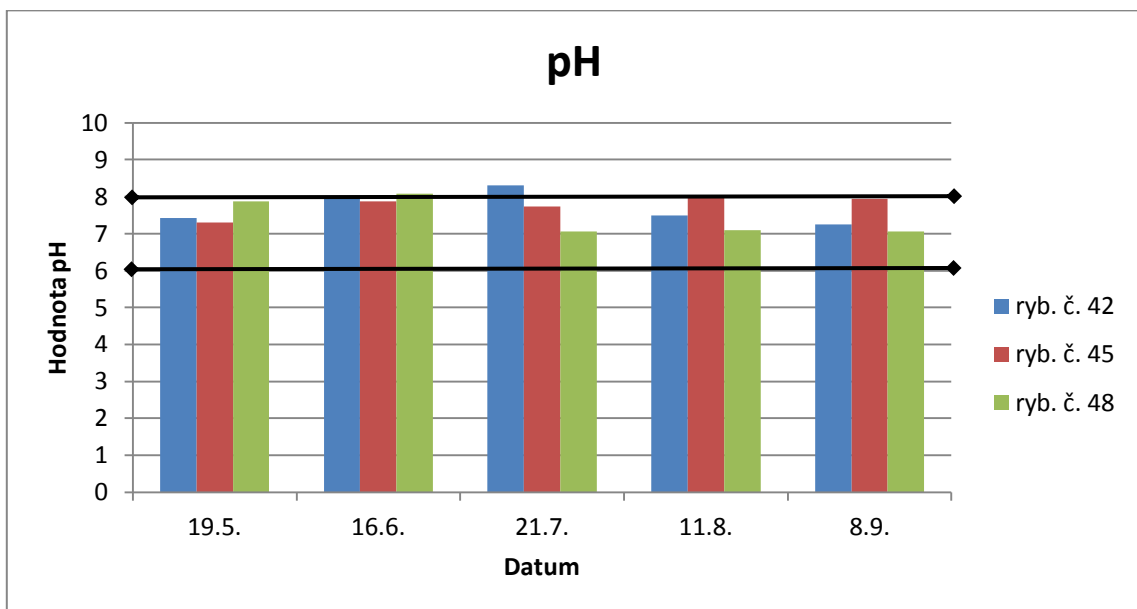


Graf č. 3 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, přihřmování granulemi. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

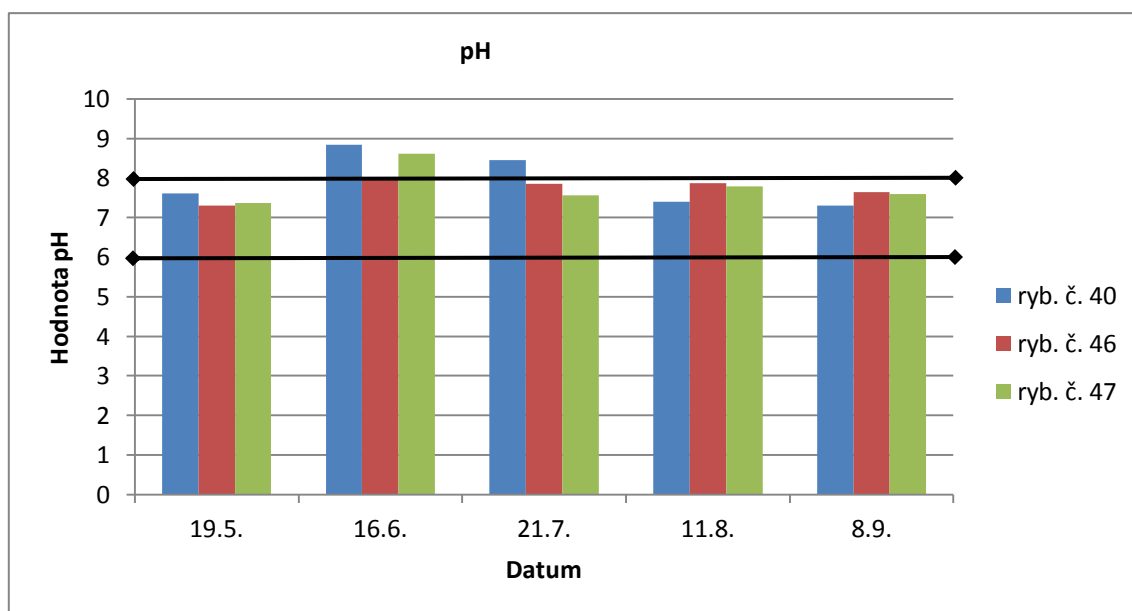
V grafech č. 4, 5, 6 jsou vyznačeny hodnoty pH, které byly měřeny v pravidelných intervalech během celého pokusu.



Graf č. 4 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, bez příkrmování. Vodorovné příčky v grafu značí interval imisního standardu.



Graf č. 5 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, příkrmování pšenicí. Vodorovné příčky v grafu značí interval imisního standardu.



Graf č. 6 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, krmení granulemi. Vodorovné přímky v grafu značí interval imisního standardu.

Přílohy č. – 1, 2 a 3 ukazují parametry kvality vody (rok 2008), které opakovaně nevyhovovaly imisním standardům daným Nařízením vlády č. 229/2007 Sb.

V tabulce č. 16 jsou uvedena procenta nevyhovujících hodnot v roce 2008 ve vztahu k imisním standardům.

Tab. 16. Procenta nevyhovujících hodnot pro jednotlivé rybníčky 2008.

Parametr kvality vody	Imisní standard	Procento hodnot, které nevyhovují imisním standardům								
		Bez přikrmování			Přikrmování granulemi			Přikrmování pšenicí		
		Ryb 41	Ryb 43	Ryb 44	Ryb 40	Ryb 46	Ryb 47	Ryb 42	Ryb 45	Ryb 48
pH	6-8	40	40	80	40	0	20	20	20	20
O ₂ (50 cm)	≥ 6	56,1	27,2	29,5	63,6	52,3	59,1	45,4	38,7	52,3
BSK ₅	6	83,3	33,3	88,3	88,3	66,6	66,6	100	66,6	100
CHSK _{Cr}	35	66,6	0	66,6	100	66,6	66,6	100	33,3	83,3
P _{celk.}	0,2	88,3	0	50	88,3	88,3	50	66,6	66,6	50

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

Rok 2009

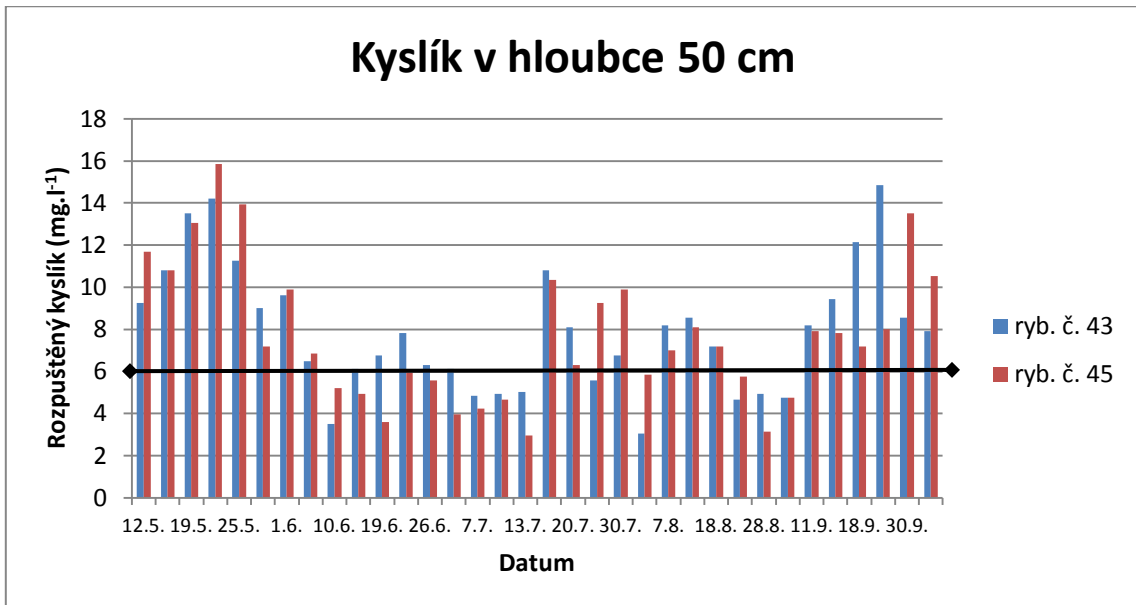
Přehled velikosti obsádek, druhu předkládaného krmiva, průměrné hmotnosti nasazených ryb, hmotnosti vylovených ryb, celkového přírůstku a hodnot relativního krmného koeficientu pro rok 2009 je uveden v tabulce č. 17.

Tab. 17. Přehled hospodaření rok 2009

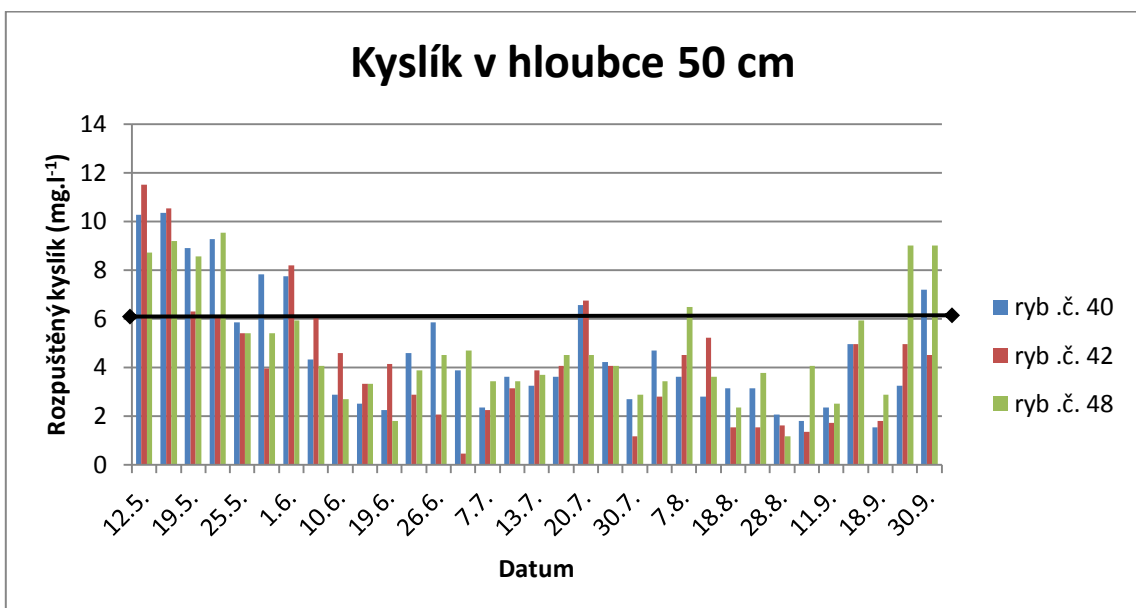
Rybník č.	43	45	40	42	48
Předkládané krmivo	Bez	Bez	Lněné granule	Lněné granule	Lněné granule
Iniciální obsádka K ₂ (kg.ha ⁻¹)	288	300	1506	1506	1488
Průměrná hmotnost nasazených ryb (kg.ks ⁻¹)	0,77	0,81	0,80	0,80	0,79
Hmotnost vylovených ryb K ₃ (kg.ha ⁻¹)	531	481	2681	2863	2706
Celkový přírůstek (kg.ha ⁻¹)	244	181	1175	1357	1219
Hodnota relativního krmného koeficientu (RKK kg.kg ⁻¹)	-	-	5,32	4,62	5,13

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

V grafech č. 7 a 8 jsou vyznačeny průběhy koncentrací rozpuštěného kyslíku, které byly sledovány během celého pokusu v pravidelných intervalech.

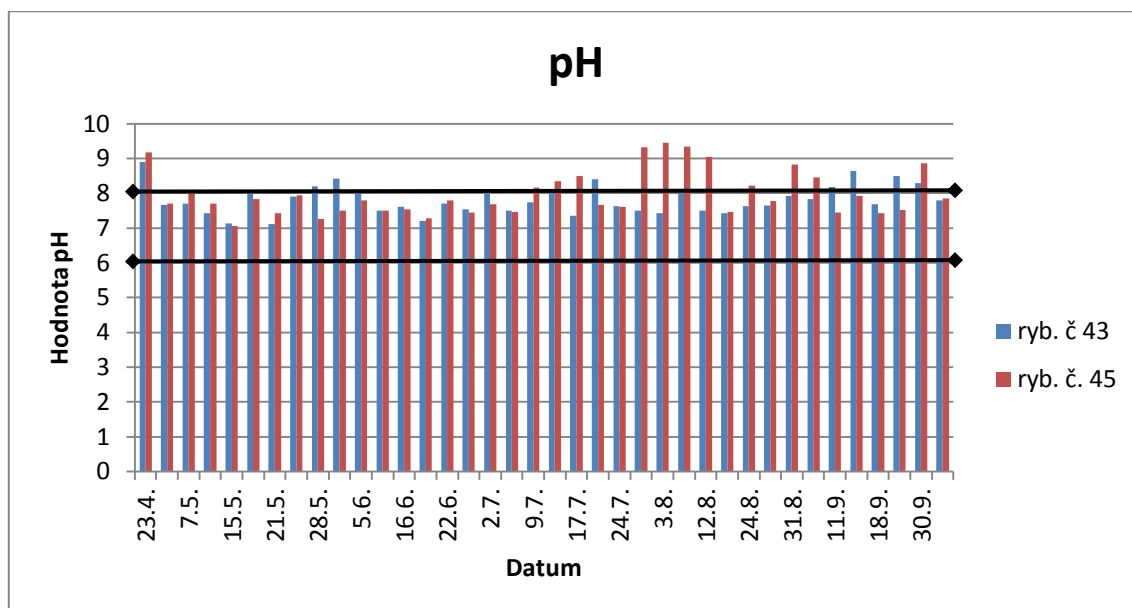


Graf č. 7 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčkách, bez příkrmování. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

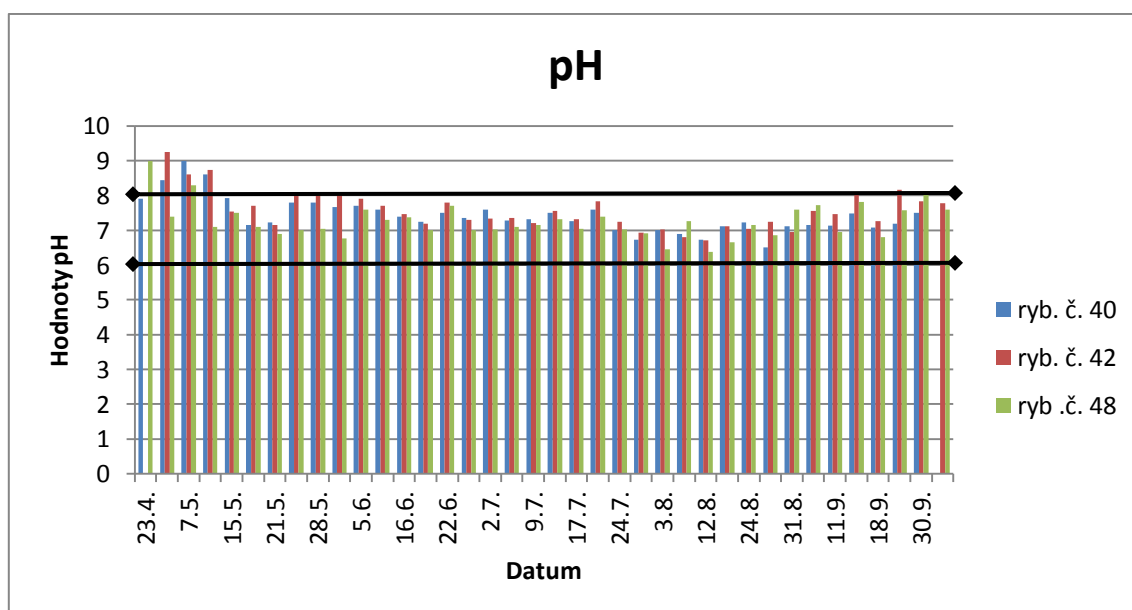


Graf č. 8 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčkách, příkrmování lněnými granulemi. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

V grafech č. 9 a 10 jsou vyznačeny hodnoty pH, které byly měřeny v pravidelných intervalech během celého pokusu.



Graf č. 9 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, bez příkrmování Vodorovné přímký v grafu značí interval imisního standardu.



Graf č. 10 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, příkrmování lněnými granulemi. Vodorovné přímký v grafu značí interval imisního standardu.

Přílohy č. 4, 5, 6 a 7 ukazují parametry kvality vody, které opakovaně nevyhovovaly imisním standardům daným Nařízením vlády č. 229/2007 Sb. (rok 2009).

V tabulce č. 18 je uvedeno procentuální vyjádření množství nevyhovujících hodnot v roce 2009 ve vztahu k imisnímu standardu.

Tab. 18. Procentuální vyjádření nevyhovujících hodnot pro jednotlivé rybníčky 2009.

Parametr kvality vody	Imisní standard	Procento hodnot, které nevyhovují imisním standardům				
		Bez přikrmování		Přikrmování lněnými granulemi		
		Ryb 43	Ryb 45	Ryb 40	Ryb 42	Ryb 48
pH	6-8	23,69	31,6	7,8	10,5	7,8
O ₂ (50 cm)	≥ 6	7,6	7,6	69,9	76,9	68
BSK ₅	6	80	100	100	100	100
CHSK _{Cr}	35	40	100	75	100	100
P _{celk.}	0,2	80	60,2	100	80	100
NL	25	80	80	100	80	100

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

Rok 2010

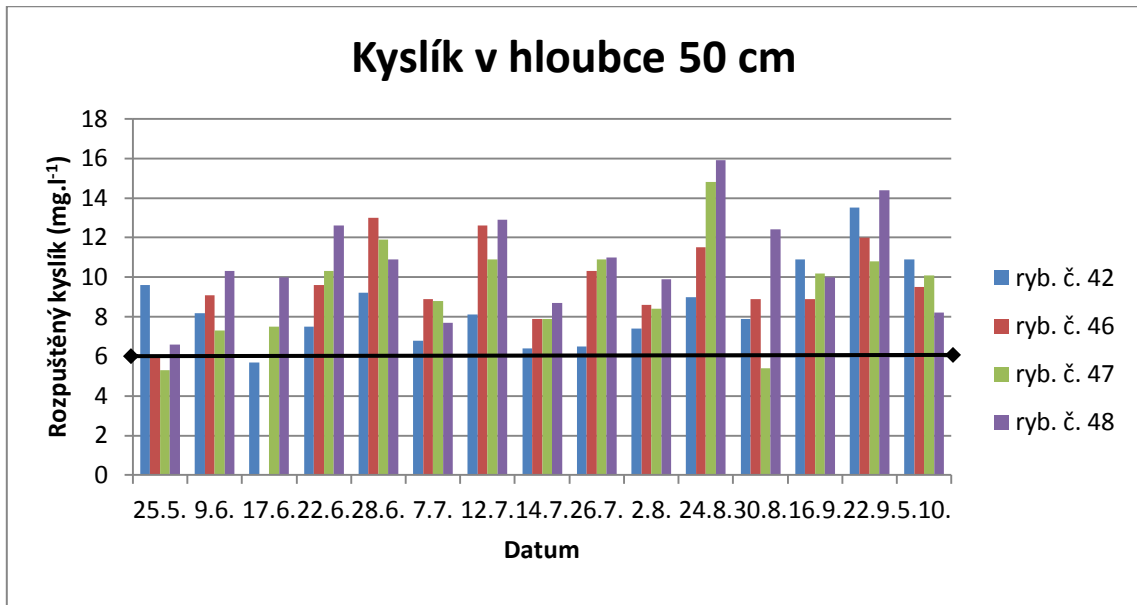
V tabulce č. 19 je uveden přehled velikosti obsádek, druhu předkládaného krmiva, průměrné hmotnosti nasazených ryb, hmotnosti vylovených ryb, celkového přírůstku a hodnot relativního krmného koeficientu pro rok 2010.

Tab. 19. Základní údaje o odchovu v roce 2010.

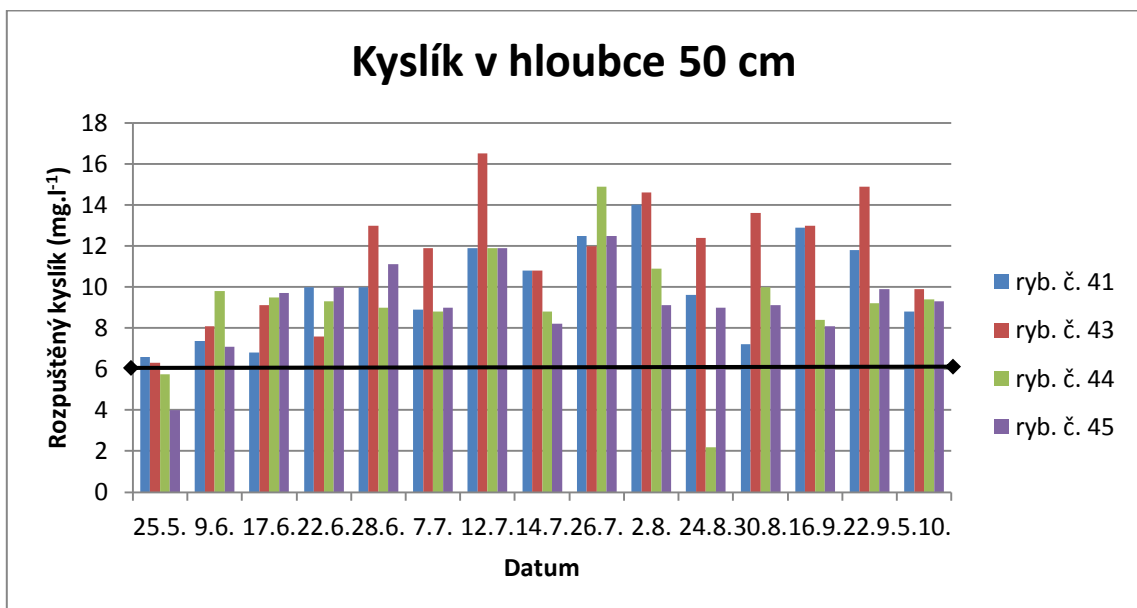
Ryb. č.	47	48	42	46	44	45	41	43
Předkládané krmivo	Bez	Bez	Bez	Bez	Pšenice	Pšenice	Pšenice	Pšenice
Iniciální obsádka K ₂ (kg.ha ⁻¹)	55	46	52	53	198	200	186	200
Průměrná hmotnost nasazených ryb (kg.ks ⁻¹)	0,40	0,34	0,38	0,39	0,38	0,39	0,36	0,39
Hmotnost vylovených ryb K ₃ (kg.ha ⁻¹)	207	227	205	260	832	836	929	720
Celkový přírůstek (kg.ha ⁻¹)	152	181	153	207	634	636	743	520
Hodnota relativního krmného koeficientu (RKK kg.kg ⁻¹)					1,44	1,43	1,23	1,75

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

V grafech č. 11 a 12 jsou vyznačeny průběhy koncentrací rozpuštěného kyslíku, které byly sledovány během celého pokusu v pravidelných intervalech.

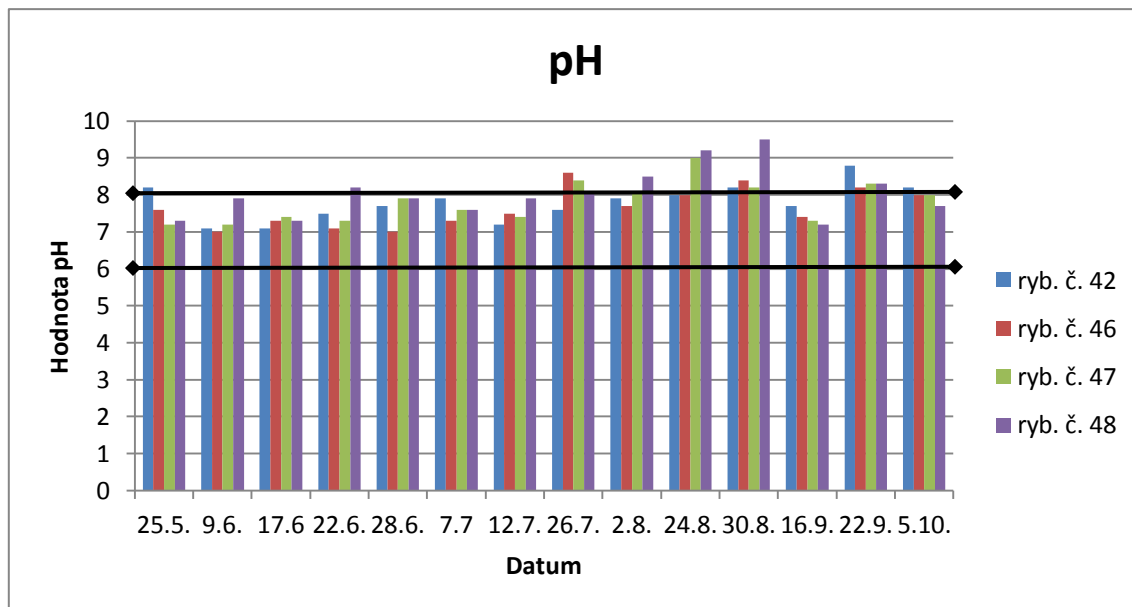


Graf č. 11 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, bez přikrmování. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

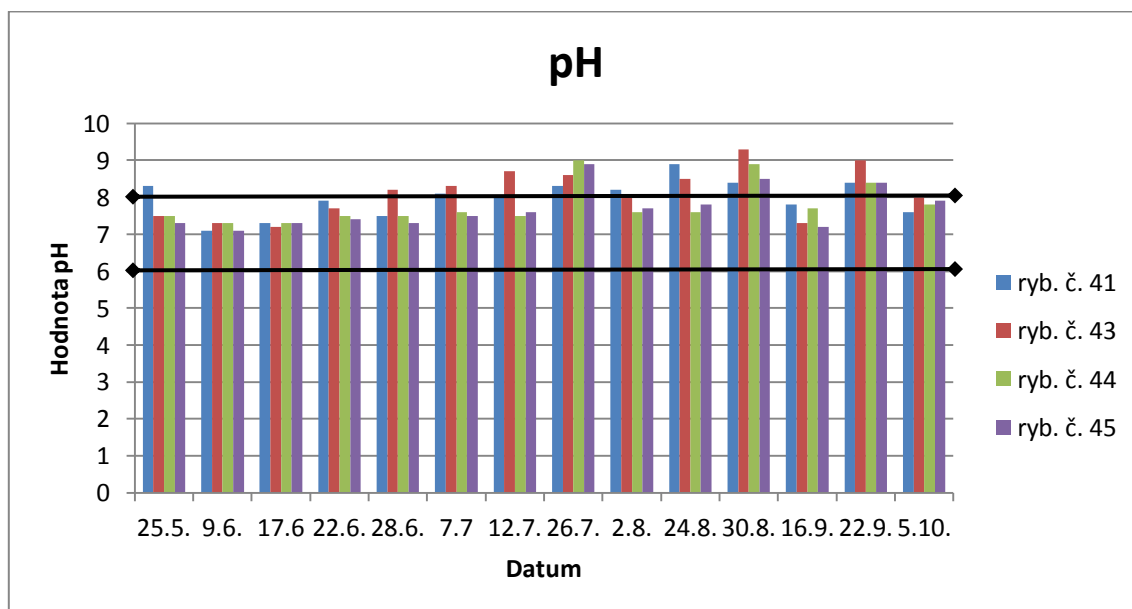


Graf č. 12 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, přikrmování pšenicí. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

V grafech č. 13 a 14 jsou vyznačeny hodnoty pH, které byly měřeny v pravidelných intervalech během celého pokusu.



Graf č. 13 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, bez příkrmování. Vodorovné přímky v grafu značí interval imisního standardu.



Graf č. 14 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, příkrmování pšenicí. Vodorovné přímky v grafu značí interval imisního standardu.

Přílohy č. 8, 9, 10 a 11 ukazují parametry kvality vody (rok 2010), které opakovaně nevyhovovaly imisním standardům daným Nařízením vlády č. 229/2007 Sb.

V tabulce č. 20 je uvedeno procentuální vyjádření množství nevyhovujících hodnot v roce 2010 ve vztahu k imisnímu standardu.

Tab. 20. Procentuální vyjádření nevyhovujících hodnot pro jednotlivé rybníčky 2010.

Parametr kvality vody	Imisní standard	Procento hodnot, které nevyhovují imisním standardům							
		Bez přikrmování				Přikrmování pšenicí			
		Ryb 42	Ryb 46	Ryb 47	Ryb 48	Ryb 41	Ryb 43	Ryb 44	Ryb 45
pH	6-8	28,5	21,5	35,7	42,9	50	50	21,4	21,4
O ₂ (50 cm)	≥ 6	13,3	0	6,6	0	0	0	6,6	6,6
BSK ₅	6	0	75	50	75	75	75	100	100
CHSK _{Cr}	35	0	0	20	40	0	0	60	60
P _{celk.}	0,2	0	20	0	20	20	3	60,2	60,2
NL	25	0	0	0	20	40	60,2	60,2	80

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

Rok 2011

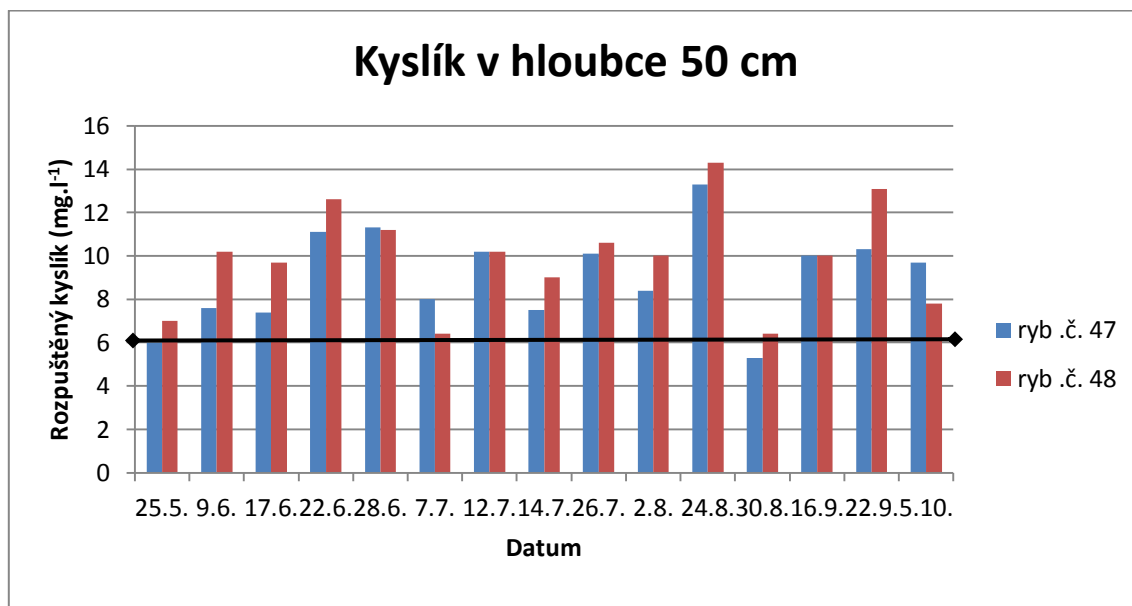
V tabulce č. 21 je uveden přehled velikosti obsádek, druhu předkládaného krmiva, průměrné hmotnosti nasazených ryb, hmotnosti vylovených ryb, celkového přírůstku a hodnot relativního krmného koeficientu pro rok 2011.

Tab. 21. Základní údaje o odchovu v roce 2011

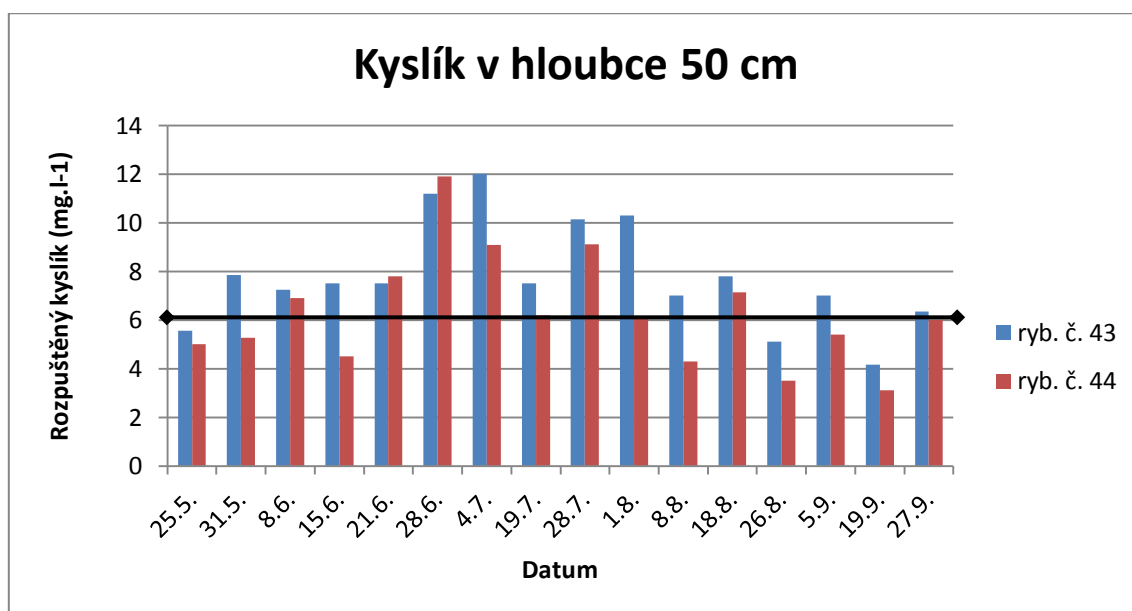
Ryb. č.	47	48	43	44
Předkládané krmivo	Bez	Bez	Pšenice	Pšenice
Iniciální obsádka K ₂ (kg.ha ⁻¹)	101,9	101,9	254,4	251,3
Průměrná hmotnost nasazených ryb (kg.ks ⁻¹)	0,32	0,26	0,30	0,32
Hmotnost vylovených ryb K ₃ (kg.ha ⁻¹)	499	454,4	1134	1318,5
Celkový přírůstek (kg.ha ⁻¹)	397,1	352,5	879,6	1067,2
Hodnota relativního krmného koeficientu (RKK kg.kg ⁻¹)			1,7	1,17

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

V grafech č. 15 a 16 jsou vyznačeny průběhy koncentrací rozpuštěného kyslíku, které byly sledovány během celého pokusu v pravidelných intervalech.

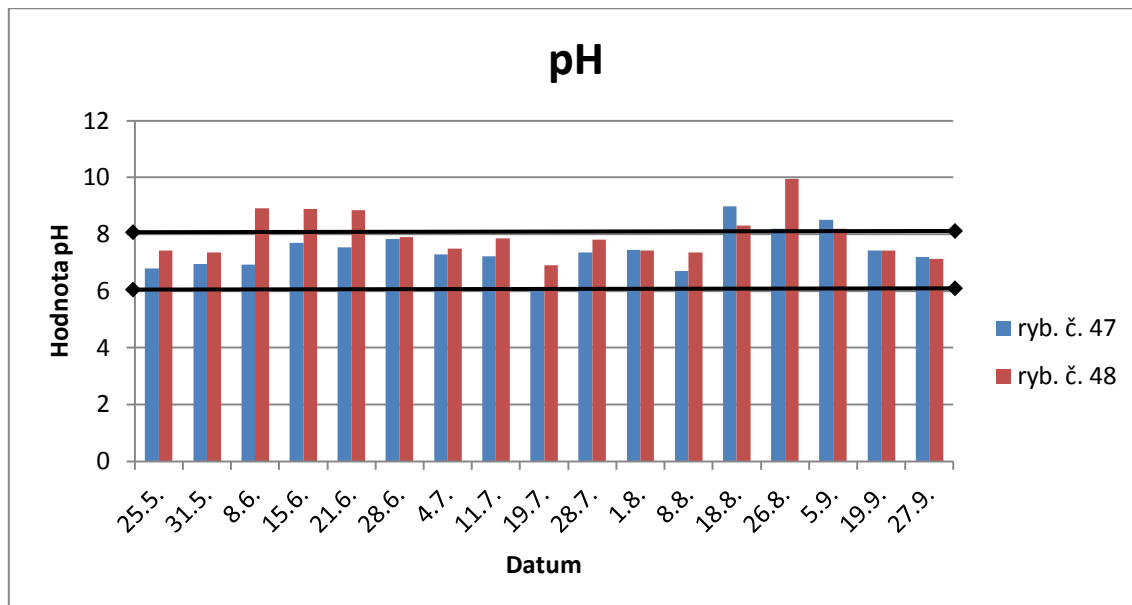


Graf č. 15 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, bez přikrmování. Vodorovná příčka v grafu značí výši imisního standardu.

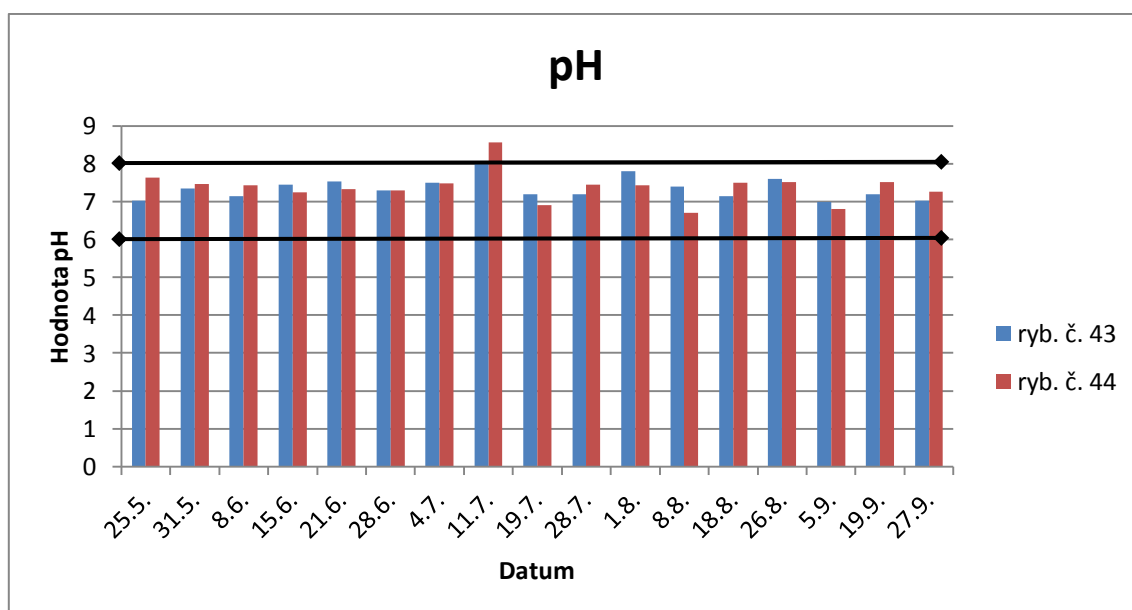


Graf č. 16 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, přikrmování pšenicí. Vodorovná příčka v grafu značí výši imisního standardu.

V grafech č. 17 a 18 jsou vyznačeny hodnoty pH, které byly měřeny v pravidelných intervalech během celého pokusu.



Graf č. 17 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčkách, bez příkrmování. Vodorovné přímky v grafu značí interval imisního standardu.



Graf č. 18 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčkách, příkrmování pšenicí. Vodorovné přímky v grafu značí interval imisního standardu.

Přílohy č. 12, 13, 14 a 15 ukazují parametry kvality vody (2011), které opakovaně nevyhovovaly imisním standardům daným Nařízením vlády č. 229/2007 Sb.

V tabulce č. 22 je uvedeno procentuální vyjádření množství nevyhovujících hodnot v roce 2011 ve vztahu k imisnímu standardu.

Tab. 22. Procentuální vyjádření nevyhovujících hodnot pro jednotlivé rybníčky 2011.

Parametr kvality vody	Imisní standard	Procento hodnot, které nevyhovují imisním standardům			
		Bez přikrmování		Přikrmování pšenicí	
		Ryb 47	Ryb 48	Ryb 43	Ryb 44
pH	6-8	-	-	-	-
O ₂ (50 cm)	≥ 6	5,8	5,8	18,7	43,8
BSK ₅	6	100	33,3	33	100
CHSK _{Cr}	35	25	25	25	25
P _{celk.}	0,2	25	25	25	50
NL	25	25	50	50	50

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

Rok 2012

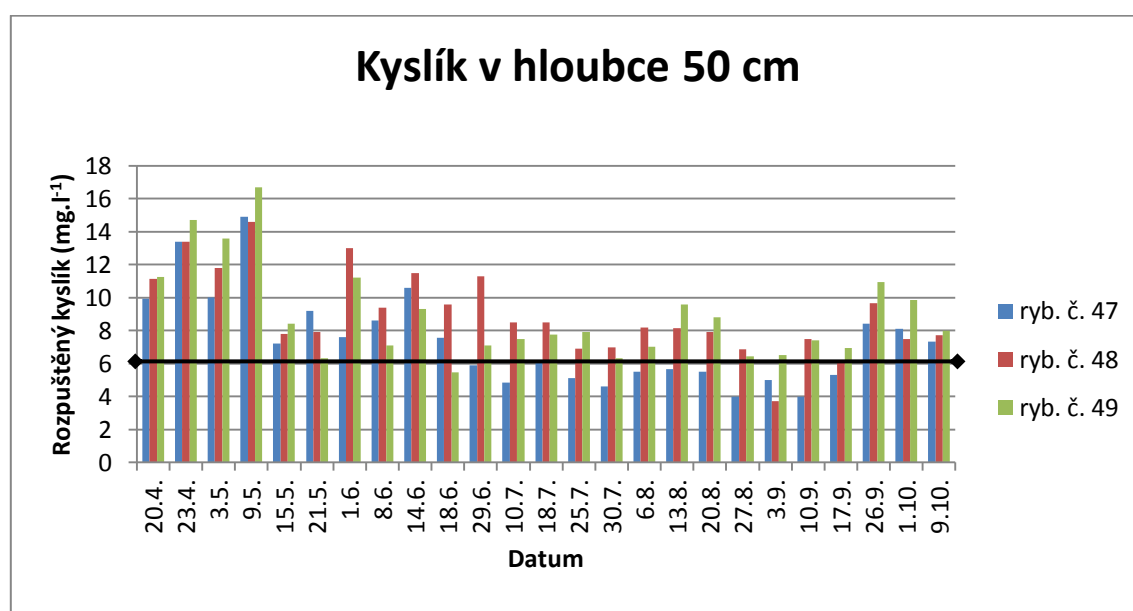
V tabulce č. 23 je uveden přehled velikosti obsádek, druhu předkládaného krmiva, průměrné hmotnosti nasazených ryb, hmotnosti vylovených ryb, celkového přírůstku a hodnot relativního krmného koeficientu pro rok 2012

Tab. 23. Základní údaje o odchovu v roce 2012.

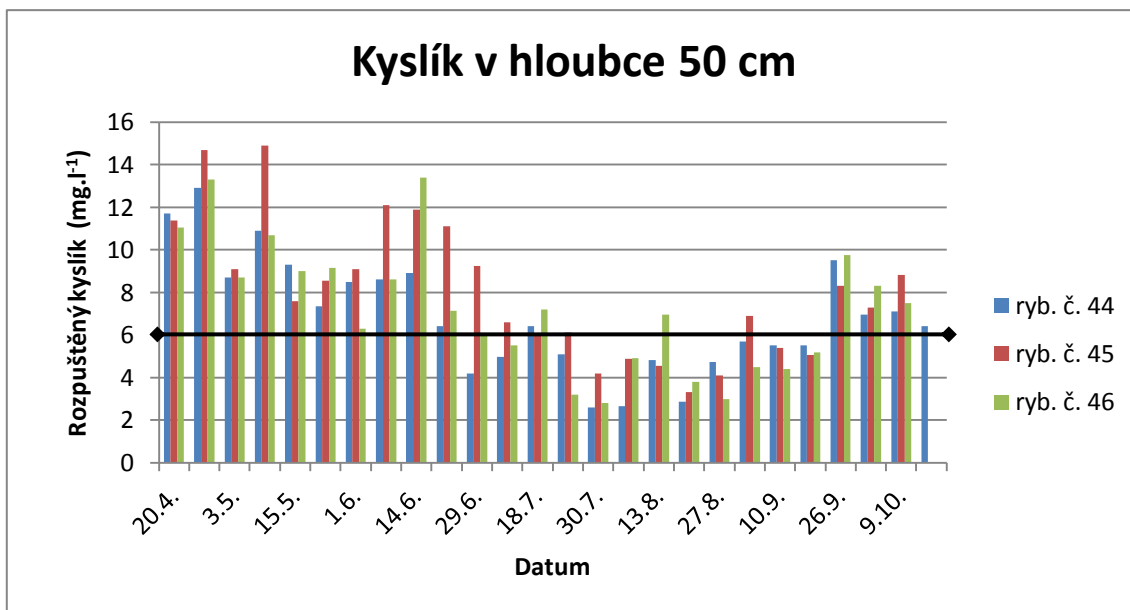
Ryb. č.	47	48	49	44	45	46	41	42	43
Předkládané krmivo	Bez	Bez	Bez	Pšenice	Pšenice	Pšenice	Tepelně upravená pšenice	Tepelně upravená pšenice	Tepelně upravená pšenice
Iniciální obsádka K ₂ (kg.ha ⁻¹)	201,13	202,00	201,19	403,13	401,88	402,50	403,13	402,5	401,25
Průměrná hmotnost nasazených ryb (kg.ks ⁻¹)	0,49	0,44	0,43	0,41	0,42	0,44	0,44	0,40	0,42
Hmotnost vylovených ryb K3 (kg.ha ⁻¹)	607,40	680,00	626,40	1737,75	1343,25	1567,88	1527	1663,13	1611,5
Celkový přírůstek (kg.ha ⁻¹)	406,28	478,00	425,21	1334,63	941,38	1165,38	1123,88	1260,63	1210,25
Relativní krmný koeficient (RKK kg.kg ⁻¹)				1,78	2,52	2,04	2,11	1,88	1,96

Zdroj: (Máchová, archiv VÚRH)

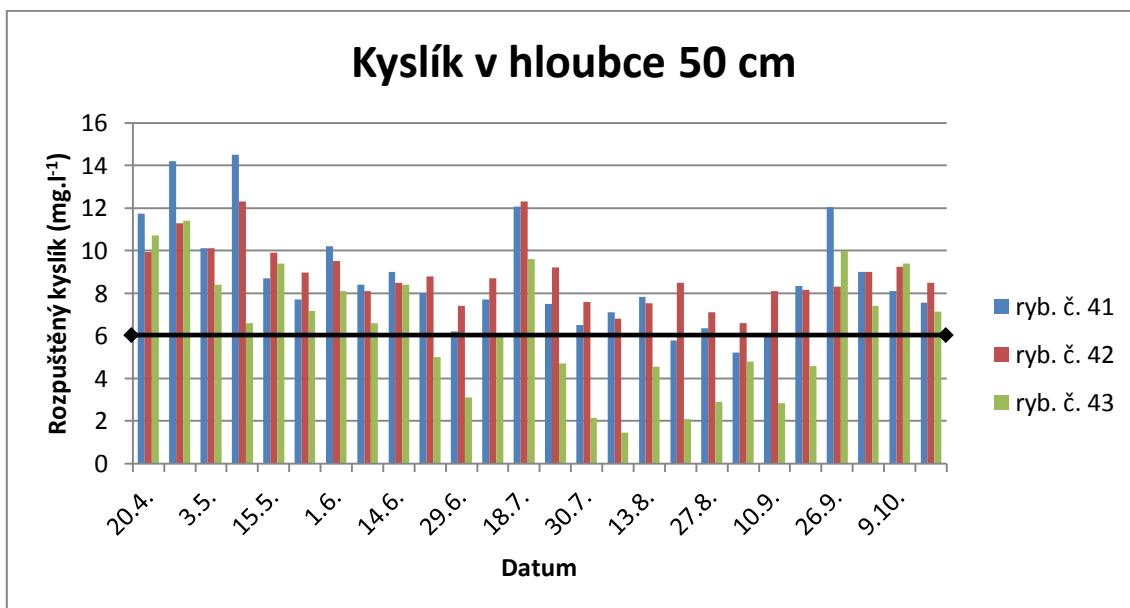
V grafech č. 19, 20 a 21 jsou vyznačeny průběhy koncentrací rozpuštěného kyslíku, které byly sledovány během celého pokusu v pravidelných intervalech.



Graf č. 19 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčkách, bez přikrmování. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

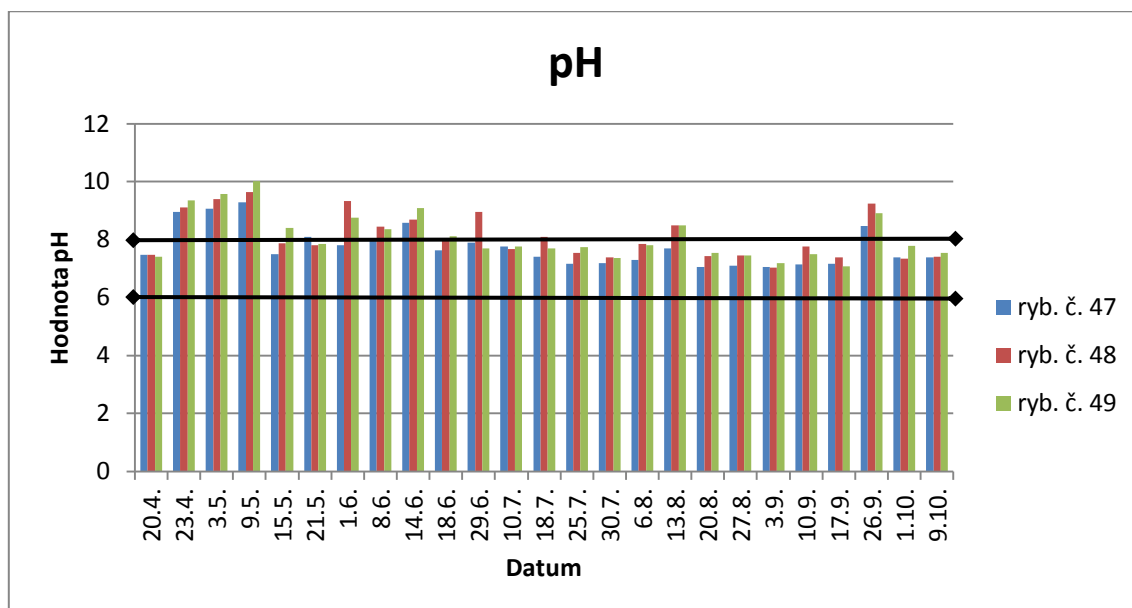


Graf č. 20 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, přikrmování pšenicí. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

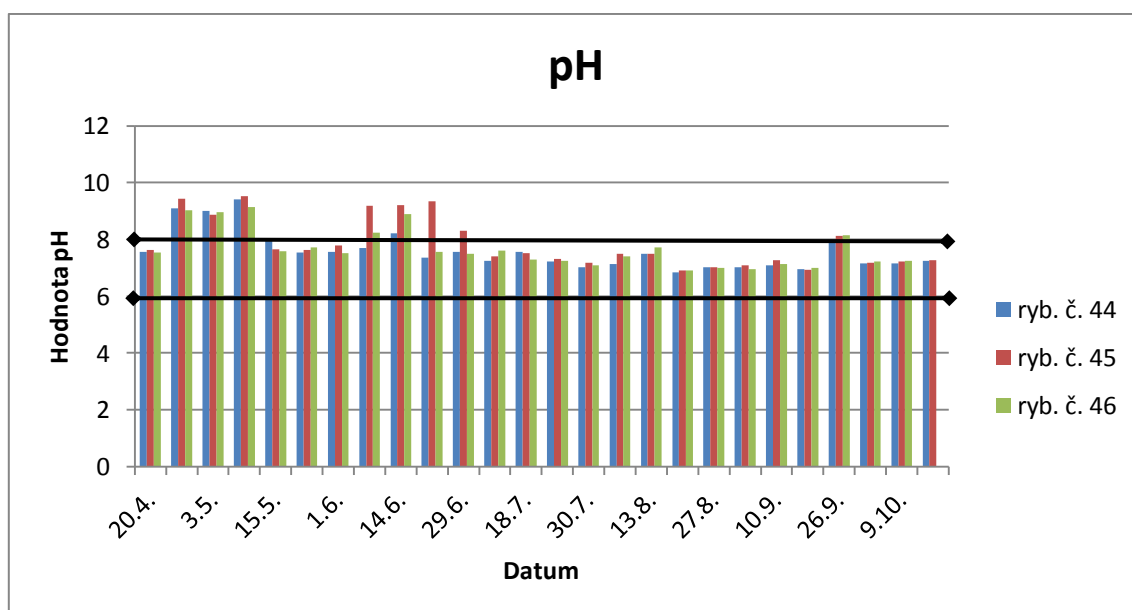


Graf č. 21 – Vývoj koncentrace rozpuštěného kyslíku v hloubce 50 cm v jednotlivých rybníčcích, přikrmování tepelně upravenou pšenicí. Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.

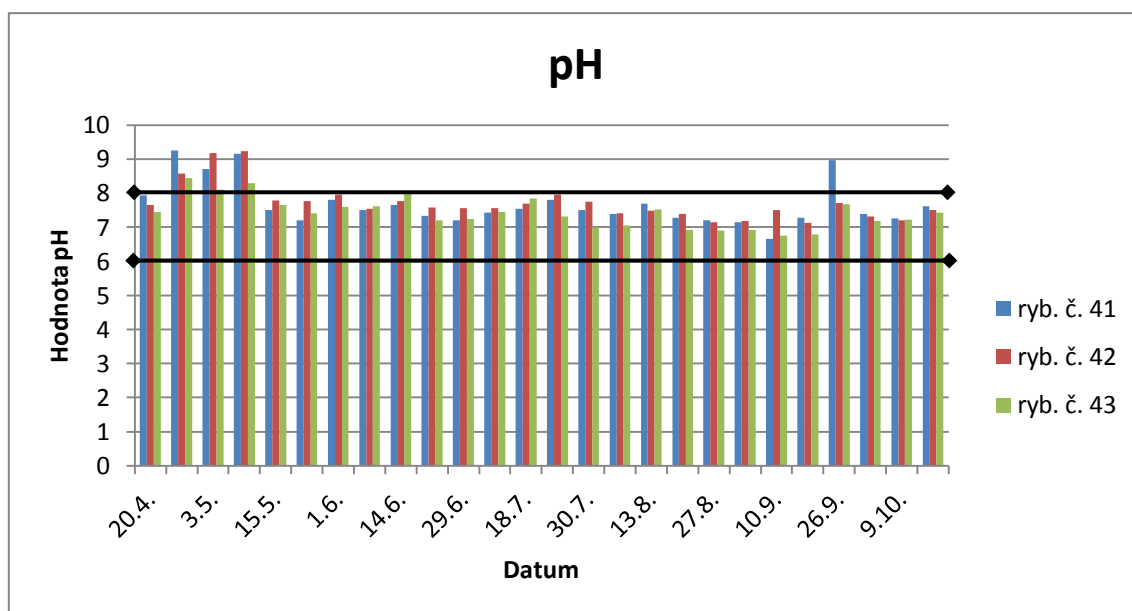
V grafech č. 22, 23 a 24 jsou vyznačeny hodnoty pH, které byly měřeny v pravidelných intervalech během celého pokusu.



Graf č. 22 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, bez přikrmování. Vodorovné přímky v grafu značí interval imisního standardu.



Graf č. 23 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, přikrmování pšenicí. Vodorovné přímky v grafu značí interval imisního standardu.



Graf č. 24 – Vývoj hodnot pH v jednotlivých rybníčcích, příkrmování tepelně upravenou pšenicí. Vodorovné přímký v grafu značí interval imisního standardu.

Přílohy č. 16, 17, 18 a 19 ukazují parametry kvality vody (rok 2012), které opakovaně nevyhovovaly imisním standardům daným Nařízením vlády č. 229/2007 Sb.

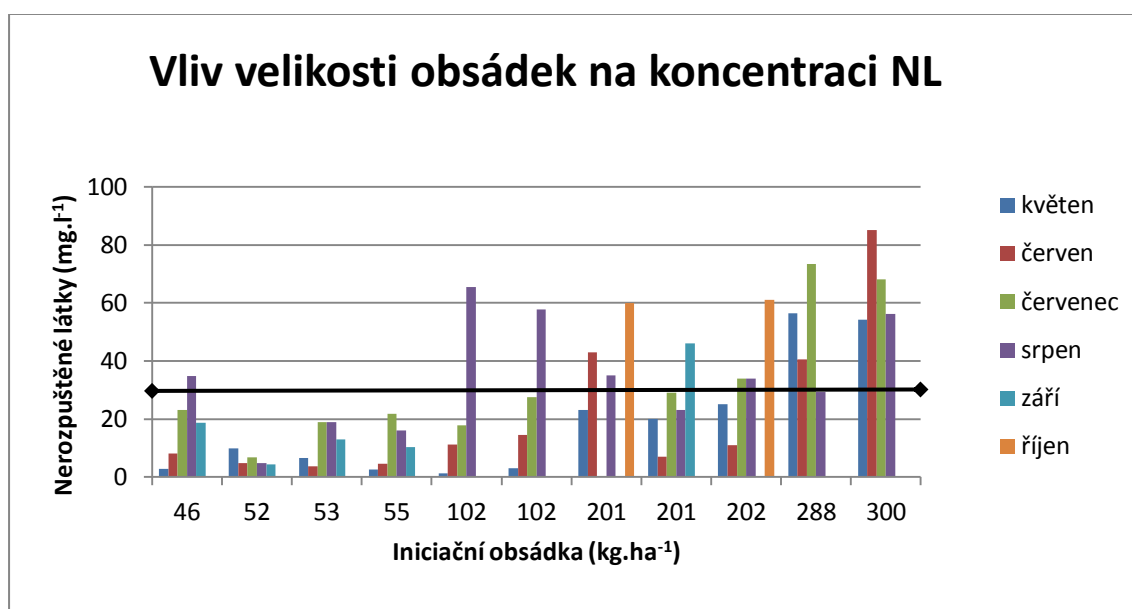
V tabulce č. 24 je uvedeno procentuální vyjádření množství nevyhovujících hodnot v roce 2012 ve vztahu k imisnímu standardu.

Tab. 24. Procentuální vyjádření nevyhovujících hodnot pro jednotlivé rybníčky 2012.

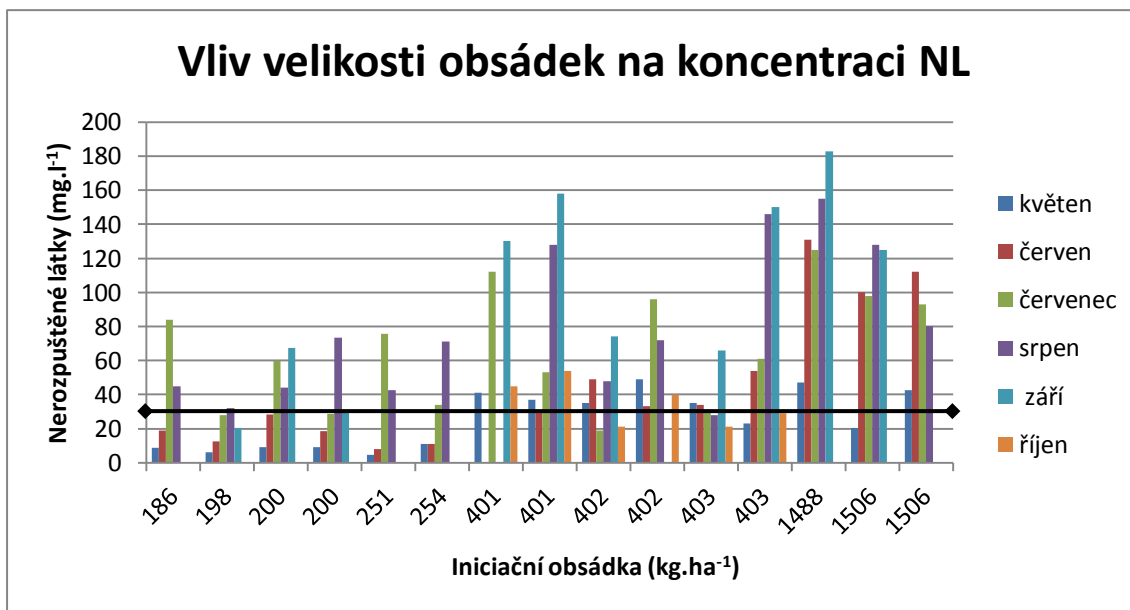
Parametr kvality vody	Imisní standard	Procento hodnot, které nevyhovují imisním standardům								
		Bez příkrmování			Příkrmování tepelně upravenou pšenicí			Příkrmování pšenicí		
		Ryb 47	Ryb 48	Ryb 49	Ryb 41	Ryb 42	Ryb 43	Ryb 44	Ryb 45	Ryb 46
pH	6-8	28	40	40	15,3	11,5	11,5	19,2	30,7	24
O ₂ (50 cm)	≥ 6	44	4	0	7,6	0	42,3	42,3	28	36,1
BSK ₅	6	83,3	66,6	80	66,6	50	100	66,6	83,3	83,3
CHSK _{Cr}	35	16,6	16,6	0	0	16,6	66,6	16,6	50	50
P _{celk.}	0,2	100	50	20	100	66,6	100	83,3	100	100
NL	25	83,3	66,6	40	83,3	66,6	100	83,3	100	100

Zdroj: (Máková, archiv VÚRH)

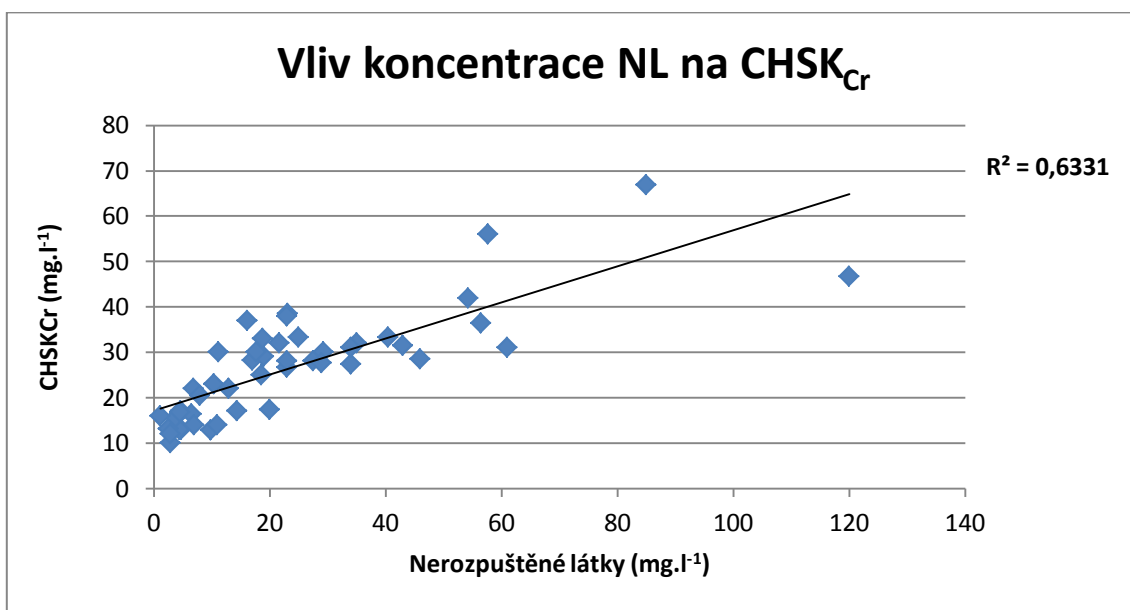
Grafy č. 25 a 26 zobrazují souvislost mezi velikostí obsádky a koncentrací nerozpuštěných látek, a to jak v případě, že ryby měly k dispozici pouze přirozenou potravu, tak v případě, že byly přikrmovány pšenicí nebo granulemi na rostlinném základě. Toto zjištění je velmi důležité, neboť s koncentrací nerozpuštěných látek úzce souvisí koncentrace celkového fosforu a organické zatížení vyjádřené jako $CHSK_{Cr}$, jak dokládají grafy č. 27, 28, 29 a 30. Na základě těchto zjištění lze tedy konstatovat, že velikost rybí obsádky tyto parametry kvality vody ovlivňuje. Ovšem jak již bylo uvedeno výše, tyto souvislosti lze s jistotou pozorovat pouze u pokusů, které jsou prováděny v rybnících ve srovnatelných podmínkách hlavní, proměnnou zde představuje velikost iniciální obsádky ryb.



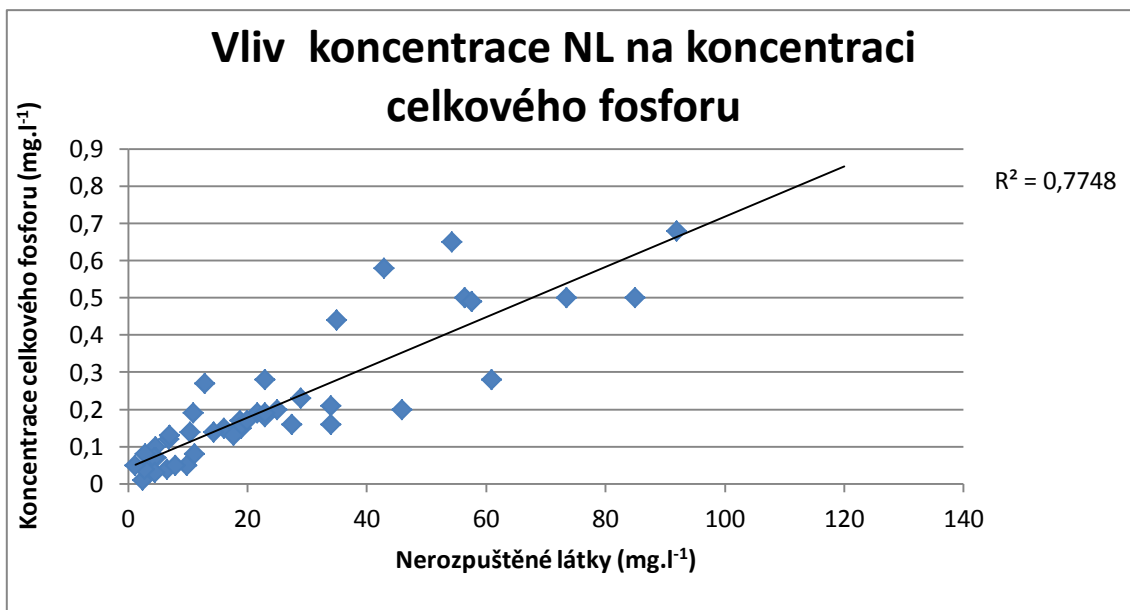
Graf č. 25 – Vliv velikosti obsádek na koncentraci nerozpuštěných látek (bez přikrmování).
Vodorovná přímka v grafu značí výši imisního standardu.



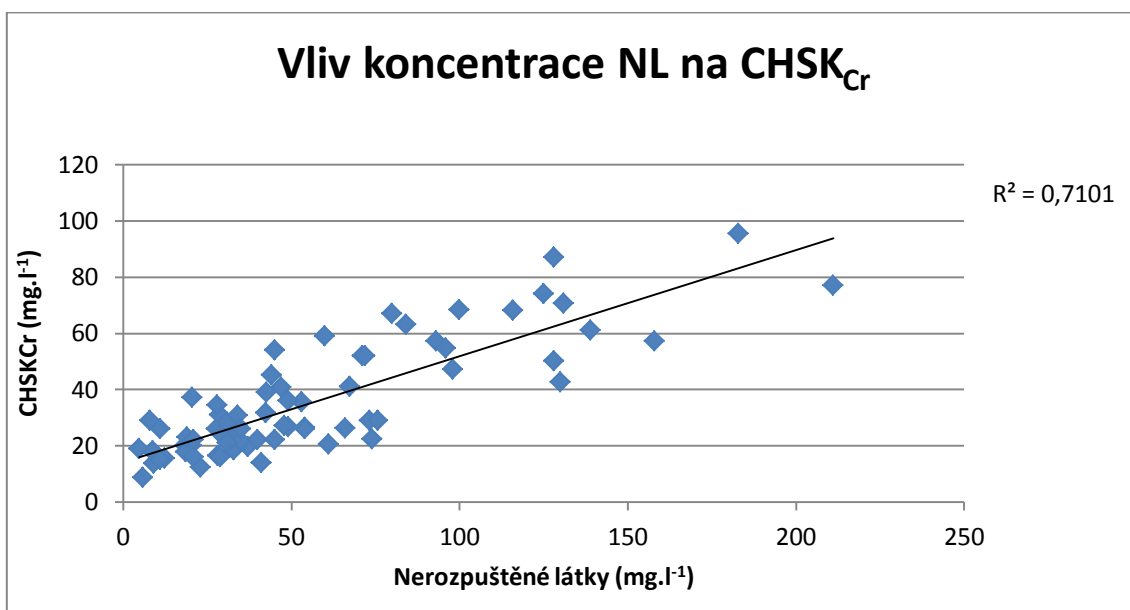
Graf č. 26 – Vliv velikosti obsádek na koncentraci nerozpuštěných látek (s příkrmováním).
Vodorovná přímkva v grafu značí výši imisního standardu.



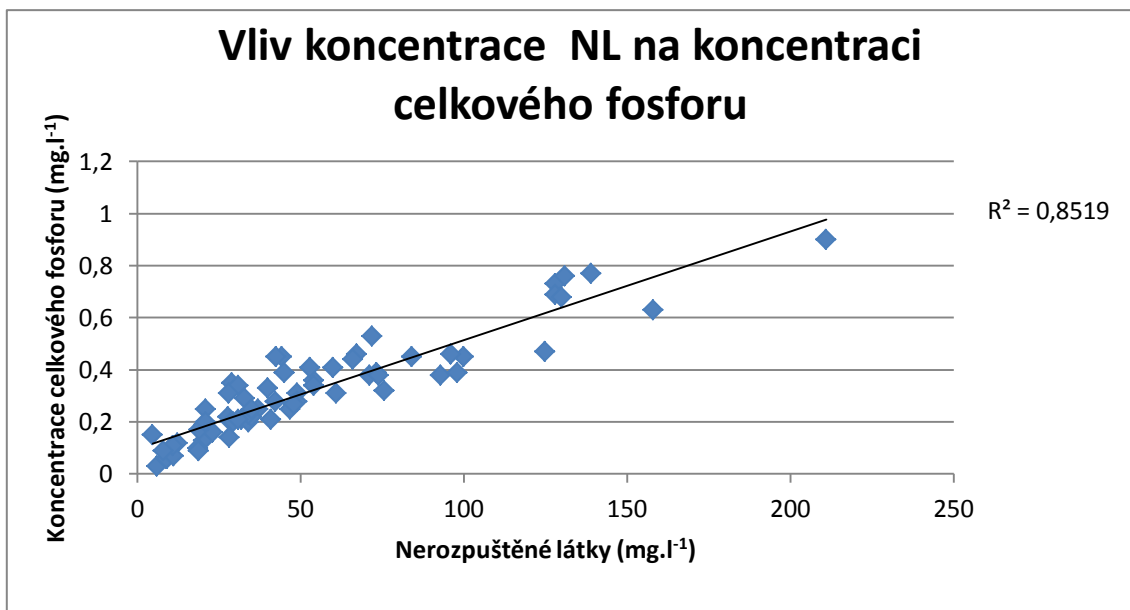
Graf č. 27 – Závislost CHSK_{Cr} na koncentraci nerozpuštěných látek (bez příkrmování).



Graf č. 28 – Vliv koncentrace nerozpuštěných látek na koncentraci celkového fosforu (bez příkrmování).



Graf č. 29 – Závislost $CHSK_{Cr}$ na koncentraci nerozpuštěných látek (s příkrmováním).



Graf č. 30 – Vliv koncentrace nerozpuštěných látek na koncentraci celkového fosforu (s příkrmováním).

5 Závěr

Z výsledků získaných ze zpráv, které se zabývají problematikou kvality vody v rybnících v souvislosti s intenzitou rybářského hospodaření vyplývá že,:

1) Rybníky kategorie I, II. 1 a II. 2 (rybníky, kde je rybám aplikováno krmivo a v závislosti na kvalitě vody povolována aplikace hnojiv) mají příznivý vliv na eliminaci amoniaku z přítokové vody, vykazovaly velmi příznivý index saprobity (hodnocený podle fytoplanktonu), nevykazovaly pachové závady ani při aplikaci vepřové kejdy a nebylo u nich zjištěno narušení samočisticí schopnosti vody. Ojedinele zde byly zaznamenány výraznější kyslíkové deficity, a opakovaně byly překračovány tehdy platné přípustné hodnoty BSK_5 a $CHSK_{Mn}$.

2) Na rybnících Školního rybářství Protivín a Městského hospodářství Vodňany byly opakovaně překračovány koncentrace celkového fosforu, hodnot $CHSK_{Mn}$, BSK_5 . K překračování platných imisních standardů docházelo bez ohledu na způsob hospodaření, neboť kvalita vody v nich byla výrazněji ovlivňována historií rybníků tj. velkým trofickým potenciálem dna těchto rybníků, jež svědčí o intenzivním hospodaření v letech minulých (intenzivní hnojení, splachy z povodí). Tento fakt byl nejvíce patrný u rybníků, kde byly ke hnojení používány drůbeží exkrementy a u rybníků kde byl provozován kaprokachní systém hospodaření - např. rybník Řežabinec.

3) Na rybnících žďárského regionu (Sykovec, Medlov, Velké Dářko) docházelo ve sledovaném období s výjimkou rybníku Velké Dářko k opakovanému překračování koncentrace fosforu, trofická úroveň rybníků byla ovlivněna chovem lososovitých ryb, předkládáním plnohodnotných krmiv a také rekreací. V důsledku zvyšující se trofické úrovně vody v těchto rybnících (zejména u rybníku Medlov) byly vysloveny obavy z narušení kyslíkového režimu a z toho vyplývajících problémů s chovem lososovitých ryb.

4) Poloprovozními pokusy prováděnými v letech 2008-2012 na pokusnictví VÚRH Vodňany byla prokázána souvislost mezi velikostí obsádky zhoršující se kvalitou vody v rybnících. Tato skutečnost byla dokumentována procenty hodnot, které nevyhovovaly příslušným imisním standardům (jednalo se zejména o koncentrace nerozpuštěných látek, celkového fosforu, a hodnot $CHSK_{Cr}$ a BSK_5). Se zvyšující se iniciální obsádkou

ryb narůstalo procento nevyhovujících hodnot, ale i míra jejich překročení. Rovněž byla prokázána přímá souvislost mezi koncentrací nerozpuštěných látek a koncentrací celkového fosforu a hodnotami $CHSK_{Cr}$.

5) Jako dlouhodobě problematické se jeví parametry kvality vody, jako jsou nerozpuštěné látky, celkový fosfor, BSK_5 a $CHSK_{Cr}$. Přestože již v osmdesátých letech minulého století byly vzneseny požadavky na úpravu (zvýšení) přípustných hodnot posledních dvou jmenovaných parametrů, následující legislativní úpravy uvedené hodnoty zpřísnily a tím se prohloubil problém s jejich dodržováním.

6 Seznam použité literatury

- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 350 s. ISBN 978-808-7437-094.
- Andreska, J., 1997. Lesk a sláva českého rybníkářství. Pacov, Nuga. 167 s. ISBN: 80-85903-06-7.
- Cablík, J., 1981. Úloha rybníků v nynější krajině. In: Kolektiv autorů, (Eds). Sborník 15. Sjezdu Československé geografické společnosti. Česká geografická společnost, Brno, s. 214 – 219.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. 2. aktual. vyd. Informatorium, Praha, 306 s. ISBN 80-860-7326-2.
- Dubský, K., 1998. Základy chovu kapra. 1. vyd. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha, 36 s. ISBN 80-7105-167-5.
- Dudek, F., 1979. Vývoj cukrovarnického průmyslu v českých zemích do roku 1872. Academia, Praha. 218 s.
- Füllner, G., Langer, N., Pfeifer, M., 2000. Ordnungsgemäße Teichbewirtschaftung im Freistaat Sachse. Sächsisches Landesanstalt für Landwirtschaft. Referat Fischerei, Königswarta, 66 p.
- Goldman, C. H., Horne, J., 1983. Limnology. 1st ed. McGraw-Hill, New York, 464 p. ISBN 0070236518.
- Grünwald, A., 1993. Hydrochemie. České Vysoké učení technické v Praze, Praha, 176 s ISBN 80-0100-952-1.
- Hartman, P., Příkryl, I., Štědroňský, E., 1998. Hydrobiologie. 2. přeprac. vyd. Informatorium, Praha, 335 s. ISBN 80-8607-327-0.
- Hartman, P., Příkryl, I., Štědroňský, E., 2005. Hydrobiologie. 3. přeprac. vyd. Informatorium, Praha, 359 s. ISBN 80-7333-046-6.

- Hartman, P., 2011. Agrotechnické lhůty a optimalizace hospodaření na rybnících. In: Hulík, M. (Eds). Intenzivní metody chovu ryb a ochrany kvality vod. Rybářství Třeboň a.s, Třeboň, s. 15 – 24.
- Hartman, P., 2012. Výživa rybníční biocenózy organickými hnojivy. Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita, Vodňany. ISBN 978-80-87437-50-6.
- Hartman, P., Regenda, J., 2014. Praktika v rybníkářství. 1. vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 375 s. ISBN 978-80-7514-009-8.
- Havrda, Z., 2010. Intenzita chovu ryb a ekologické aspekty v rybářství. In: Sborník příspěvků z odborné konference pořádané Střední rybářskou školou a VOŠ VHE Vodňany ve dnech 21-22. 5. 2010. Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, Vodňany, 88 s. ISBN 978-80 87096-10-9.
- Hejný, S., Pokorný, J., Květ, J., Husák, Š., Pecharová, E., 2000. Rostliny vod a pobřeží. East West Publishing company ve spolupráci s East West Publishing, Praha. 118 s. ISBN 80 7219-000-8.
- Heteša, J., Kočková, E., 1999. Hydrochemie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 106 s.
- Horáková, M., 1989. Chemické a fyzikální metody analýzy vod. 2. vyd. SNTL, Praha. 389 s.
- Horáková, M., 2003. Analytika vody. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 335 s. ISBN 80-7080-520.
- Hule, M., 2000. Rybníkářství na Třeboňsku: historický průvodce. Carpio, Třeboň, 250 s. ISBN 80-86434-00-1.
- Hutchinson, G., 1957. A treatise on limnology. 1st ed. Wiley. Xiv, New York, 1015 p.
- Janeček, V., Příkryl, I., Filipová, O., 1984. Sledování vlivu intenzifikace rybářství na kvalitu vod v rybnících v letech 1983-1984 - věcná část dílčího úkolu C11-329-11-02 intenzivní chov a odchov násadových a tržních ryb v rybnících a plovoucích klecích, Státního úkolu C11-329-111-02-02. Rozvoj chovu ryb včetně odpadního tepla, 9 s.
- Janeček, V., Svobodová, Z., Příkryl, I., Vykusová, B., Filipová, O., 1985. Zpráva o průběhu řešení věcných částí 2. časové etapy dílčího státního úkolu C 11-329-111-02-02. Vyhodnocení vlivu intenzifikace rybářství na kvalitu vod v rybnících, 37 s.

- Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbach, H., 1998. Phosphor und Stickstoffbilanzen von Karpfenteichen. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 7, p 181-189.
- Kratochvíl, A. F., 1995. Několik poznámek k počátkům rybníkářství v Čechách a na Moravě. In: Janeček, M. (Eds). Z historie českých rybníků. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Zbraslav. Carpio, Třeboň, s. 3 – 16.
- Kroupová, H., Máchová, J., Svobodová, Z., 2005. Dusitany ve vodním prostředí a jejich účinky na ryby – přehled. Bulletin VÚRH Vodňany 41: 154 - 170.
- Lellák, J., Kubíček, F., 1991. Hydrobiologie. 1. vyd. Univerzita Karlova, Praha, 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
- Máchová, J., Valentová, O., 2004. Kvalita vody v rybnících ve vztahu k požadavkům Metodického pokynu MŽP z roku 2003 pro posuzování žádosti o výjimku z ustanovení § 39 odst. 1 zákona č 254/2001 Sb. o vodách a k imisním hodnotám daným nařízením vlády č. 61/2003 Sb. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, VÚRH, Vodňany, 35 s.
- Máchová, J., Faina, R., Mráz, J., Picková, J., Valentová, O., Beránková, P., Sudová, E., Svobodová, Z., 2010. Vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících a kvalitu masa ryb. Bulletin VÚRH Vodňany 46: 19-30.
- Míka, A., 1955. Slavná minulost českého rybníkářství. Orbis, Praha, 59 s.
- Novotný, J., 1977. Jihočeské rybníky. Historická geografie, České Budějovice, 8 s.
- Ntengwe, W. F., Edém, O. M., 2004. Physico-chemical and microbiological properties of the water for fish production through small ponds. Physics and chemistry of the Earth 33, p. 71-77.
- Pechar, L., Radová, J., 1996. Hydrobiologické zhodnocení vývoje třeboňských rybníků od konce 19. století. In: Janda, J. (Eds). Význam rybníků pro krajinu střední Evropy. Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko, Praha, s. 78–82. ISBN 2-8317-0322-0.
- Pitter, P., 1999. Hydrochemie. 3. vyd. VŠCHT, Praha, 568 s. ISBN 80-7080-340-1.
- Pitter, p., 2009. Hydrochemie. 4. vyd. Vydavatelství VŠCHT, Praha, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.

- Pokorný, J., Lucký, Z., Lusk, S., Pohunek, M., Jurák, M., Štědroňský, E., Prášil, O., 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník. Fraus, 649 s. ISBN 80-7238-117-2.
- Příkryl, I., Kröpfelová, L., Pechar, L., 2008. Mokřady a voda v krajině. In: Konference 18. - 20. 6. 2008. ENIKI, Třeboň, 103 s. ISBN 978-80-254-2329-5.
- Růžička, K., 1954. Z historie rybníkářství., 12 s.
- Spurný, P., Heteša, J., Sukop, I., Mareš, J., Jirásek, J., Kočková, E., Žáková, Z., 1998. Sledování vlivu rybářské výroby na kvalitu vod žďárského regionu. Okresní úřad Žďár nad Sázavou, Žďár nad Sázavou, 42 s.
- Svobodová, Z., Gelnarová, J., Justýn, J., Krupauer, V., Máchová, J., Simanov, L., Valentová, V., Vykusová, B., Wohlgemuth, E., 1987. Toxikologie vodních živočichů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 231 s. ISBN 07-084-87.
- Svobodová, Z., Vykusová, B., Máchová, J., 1992. Havarijní a dlouhodobé znečištění povrchových vod. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany, 180 s. ISBN 80 9010-871-7.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Kroupová, H., 2008. Otravy ryb. In: Svobodová, Z. (Eds). Veterinární toxikologie v klinické praxi. Profi press, Praha, s. 201-217.
- Šafaříková, S., Kouřil, M., 2006. Dusík, fosfor, živiny v krajině. In: Hrázský, Z., Šafaříková, S. (Eds.), Živiny v krajině: dusík, fosfor, eutrofizace půdy a vody, indikace dusíku. DAPHNE ČR - Institut aplikované ekologie, s. 3-6.
- Šálek, J., Míka, Z., Tresová, A., 1989. Rybníky a účelové nádrže. 1. Vydání. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 267 s. ISBN 80-03-00092-0.
- Valentová, O., Máchová, J., Faina, R., Kroupová, H., Svobodová, Z., 2009. Souprava combi - terénní analýzy vody. Edice Metodik. VÚRH JU Vodňany, č. 90, 28 s. ISBN 978-80-85887-90-7.
- Valentová, O., Máchová, J., Faina, R., 2012. Vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících. Bulletin VÚRH 48, Vodňany, s. 21 – 30.
- Valentová, O., Máchová, J., Kocour - Kroupová, H., 2013. Základy hydrochemie: návody pro laboratorní cvičení. 1. vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 123 s. ISBN 978-80-8743-746-9.

Vorel, P., 2007. Zlatá doba českého rybníkářství. Vodní hospodářství v ekonomice 16. století. Dějiny a současnost, Praha, s. 30 – 33.

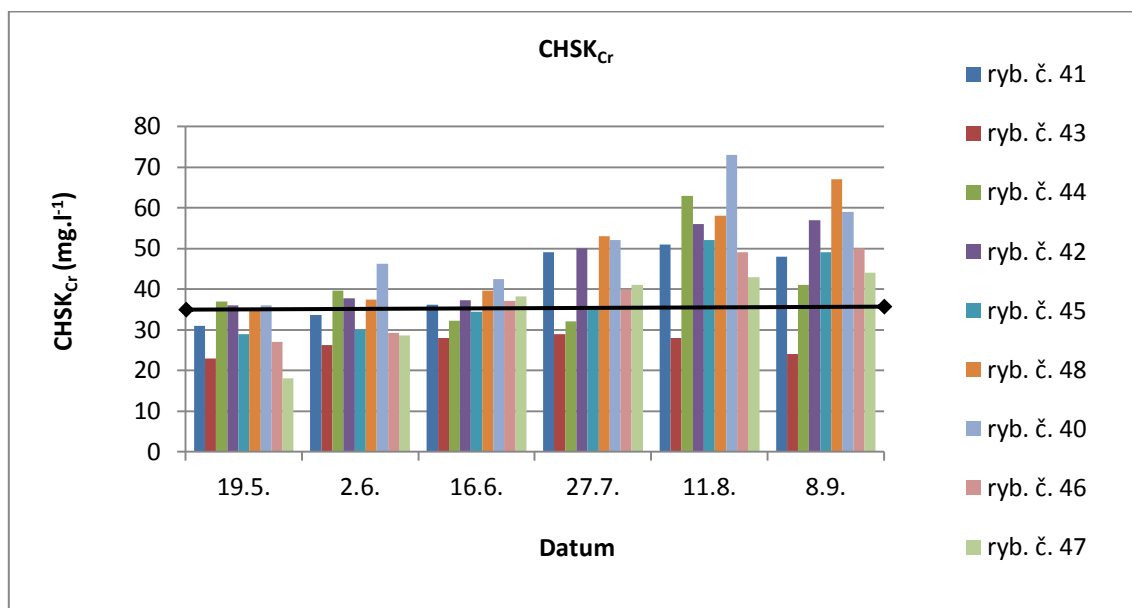
Zdroje online:

Ministerstvo zemědělství ČR. Národní strategický plán pro oblast rybníkářství 2007 – 2013[online]. 2007 [cit. 2014 – 11 – 20]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/39753/Narodni_strategicky_plan_pro_oblast_rybnikarsvi_27_7_07.pdf.

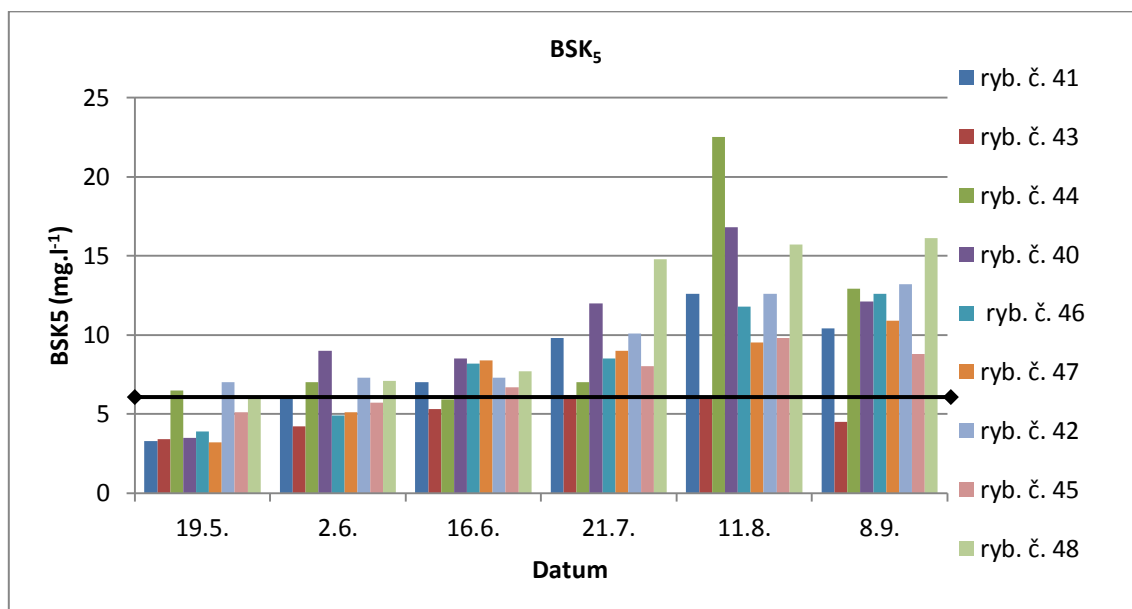
7 Seznam příloh

- Příloha č. 1: Vývoj hodnot $CHSK_{Cr}$ v roce 2008.
- Příloha č. 2: Vývoj hodnot BSK_5 v roce 2008
- Příloha č. 3: Vývoj koncentrace fosforu v roce 2008.
- Příloha č. 4: Vývoj hodnot $CHSK_{Cr}$ v roce 2009.
- Příloha č. 5: Vývoj hodnot BSK_5 v roce 2009.
- Příloha č. 6: Vývoj koncentrací fosforu v roce 2009.
- Příloha č. 7: Vývoj koncentrací nerozpuštěných látek v roce 2009.
- Příloha č. 8: Vývoj hodnoty $CHSK_{Cr}$ v roce 2010.
- Příloha č. 9: Vývoj hodnoty BSK_5 v roce 2010.
- Příloha č. 10: Vývoj koncentrace fosforu v roce 2010.
- Příloha č. 11 : Vývoj koncentrace nerozpuštěných látek v roce 2010.
- Příloha č. 12: Vývoj hodnot $CHSK_{Cr}$ v roce 2011.
- Příloha č. 13: Vývoj hodnot BSK_5 v roce 2011.
- Příloha č. 14: Vývoj koncentrace fosforu v roce 2011.
- Příloha č. 15: Vývoj koncentrace nerozpuštěných látek 2011.
- Příloha č. 16: Vývoj hodnot $CHSK_{Cr}$ v roce 2012.
- Příloha č. 17: Vývoj hodnot BSK_5 v roce 2012.
- Příloha č. 18: Vývoj koncentrace celkového fosforu v roce 2012.
- Příloha č. 19: Vývoj koncentrace nerozpuštěných látek v roce 2012.

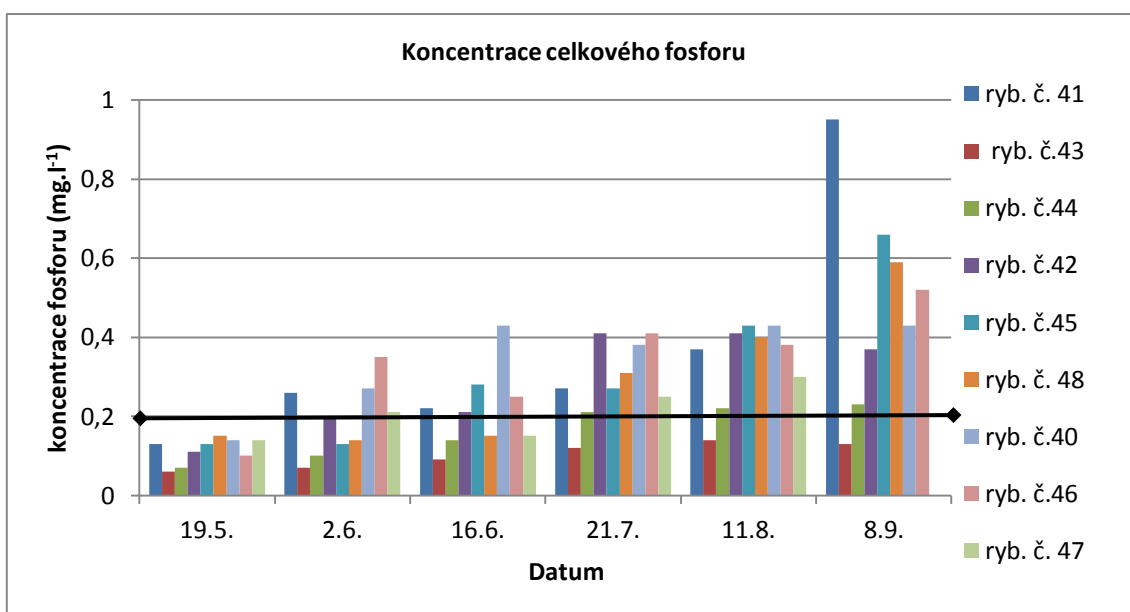
8 Přílohy



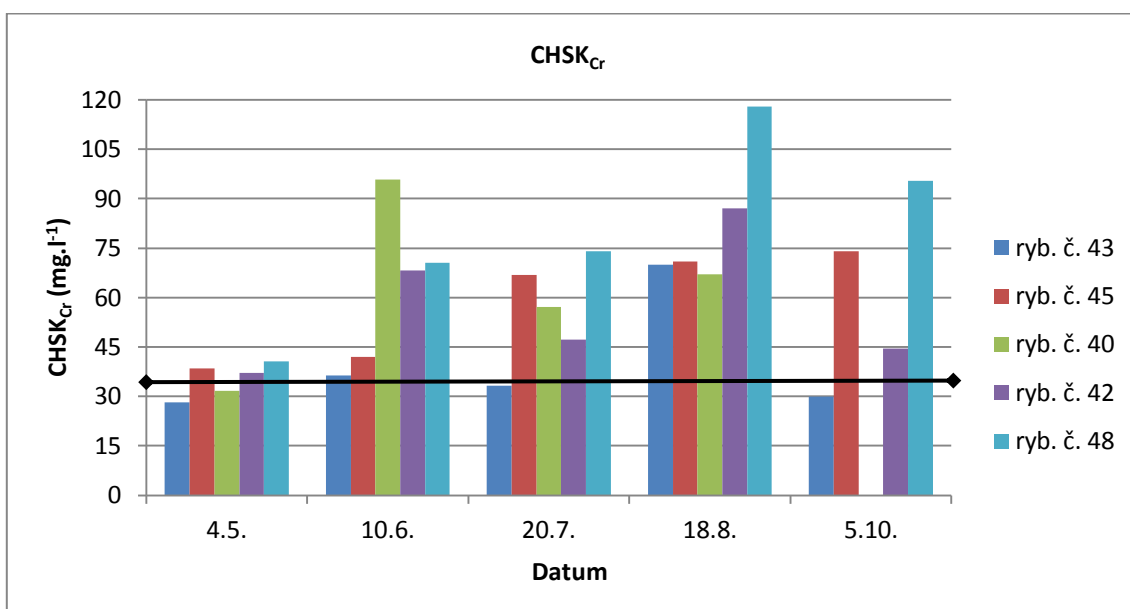
Příloha č. 1 – Vývoj hodnot CHSK_{Cr} V roce 2008. V rybnících č. 41, 43, 44 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu. V rybnících č. 42, 45, 48 byly ryby přikrmovány pšenicí a v rybnících č. 40, 46 a 47 byly ryby přikrmovány tepelně upravovanou pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



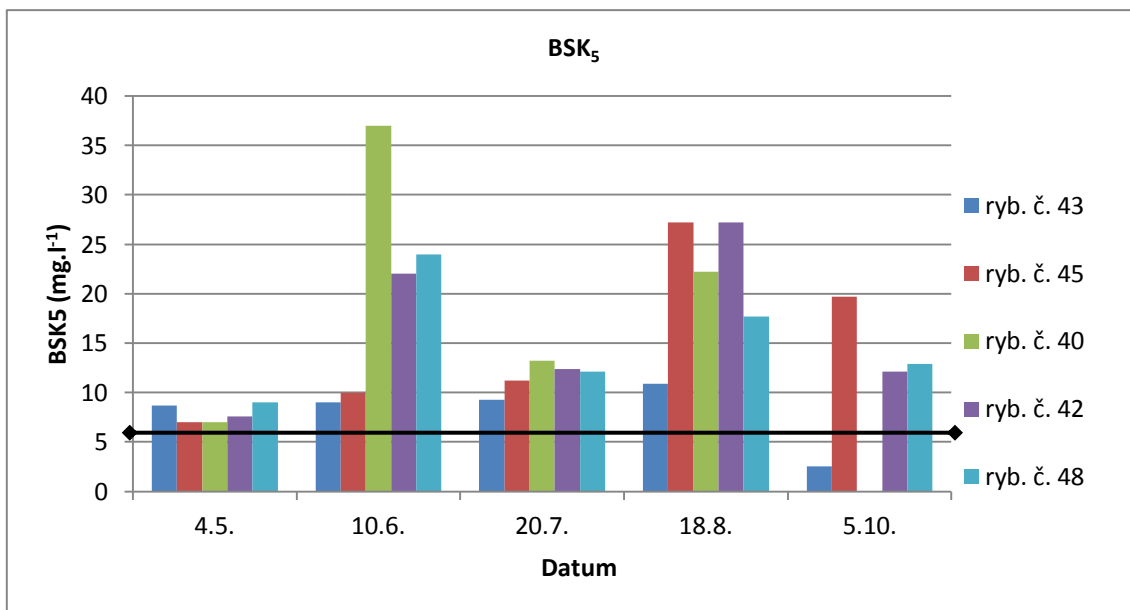
Příloha č. 2 – Vývoj hodnot BSK₅ v roce 2008. V rybnících č. 41, 43, 44 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu. V rybnících č. 42, 45, 48 byly ryby přikrmovány pšenicí a v rybnících č. 40, 46 a 47 byly ryby přikrmovány tepelně upravovanou pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



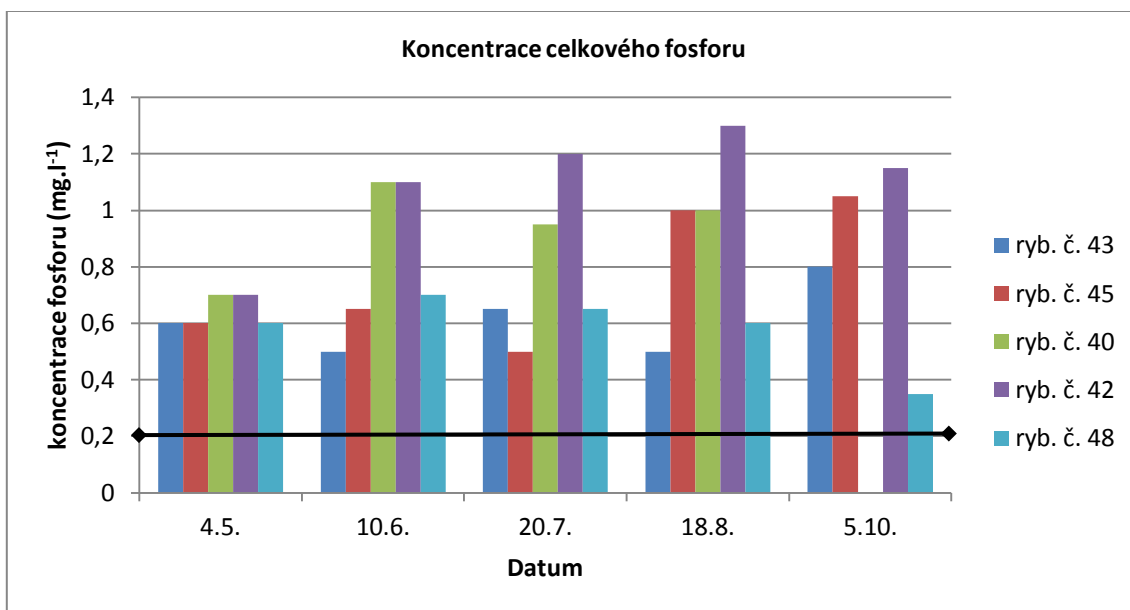
Příloha č. 3 – Vývoj koncentrace fosforu v roce 2008. V rybnících č. 41, 43, 44 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu. V rybnících č. 42, 45, 48 byly ryby přikrmovány pšenicí a v rybnících č. 40, 46 a 47 byly ryby přikrmovány tepelně upravovanou pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



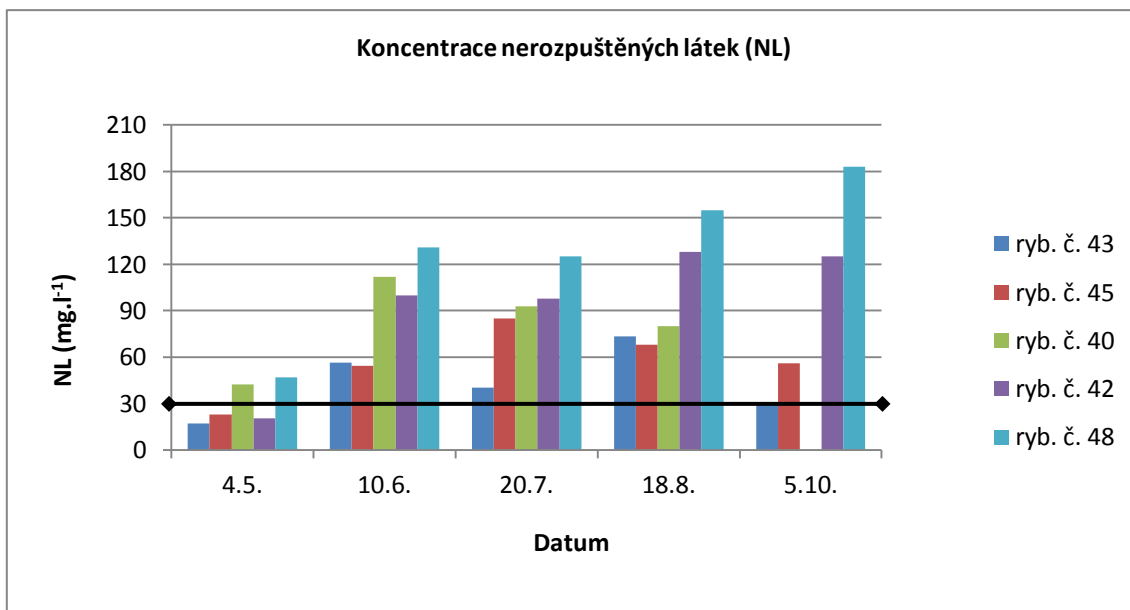
Příloha č. 4 – Vývoj hodnot CHSK_{Cr} v roce 2009. V rybnících č. 43, 45 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 40, 42, 48 byly ryby přikrmovány lněnými granulami. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



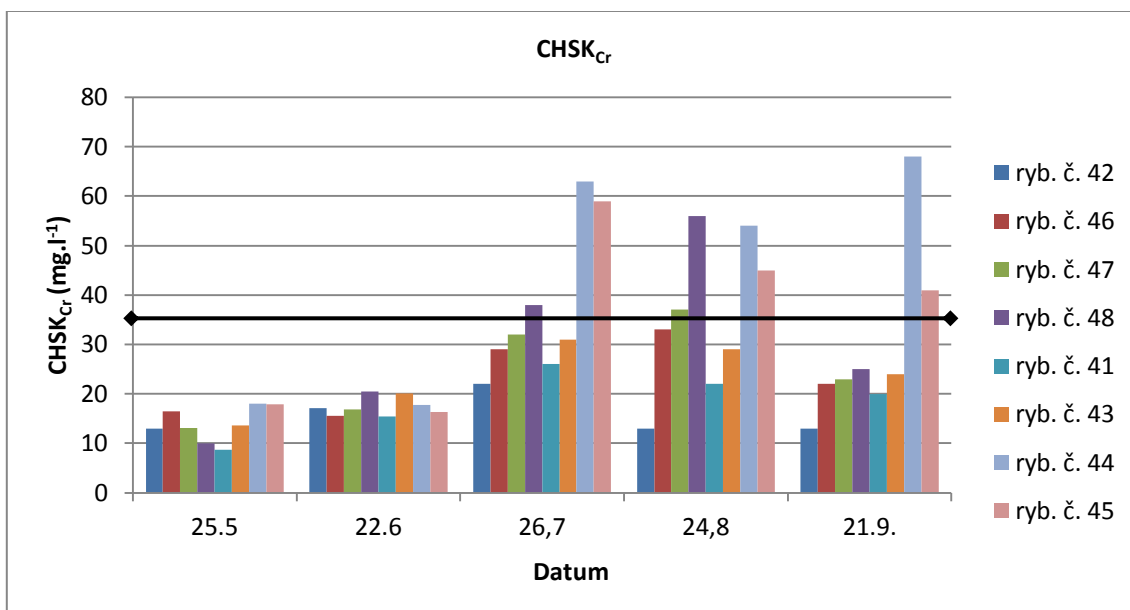
Příloha č. 5 – Vývoj hodnot BSK₅ v roce 2009. V rybnících č. 43, 45 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 40, 42, 48 byly ryby přikrmovány lněnými granulemi. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



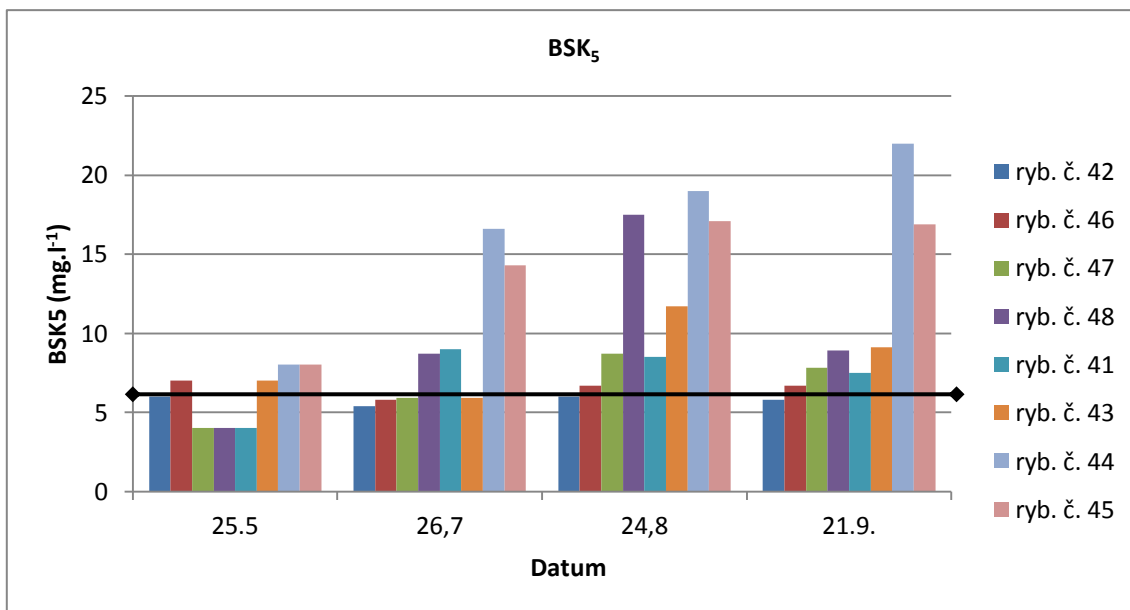
Příloha č. 6 – Vývoj koncentrací fosforu v roce 2009. V rybnících č. 43, 45 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 40, 42, 48 byly ryby přikrmovány lněnými granulemi. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



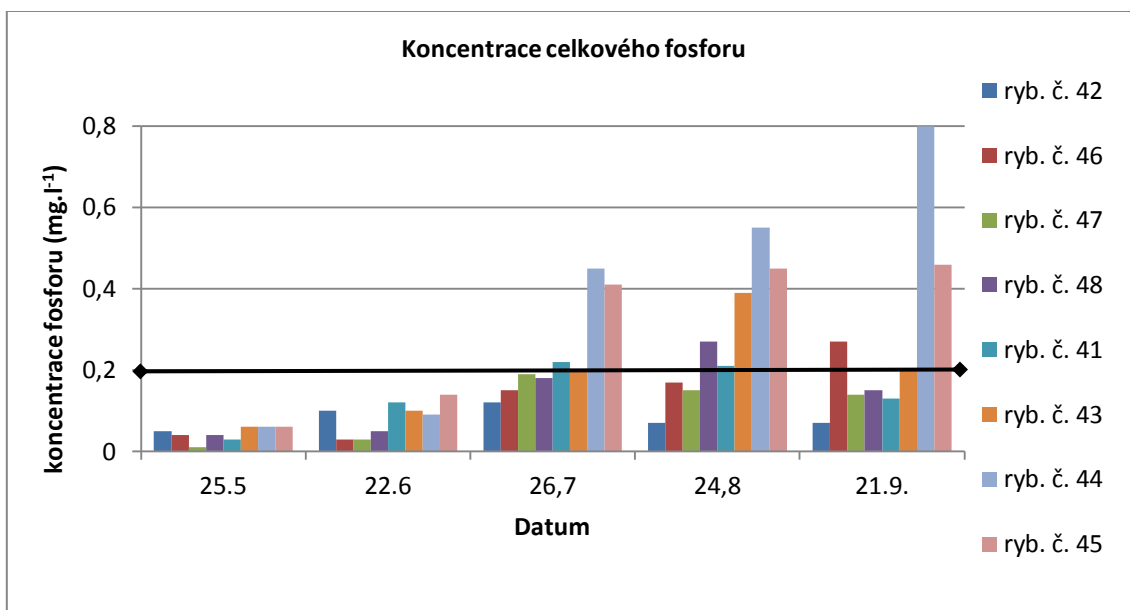
Příloha č. 7 – Vývoj koncentrací nerozpuštěných látek v roce 2009. V rybnících č. 43, 45 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 40, 42, 48 byly ryby přikrmovány lněnými granulemi. Příмка v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



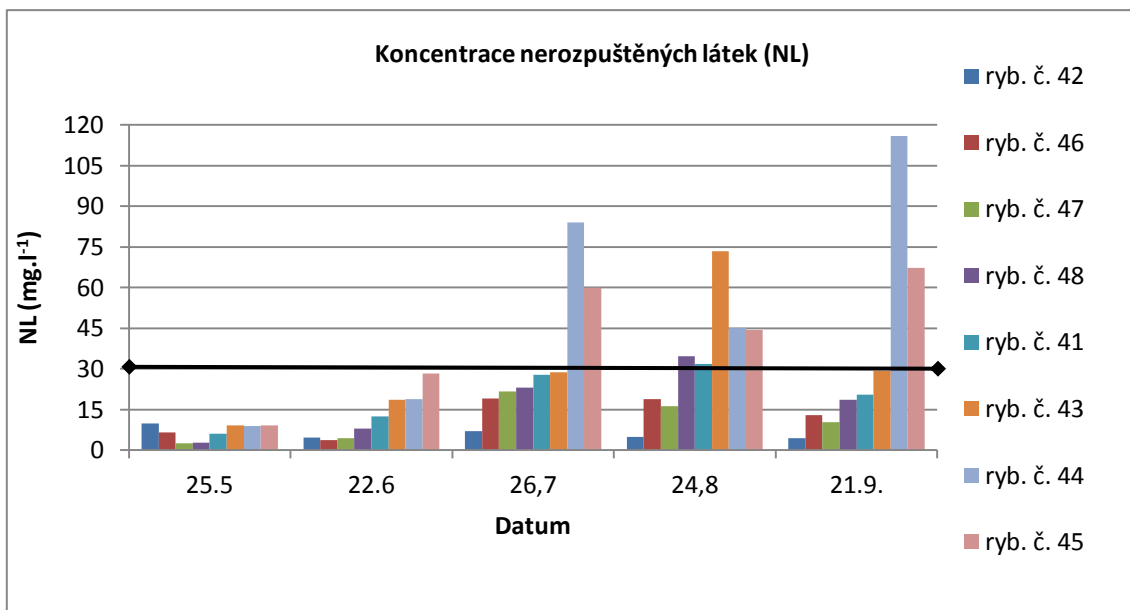
Příloha č. 8 – Vývoj hodnoty CHSK_{Cr} v roce 2010. V rybnících č. 42, 46, 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 41, 43, 44 a 45 byly ryby přikrmovány pšenicí. Příмка v grafu zobrazuje výši imisního.



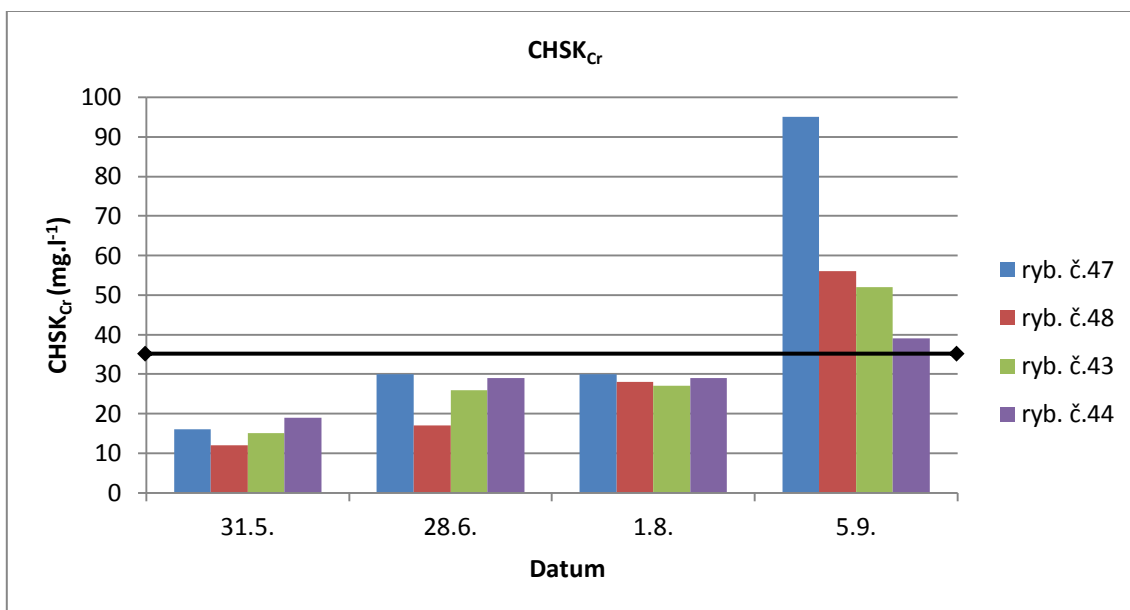
Příloha č. 9 – Vývoj hodnoty BSK₅ v roce 2010. V rybnících č. 42, 46, 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 41, 43, 44 a 45 byly ryby přikrmovány pšenicí. Přímkva v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



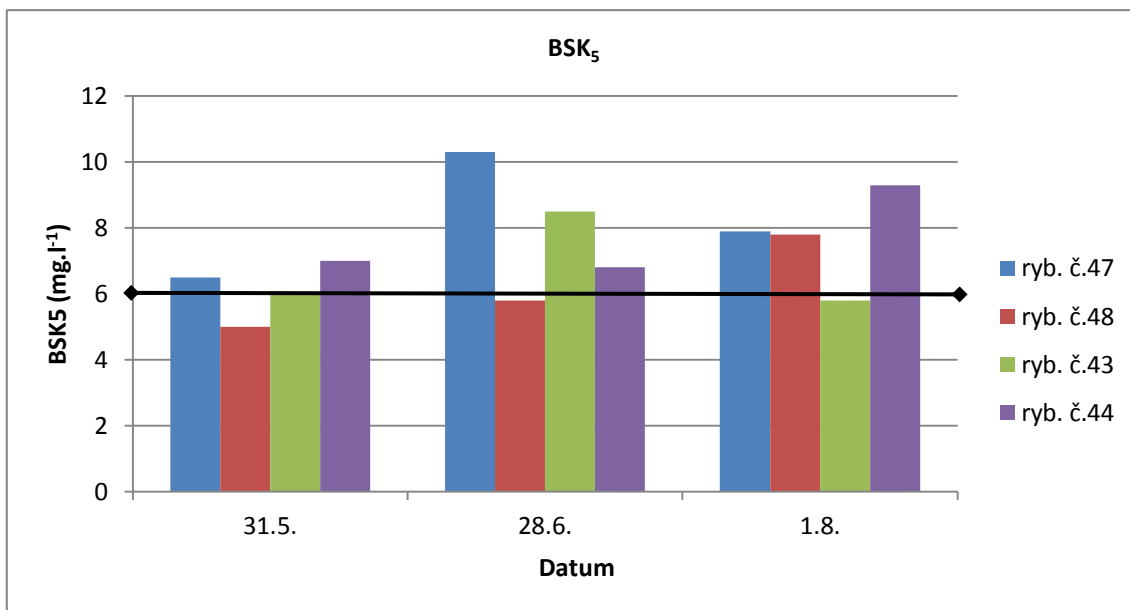
Příloha č. 10 – Vývoj koncentrace fosforu v roce 2010. V rybnících č. 42, 46, 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 41, 43, 44 a 45 byly ryby přikrmovány Pšenicí. Přímkva v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



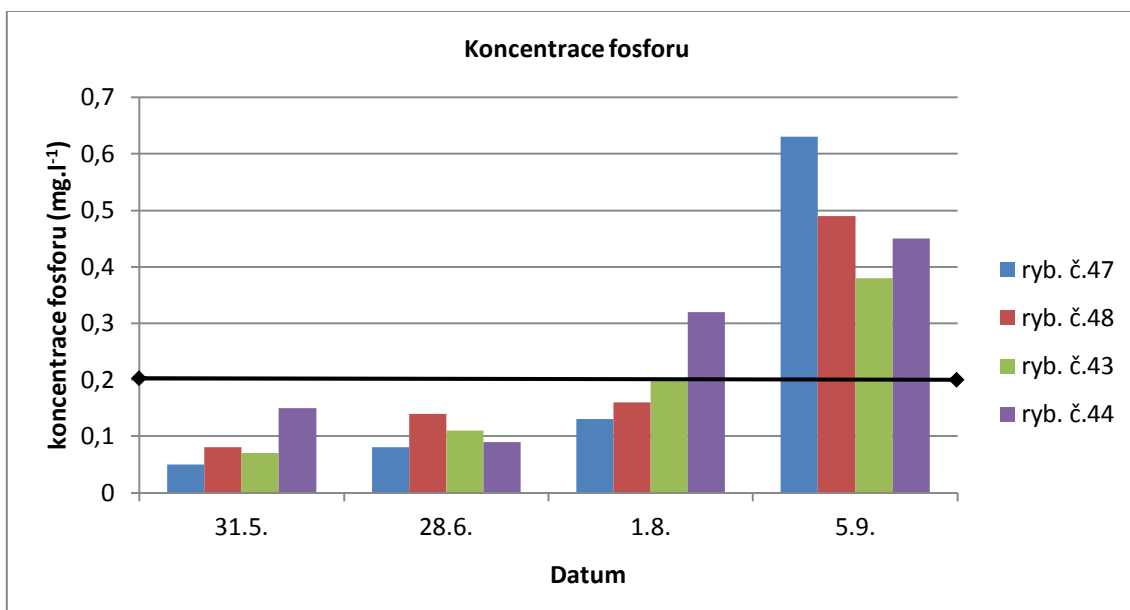
Příloha č. 11 – Vývoj koncentrace nerozpuštěných látek v roce 2010. V rybnících č. 42, 46, 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 41, 43, 44 a 45 byly ryby přikrmovány pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



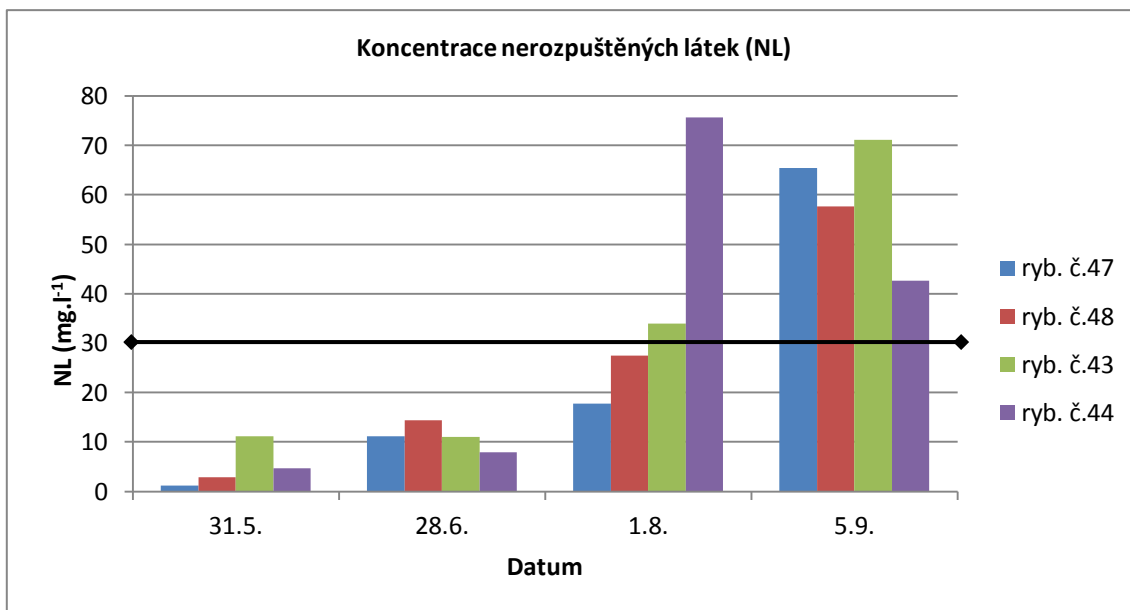
Příloha č. 12 – Vývoj hodnot CHSK_{Cr} v roce 2011. V rybnících č. 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 43 a 44 byly ryby přikrmovány pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



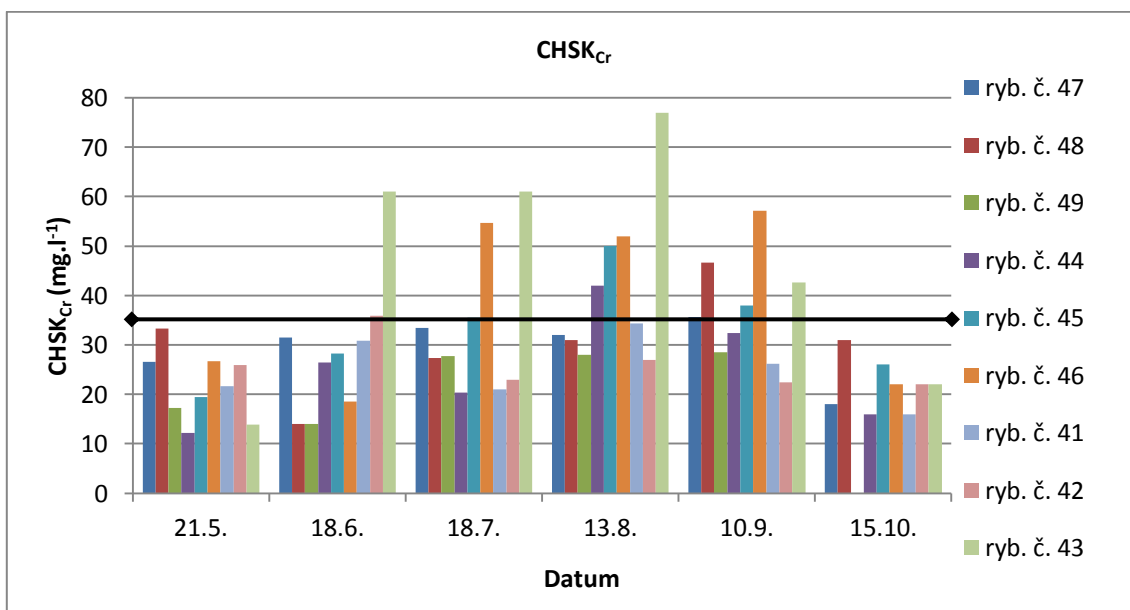
Příloha č. 13 – Vývoj hodnot BSK₅ v roce 2011. V rybnících č. 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 43 a 44 byly ryby přikrmovány pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



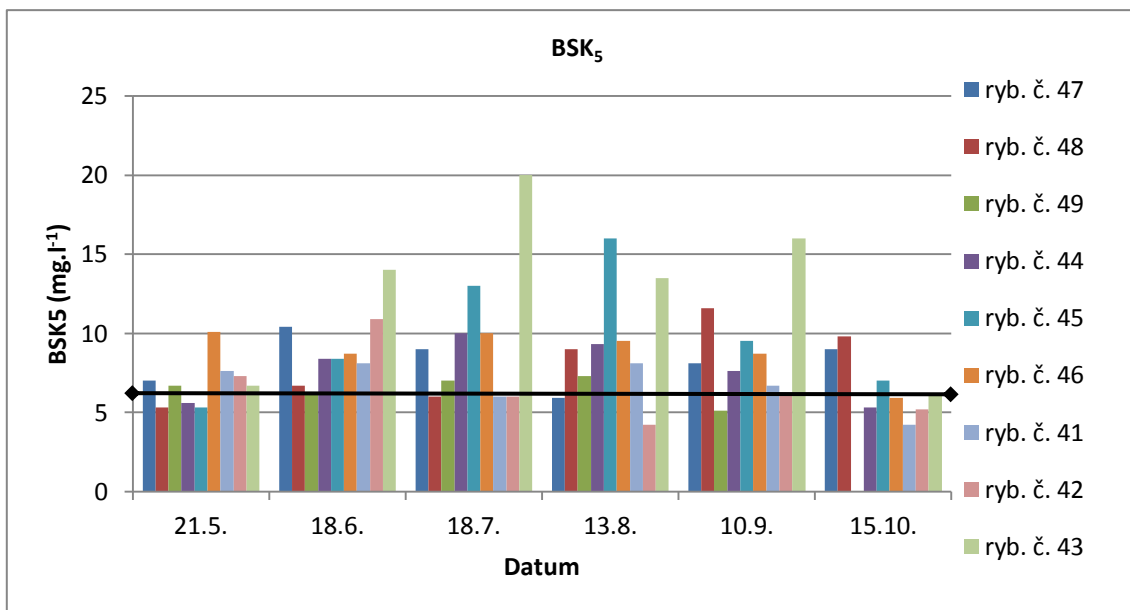
Příloha č. 14 - Vývoj koncentrace fosforu v roce 2011. V rybnících č. 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 43 a 44 byly ryby přikrmovány pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



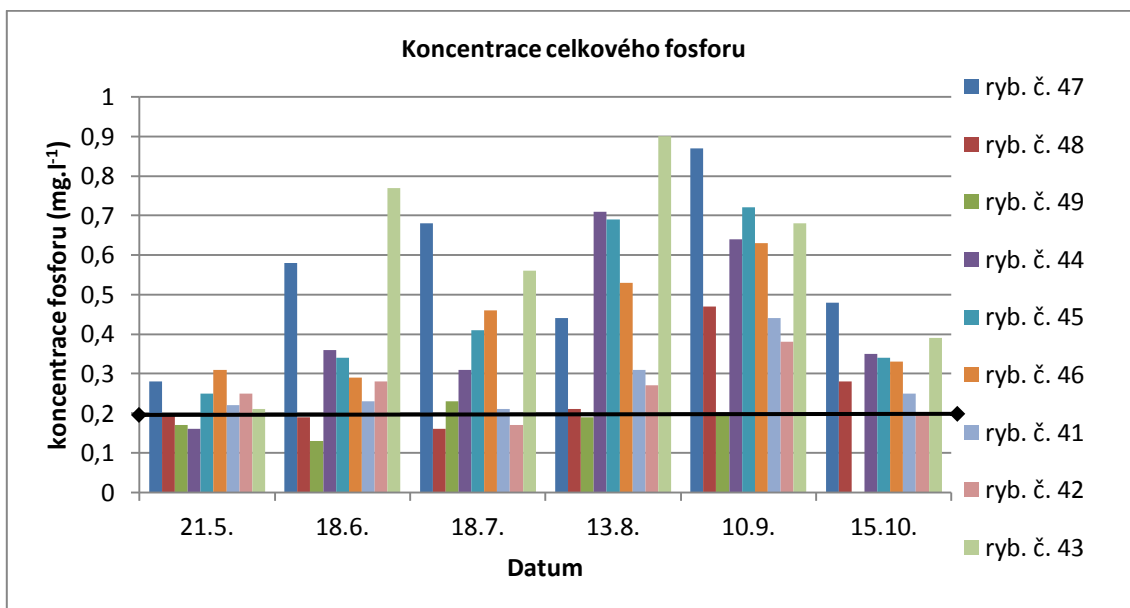
Příloha č. 15 – Vývoj koncentrace nerozpuštěných látek v roce 2011. V rybnících č. 47 a 48 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 43 a 44 byly ryby přikrmovány pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



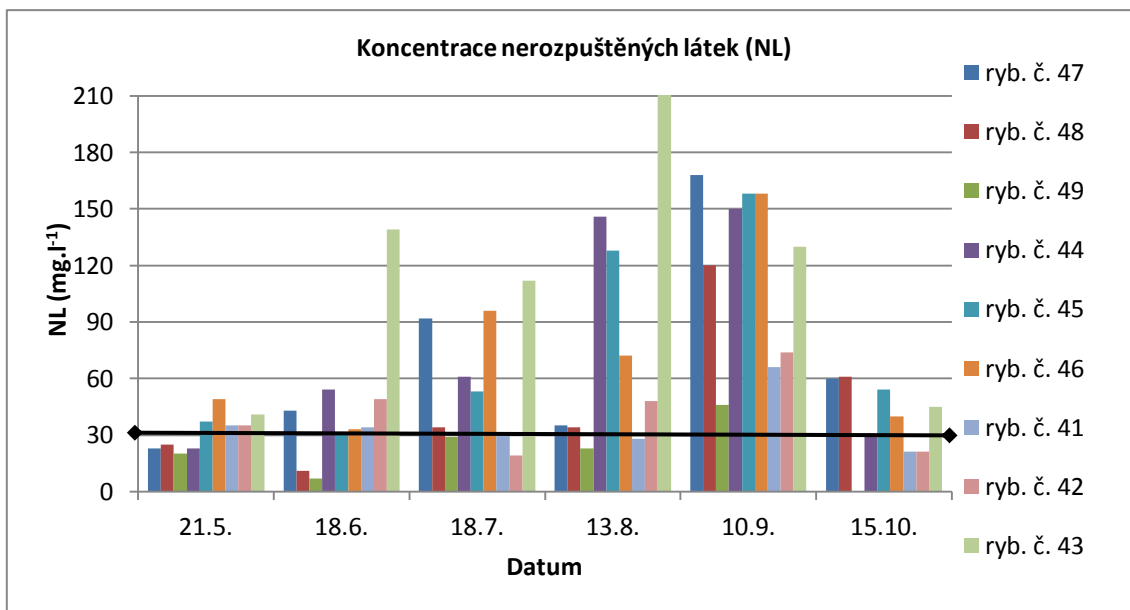
Příloha č. 16 – Vývoj hodnot CHSK_{Cr} v roce 2012. V rybnících č. 47, 48 a 49 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 44, 45 a 46 byly ryby přikrmovány pšenicí. A v rybnících č. 41, 42 a 43 byly ryby přikrmovány tepelně upravenou pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



Příloha č. 17 – Vývoj hodnot BSK₅ v roce 2012. V rybnících č. 47, 48 a 49 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 44, 45 a 46 byly ryby přikrmovány pšenicí. A v rybnících č. 41, 42 a 43 byly ryby přikrmovány tepelně upravenou pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



Příloha č. 18 – Vývoj koncentrace celkového fosforu v roce 2012. V rybnících č. 47, 48 a 49 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 44, 45 a 46 byly ryby přikrmovány pšenicí. A v rybnících č. 41, 42 a 43 byly ryby přikrmovány tepelně upravenou pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.



Příloha č. 19 – Vývoj koncentrace NL v roce 2012. V rybnících č. 47, 48 a 49 měly ryby k dispozici pouze přirozenou potravu, v rybnících č. 44, 45 a 46 byly ryby přikrmovány pšenicí. A v rybnících č 41, 42 a 43 byly ryby přikrmovány tepelně upravenou pšenicí. Přímka v grafu zobrazuje výši imisního standardu.

9 Abstrakt

Vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících

V úvodní části práce je popsána historie českého rybníkářství a podány bližší informace o vybraných parametrech kvality rybníční vody, které jsou z hlediska rybářské výroby důležité a mnohdy rizikové. V hlavní části předložené práce jsou shrnuta data z literatury, závěrečných zpráv a databáze VÚRH Vodňany zpracovaná ve formě tabulek a grafů, aby přehledně prezentovala fyzikálně chemické vlastnosti rybníční vody včetně stručných údajů o způsobu hospodaření, případně jiných důležitých okolnostech, které by mohly kvalitu vody rovněž ovlivňovat. Hlavním zdrojem dat mé práce byly čtyři projekty, které se během poměrně dlouhého časového období, a to od osmdesátých let minulého století až po rok 2012, touto problematikou zabývaly. Největší pozornost byla věnována datům získaným v rámci řešení projektu NAZV QH-82113 „Šetrné a efektivní hospodaření na rybnících s maximálním využitím stávajícího trofického potenciálu a udržení dobré kvality vody i rybí produkce“ v letech 2008-2012 na pokusnictví VÚRH Vodňany. Zde se jednalo o ucelený soubor dat získaných z poloprovozních podmínek, kde bylo možno pracovat vždy v několikanásobném opakování a za velmi dobře srovnatelných a dokumentovaných podmínek (velikost rybníků, zdroj vody, způsob hospodaření). Na základě některých publikovaných dat a dat získaných z databáze VÚRH Vodňany se podařilo prokázat přímý vliv velikosti iniciálních obsádek na kvalitu vody v rybnících (zejména koncentraci nerozpuštěných látek, na míru organického znečištění a na koncentraci celkového fosforu). Obecně jako parametry, které často nevyhovují legislativním požadavkům, lze označit nerozpuštěné látky, koncentrace kyslíku, celkového fosforu a hodnoty BSK₅ a CHSK_{Cr}, jejichž hodnoty jsou někdy v praxi ovlivňovány faktory jako např. historie rybníku, jiné než produkční využití rybníku v předešlém období (deponie odpadů z živočišné výroby, rekreační využití apod.).

Klíčová slova: kapr obecný, příkrmování ryb, imisní standard, celkový fosfor, CHSK_{Cr}, BSK₅, organické zatížení, nerozpuštěné látky.

10 Abstract

The influence of fishery farming intensity on water quality in ponds

The introductory part deals with the history of czech fish farming and there is given further information on selected quality parameters of pond water, which are important and risky in terms of fishery production. The main part of the thesis summarises data from the literature, final reports and RIFCH (The research institute of fish culture and hydrobiology) Vodňany database is processed in a form of tables and graphs for clear presenting of physiochemical properties of pond water, including brief details about the way of fish farming, eventually about other important factors, which could also affect the water quality. The main data source of my thesis were four projects, which dealt with this issue during a relatively long period of time, from the seventies of the last century until the year 2012. The greatest attention was paid to data gained under NAZV QH-82113 project „Careful and effective fish farming with maximal utilization of current trophic potential and keeping of sufficient water quality and fish production" in the years 2008-2012 at experipentals ponds of RIFCH Vodňany. There was a comprehensive set of data gained from semi-intensive conditions, where working multiple times and in a very well comparable and under well documented conditions (size of ponds, water supply, fish farming methods) was possible. Based on some published data and data obtained from VÚRH Vodňany database, it was able to demonstrate a direct influence of the size of initial stocking density on the water quality of ponds (especially the concentration of suspended solids, volume of organic pollutions and the total concentration of a phosphor). Generally, parameters, which often do not comply with legislative requirements, could be described as suspended solids, concentration of oxygen, ammonium, total phosphor and Biochemical oxygen demant (BOD_5) and Chemical oxygen demant (COD_{Mn} or COD_{Cr}) values, whose values are sometimes influenced by factors such as for instance the history of a pond, other than production usage of the pond in the previous period (deponie of waste from livestock production, recreational activities etc.)

Key words: common carp, aplikation of feed, valid standard, total phosphor, COD_{Cr} , BOD_5 , organic load, suspended solids.

