

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybnářství a ochrany vod
Ústav akvakultury

Bakalářská práce

**VLIV BIOLOGICKÉ FILTRACE NA KVALITU
VODY V ZAHRADNÍM JEZÍRKU S CHOVEM
OKRASNÝCH RYB**

Autor: Ing. Jaromír Mitáš

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.

Studijní program a obor: N 4103 Zootechnika - Rybnářství

Forma studia: Kombinovaná

Ročník: 3.

České Budějovice, 2013

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 odevzdanému textu 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 Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum 3.5. 2013



.....
Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D., i konzultantovi Ing. Vlastimilu Stejskalovi, Ph.D., za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji za zapůjčení přístroje k provedení měření v intervalu 24 hodin.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ing. Jaromír MITÁŠ**
Osobní číslo: **V10B002K**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv biologické filtrace na kvalitu vody v zahraničním jezírku s chovem okrasných ryb**

Zadávací katedra: **Ústav akvakultury**

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

Objektem tématu navržené bakalářské práce je v současnosti aktuální problematika chovu okrasných ryb (zejména kaprů koi) v zahradních bazénech při využití mechanické a biologické filtrace vody.

Cílem práce je posoudit vliv různých systémů čištění a úpravy kvality vody s využitím mechanické a biologické filtrace, včetně změn v průběhu roku, zejména ve vegetačním období. Metodický postup spočívá ve sledování provozu a fyzikálně-chemických vlastností vody v průběhu jednoho vegetačního období u dvou zahradních okrasných bazénů s chovem kaprů koi. V teoretické části student prokáže schopnost pracovat s vědeckou, odbornou a firemní literaturou (včetně cizojazyčné), výsledkem bude literární přehled zahrnující biologickou charakteristiku a problematiku chovu okrasných ryb v zahradních bazénech, zejména problematiku využití a účinnosti mechanických a biologických filtrů různé konstrukce s cílem dosažení odpovídající kvality vody jak pro chov ryb, tak s ohledem na chov pro okrasné účely, na trvalou vysokou průhlednost vody. Během vlastního sledování v průběhu celého vegetačního období (od jara do podzimu), které bude probíhat ve dvou odlišně provozovaných bazénech s obsádkou okrasných ryb (v soukromém objektu využívaném zpracovatelem bakalářské práce), bude sledován průběh teploty vody, změny fyzikálně-chemických parametrů vody, zejména obsah kyslíku a pH (s využitím přístrojů oximetru a pH-metru), dále orientačně obsah amoniaku, dusitanů, dusičnanů a fosforu. Uvedené analýzy budou prováděny pravidelně jednak v průběhu sezóny, jednak minimálně 3 x v průběhu sezóny v rámci 24 hodinového sledování (ve 2-3 hodinových intervalech). Na začátku a na konci sezóny bude zjištěna hmotnost a početnost rybí obsádky. V průběhu roku bude zaznamenáváno množství zkrmeného krmiva a dopouštění vody (v důsledku odparu, provozu filtrů a dalších technologických zásahů, souvisejících s úbytkem vody v bazénech). Doplňkově bude sledováno a zaznamenáváno zarůstání vodními rostlinami, provádění různých chovatelských a technických zásahů, případně evidována i další zjištění. Změny stavu a technologické vybavení okrasných bazénů budou fotograficky dokumentovány. Dosažené naměřené výsledky student zpracuje s využitím počítačového softwaru a porovná s výsledky a závěry z dostupné vědecké, odborné a firemní literatury.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 schémat, tabulek a grafů

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran textu

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Baruš, V., Oliva, O. (eds.) (1995). Mihulovci (Petromyzontes) a Ryby (Osteichthyes) (2). Fauna ČR a SR. ACADEMIA, nakladatelství AVČR, 1. vydání, Praha, 693 s.

Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V. 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany, 40 s.

Kouřil, J., Kujal, B. 2009. Využití recirkulačních systémů k intenzivnímu chovu ryb. Vodohospodářský bulletin. Čs. Společnost vodohospodářská, České Budějovice, s. 16-19.

Štěch, L. 2007. KOI barevní japonští kapři. Vyd. Alcedor Zliv, 350 s.

Timmons, M.B. (ed.) 2002. Recirculating aquaculture systems. 2nd Edition. NRAC Publication, 769 s.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.**

Ústav akvakultury

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.**

Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2013**


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


Ing. Pavel Vejseka, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 3. února 2012

Obsah:	Strana
1. Úvod.....	6
2. Hlavní stať	7
2.1. Literární přehled.....	7
2.1.1. Charakteristika recirkulačních akvakulturních systémů	7
2.1.2. Chovná nádrž	7
2.1.3. Mechanický filtr.....	8
2.1.4. Biologický filtr.....	10
2.1.5. Ohřev a chlazení vody	12
2.1.6. Aerace vody	12
2.1.7. Oxigenace vody	13
2.1.8. Desinfekce vody	13
2.1.9. Přítok doplňovací vody	15
2.1.10. Odkalení systému	15
2.1.11. Kořenové čistírny	15
2.1.12. Parametry kvality vody pro RAS	16
2.2. Materiál a metodika.....	19
2.2.1. Charakteristika nádrže 1	19
2.2.2. Charakteristika nádrže 2	20
2.2.3. Orientační měření	20
2.2.4. Měření v intervalu 24 hodin.....	22
2.2.5. Ostatní pozorování a zásahy	22
2.3. Výsledky	23
2.3.1. Hmotnost ryb	23
2.3.2. Množství krmiva	23
2.3.3. Množství doplňované vody.....	23
2.3.4. Průhlednost vody	24
2.3.5. Zarůstání vegetací	24
2.3.6. Orientační měření	24
2.3.7. Naměřené hodnoty v intervalu 24 hodin.....	28
2.3.8. Ostatní zásahy	30
2.4. Diskuze.....	31
3. Závěr	33
4. Přehled použité literatury	34
5. Seznam zkratk	35
6. Seznam tabulek, obrázků a příloh.....	36
7. Přílohy.....	38
7.1. Příloha č.1 - Fotodokumentace k nádržím a filtracím.....	38
7.2. Příloha č.2 - Přehled vybraných druhů okrasných ryb	43
8. Abstrakt.....	49
9. Abstract.....	50

1. Úvod

Budování okrasných nádrží bylo v minulosti poměrně komplikované a pracné. Počátkem 90. let minulého století se do České republiky začaly dovážet nové technologie pro zakládání zahradních jezírek a rybníčků. Opustily se poměrně problémové materiály jako beton nebo polyethylenové fólie a nahradily je fólie polyvinylchloridové a kaučukové. Tyto nové druhy fólií mají mnohem větší odolnost proti klimatickým jevům a lépe se s nimi manipuluje. To jsou asi nejdůležitější důvody poměrně širokého nasazení vodních ploch do zahradní architektury. Zahradní jezírko nebo rybníček se stávají moderním fenoménem dnešní doby. S nástupem nových technologií dochází i ke zvětšování objemu zahradních nádrží a k jejich intenzivnějšímu zarybňování. V minulých letech byly symbolem našich zahrad malá betonová jezírka osázená lekníny s barevnými karasi. Dnes se již často setkáváme s nádržemi mnohem většími, se zahradními rybníčky, do kterých jsou vysazováni japonští barevní kapři Koi a různé druhy jeseterovitých ryb. Větší množství velkých ryb v nádrži vede ke zvýšeným nárokům na filtraci a výměnu vody. Dodavatelé nabízejí různé druhy filtrací v různých cenových relacích. Při volbě vhodné filtrace je nutné vycházet z plánovaného určení okrasné nádrže, předpokládaného zarybňování a velikosti. V současné době se při návrhu filtračního systému vychází ze zkušeností z oblasti recirkulačních akvakulturních systémů.

Cílem této práce bylo zaměřit se na technologie, které jsou použitelné při filtraci vody v chovu okrasných druhů ryb. Základem bylo několik 24 hodinových měření pH a obsahu kyslíku na více místech v systému a orientačních měření dalších hodnot u dvou nádrží s chovem okrasných druhů ryb s rozdílným typem filtrace. Kromě teploty a fyzikálně-chemických vlastností vody v obou nádržích byla také zaznamenávána všechna chovatelská opatření včetně záznamů spotřebovaného krmiva. Práce byla zaměřena na popis jednotlivých systémů a funkcí filtrace, především na biologické procesy. Dále se soustředila na problematiku využití mechanických a biologických filtrů různých konstrukcí s cílem dosažení odpovídající kvality vody pro chov okrasných druhů ryb s důrazem na trvalou průhlednost vody. Všechna měření a pozorování byla prováděna na chovatelských zařízeních autora práce.

2. Hlavní stat'

2.1. Literární přehled

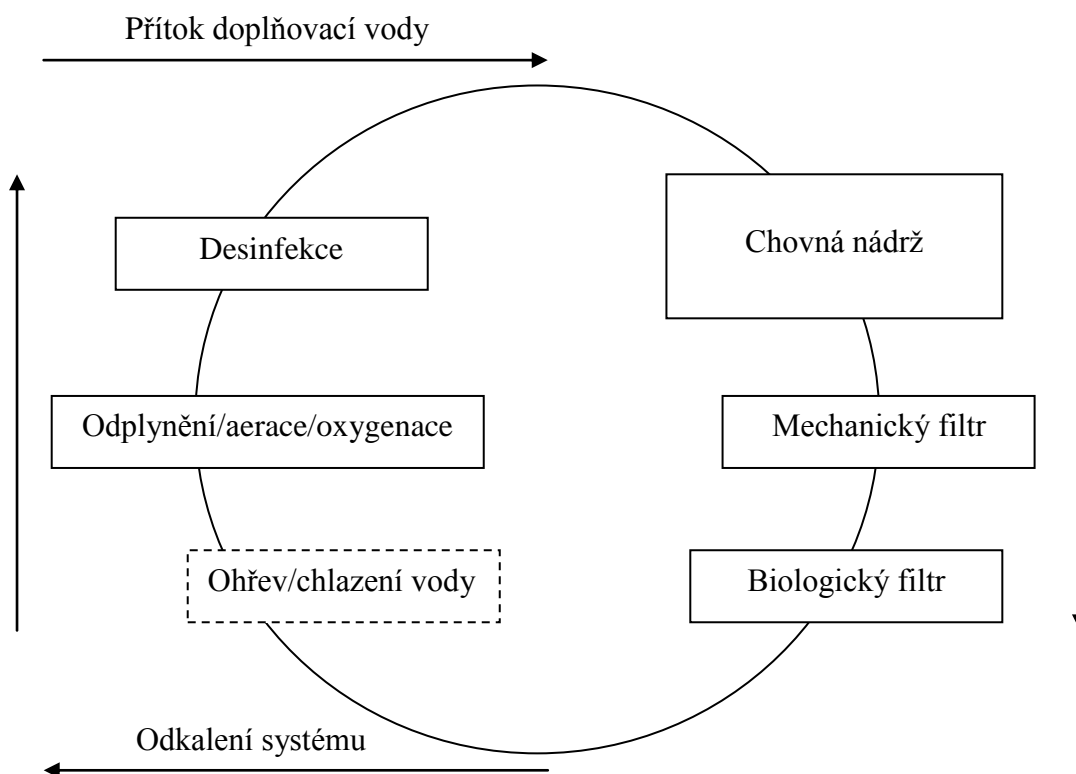
2.1.1. Charakteristika recirkulačních akvakulturních systémů

Typickými rysy recirkulačních akvakulturních systémů (RAS) jsou vysoká obsádka nádrží, malá zastavěná plocha a nízká spotřeba přítokové vody. Je tedy možné využít nezávadnou vodu vodovodní nebo důsledně upravit vodu povrchovou. Podle konstrukce bývají RAS minimálně závislé na okolním prostředí a jejich předností je možné řízení podmínek podle optimálních parametrů pro chované organizmy. Díky izolaci systému existuje pouze minimální riziko zavlečení nákazy, kontaminace vody nebo útoky predátorů. S tím souvisí i nasazování zdravých organismů do nádrží a při jejich nákupu důsledné dodržení karantény. Léčení bývá velice obtížné a nákladné. RAS jsou finančně náročné především z důvodu technického vybavení a kvalifikačními požadavky na obsluhu. Dají se využít pro chov generačních i juvenilních stádií ryb. Důležité je z recirkulované vody odstranit produkty látkové výměny ryb, bakterií či plísní, odplynění a okysličení. Ze systému je odváděno minimální množství vody s odpadem, příp. odparem, a je doplňováno do 10% objemu vody RAS. Pevné odpady mohou být využity jako hnojivo nebo zdroj pro výrobu bioplynu (Kouřil, 2008).

Při zachování technologických postupů se RAS jeví jako perspektivní a ekonomicky výhodné. Obecné schéma je znázorněno na obrázku č.1.

2.1.2. Chovná nádrž

Materiál na chovné nádrže by měl být snadno udržovatelný, odolný proti mechanickému a povětrnostnímu poškození, měl by mít nízkou hmotnost a měl by být opravitelný. Z těchto důvodů se doporučují PVC fólie nebo kaučukové fólie. K jejich ochraně proti poškození se do výkopu pokládá geotextílie. Tvar nádrže se volí většinou obdélníkový z důvodu přítoku vody, odtoku, umístění hladinového filtru, způsobu krmení ryb, cirkulace vody atd. Při budování nádrží je potřebné vzít do úvahy i sklon dna a způsob odkalování zbytků krmení a rybích exkrementů, umístění dnové výpusti (guly). Minimální doporučená hloubka nádrže je 120 cm. V letním období se voda v nádrži nepřehřívá a v zimě lze vhodné druhy ryb bez problémů komorovat (Kujal, 2007).



Obrázek č.1 - Obecné schéma recirkulačního systému

2.1.3. Mechanický filtr

Mechanický filtr slouží k zachycení nerozpuštěných nečistot z vodního sloupce, dna nebo z hladiny nádrže. Nečistoty jsou odstraňovány sedimentací nebo různými druhy sít. Cílem je zabránit vniku hrubých nečistot do biologického filtru, kde by mohly narušit průtok vody speciálními materiály s vysokým povrchem a snížit jejich účinnost. V moderních filtračních systémech v oblasti okrasných nádrží se pro sedimentaci používají vortexy, kruhové nádrže s kuželovým dnem a odkalovacím otvorem, které neobsahují žádnou náplň. Vtok je instalován z boku vortexu ve spodní části a výtok je ze středu pod hladinou. Používá se běžné odpadní potrubí o průměru 110 mm nebo 160 mm, v závislosti na průtoku vody filtrem, do kterých je přiváděna znečištěná voda z chovné nádrže. Velikost sedimentační nádrže je vhodné volit co největší, aby se voda zdržela ve vortexu co nejdéle a nečistoty se mohly usadit na dně. Dochází tak k pomalejšímu uvolňování živin vůči vodnímu sloupci. Při vyšší vrstvě sedimentu

nedochází k mineralizaci organické hmoty tak rychle, protože je aktivní pouze jeho nejvrchnější vrstva, která má kontakt s kyslíkem. Návrh velikosti vortexu v závislosti na průtoku je uveden v tabulce č.1. Za vortexem bývá umístěna ještě komora se speciálními kartáči, která zabezpečuje mechanické dočištění. Výhodou tohoto řešení mechanické filtrace je poměrně malá nákladnost a možnost umístění pod pochozí rošt. Nevýhodou je nutnost tlakové vody a obsluhy při čištění (JEZÍRKA BANAT, 2013).

Tabulka č.1 - Velikost vortexu v závislosti na velikosti nádrže a průtoku vody
(Katalog AquaLogistik, 2006)

Výška válce [mm]	Průměr válce [mm]	Průtok [l·hod ⁻¹]	Objem nádrže [l]	Přítok průměr [mm]	Odkalování průměr [mm]
650	450	4 000	7 000	110	50
750	500	6 000	10 000	110	50
800	750	9 000	17 000	110	50
1 000	950	12 000	27 000	160	63
1 000	1 100	16 000	35 000	160	63

Druhý způsob mechanické filtrace používá síta, a to štěrbinové filtry nebo bubnové filtry. Štěrbinové filtry pracují na principu oddělení mechanických nečistot z vody a tím zabránění jejich rozkladu ve vodním prostředí. Síta bývají řidší, zrnitost 250 – 300 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$. Podle praktických zkušeností je tento mechanický filtr vhodný pro odstranění hrubých nečistot, např. vláknité řasy, listí, exkrementů ryb. Pro co nejdokonalější mechanickou filtraci jsou vhodnější bubnové filtry, které používají síta o zrnitostech kolem 40 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$ a zachytí i ty nejmenší nerozpuštěné nečistoty. Výhodou bubnových filtrů je jejich účinnost a ve většině případů automatický způsob čištění. Nevýhodou je jejich složitější konstrukce, přívod elektřiny a čisté vody na proplachování. Nezanedbatelné jsou i vyšší provozní a zároveň pořizovací náklady.

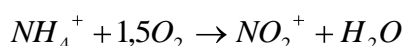
Vodu do mechanického filtru můžeme z nádrže dopravovat gravitačním způsobem nebo čerpadlem, případně kombinací obou. Gravitační princip je založen na odvodu

vody ze dna nádrže, z tzv. guly, v kombinaci s hladinovým sběračem (skimmerem). Poměr odtoků je řízen ventily a následně je potrubí sloučeno a přivedeno do mechanického filtru. Při využití čerpadla se přístroj instaluje přímo do nádrže. Moderní čerpadla mají dva nasávací otvory. Jeden nasává vodu z nádrže a druhý je napojen na skimmer. Výstup čerpadla je obdobně vyveden do mechanického filtru. Při této variantě se obtížně zakrývá potrubí od čerpadla, přívodní kabely a celkově se uvádí, že je nižší účinnost nasávání mechanických nečistot z nádrže. Proto se do systému zařazují čerpadlové šachty. Jde o kombinaci obou předešlých způsobů, gravitačně je voda dopravena mimo chovnou nádrž do šachty a z té je voda čerpadlem dopravována do filtrace (JEZÍRKA BANAT, 2013).

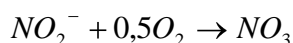
2.1.4. Biologický filtr

Tento druh filtru je nejdůležitější součástí RAS. Dochází v něm k odstraňování amoniakálního dusíku produkovaného rybami nebo rozkladem organických látek, což představuje pro intenzivní chov ryb největší nebezpečí. Odstraňování amoniakálního dusíku se skládá ze dvou principů – nitrifikace a denitrifikace. Při nitrifikaci potřebují bakterie kyslík a probíhá ve dvou stupních. V prvním stupni je amoniak oxidován na dusitany, ve druhém stupni jsou dusitany oxidovány na dusičnany. Obě fáze následují těsně po sobě a jsou vyjádřeny sumární rovnicí.

Sumární rovnice nitrifikace fáze jedna:



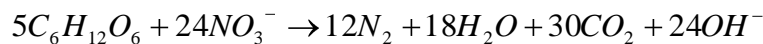
Sumární rovnice nitrifikace fáze dvě:



Na průběhu první fáze nitrifikace se podílejí nitrifikační bakterie rodu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* atd., na druhé fázi zástupci rodů *Nitrobacter*, *Nitrococcus* atd. Pokud je přiváděna voda do biologického filtru s vysokou koncentrací nerozpuštěných látek, zvýší se produkce heterotrofních bakterií, které konkurují nitrifikačním bakteriím v nároku na prostor a kyslík. Kromě toho jsou nitrifikační bakterie negativně ovlivňovány nízkým pH, nízkou teplotou, nízkou koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě, vysokou koncentrací amoniaku, rozpuštěným chlórem a antibiotiky.

Denitrifikace probíhá bez přístupu kyslíku, ale za přítomnosti uhlíku (organických látek nebo metylalkoholu). Bakterie redukují dusičnany na volný dusík a dochází k produkci oxidu uhličitého (Kouřil, 2008).

Sumární rovnice denitrifikace:



Pro oba stupně odbourávání amoniakálního dusíku je optimální neutrální pH. Objem biologického filtru závisí na použitém filtračním médiu. Minimální doporučená velikost komory je 10% objemu chovné nádrže (Štěch, 2007).

Biologické čištění využívá bakterie, které jsou na povrchu inertní náplně filtru, na stěnách nádrže a rozptýlené ve vodním sloupci. Pro maximální účinnost jsou používána média s velkým povrchem ve tvaru válečků či kuliček z plastu nebo z keramiky. Okrasné nádrže využívají biologické filtry, které jsou podle technologie a použitých materiálů děleny na zkrápěné, ponořené a fluidní (Kouřil, 2008).

Zkrápěné filtry

Jedná se o vertikálně uspořádané filtry, ve kterých je voda přiváděna nad celou soustavu a je rovnoměrně rozstříkována na celou plochu komory. Voda je tak okysličována a postupně protéká přes filtrační médium, čímž dochází k její biologické filtraci. Ve vrchní vrstvě bývají média hrubší, v dolní části jemnější. Je možné použít tříděný štěrk, plastové špony nebo speciální plastové elementy. Kyslík pro činnost bakterií je využíván z okolního vzduchu, který se do filtru dostává společně s přitékající vodou a otvory v těle komory. Účinnost filtru je dána jeho velikostí nebo množstvím protékající vody (Kouřil, 2008).

Společnost Carp Pond Březí (2013) uvedla na trh nové médium Crystal Bio, které vyvinula japonská firma Nihon Kensetsu Gijutsu. Médium je vyrobeno ze skelné hmoty při teplotě 900 °C, má jedinečnou porézní strukturu s několikanásobně větším povrchem, než běžně používané materiály (CARP POND – BŘEZÍ, 2013).

Ponořené filtry

Tyto filtry jsou uspořádány horizontálně a od zkrápěných se liší tím, že filtrační

média jsou trvale ponořena ve filtrované vodě. Jednotlivé komory mají různě umístěný vtok/odtok a jsou řazeny za sebou (sériově). Doba zdržení vody ve filtru bývá 0,5 – 3 hodiny a z hlediska konstrukce je řízena pouze průtokem (Kouřil, 2008).

Fluidní filtry

Jedná se o druh ponořených filtrů, do kterých voda přitéká středem v horní části a odtéká po obvodu. Voda protéká přes plovoucí filtrační médium, které je umístěno ve středním válci a je intenzivně provzdušňováno. Čištění filtru probíhá tak, že náplň je neustále vířena a nerozpuštěné látky či odumřelé bakterie se usazují na dně komory, odkud jsou odkalovány (Kouřil, 2008).

2.1.5. Ohřev a chlazení vody

Teplota vody musí odpovídat chovaným druhům ryb. Ohřev vody je nutný v chovu tropických druhů ryb a využije se hlavně v uzavřených stavbách. Chlazení vody najde uplatnění především v chovu lososovitých ryb. K termoregulaci se v současnosti využívá elektrická energie, solární energie nebo tepelná čerpadla. Kromě toho se může využít i nepřímé využití tepla z geotermálních vrtů nebo odpadního tepla z technologických procesů. Ohřev vody spalováním tuhých paliv se v poslední době nepoužívá (Kouřil, 2008).

2.1.6. Aerace vody

V akvakultuře se používají dmychadla, vzduchová čerpadla a kompresory podle požadovaného tlaku a objemu dodávaného vzduchu. Aby byla aerace (provzdušňování) účinná, musí zdroj vzduchu překonat hydrostatický tlak vody o hodnotě cca 125 mm Hg, který je způsobený tlakem vody v nádrži, třením ve vedení vzduchu a vzduchovacím zařízením. Dále je možné využít aeraci na přítoku vody do nádrže různými rozstřikovacími koncovkami nebo injektory na principu venturiho trubice. Používání klasických vzduchovacích kamenů je sice levné, ale málo účinné (Kouřil, 2008).

2.1.7. Oxigenace vody

Pro zvýšení obsahu kyslíku ve vodě lze použít i speciální zařízení, tzv. oxygenátory, které produkují vzduch o vyšším obsahu kyslíku nebo kyslík o 80-ti až 90-ti % čistotě. Oxygenátory pro hobby nádrže lze pořídit za několik tisíc korun, profesionální zařízení stojí statisíce, ale jejich provoz je dlouhodobě ekonomičtější než láhve s kyslíkem nebo zásobník tekutého kyslíku. Stlačený kyslík v tlakových lahvích se používá při nepravidelné spotřebě a jako záložní zdroj. Při použití kyslíku se musí dodržovat zásady bezpečného skladování a používání. U kapalného kyslíku postupem času dochází k jeho odpařování (Kouřil, 2008).

2.1.8. Desinfekce vody

K desinfekci vody se běžně používá UV záření typu C o vlnové délce 200 – 280 nm, které působí na bakterie, viry, plísně, parazity a řasy. UV záření se produkuje v UV lampách, které se snadno instalují a jsou ekonomicky nenáročné. UV zářením nevznikají ve vodě jiné nežádoucí sloučeniny ani žádné pachy. Intenzita záření klesá vzhledem ke vzdálenosti od zdroje. Je žádoucí, aby desinfikovaná voda byla čistá, bez rozpuštěných látek a aby umístění UV zářivky bylo co nejbližší vtoku do nádrže. Životnost lampy je obvykle cca 9 000 hodin, což zhruba odpovídá jejímu používání po dobu jednoho roku (Kujal, 2007).

Jedním z nejnovějších pojmů v chovu Koi je ozón (O_3). V průběhu času došlo k mnoha technologickým a výrobním zlepšením, ale jejich cena je stále dost vysoká. To bohužel nedělá ozón finančně dostupným pro každý rybníček s Koi. Ozón by se měl používat spolu s vhodným filtračním systémem. Mělo by se k němu přistupovat jako k dodatku funkčního filtru.

Ozón je kyslík s přidaným třetím atomem kyslíku – vzniká O_3 . Tento třetí atom má tendenci se samovolně odlučovat, dělá ozón velice nestabilní, váže se k médiu uvnitř směšovací komory a rozpadá se hořením při průchodu buněčnou stěnou. Následkem je snižování počtu bakterií, virů a prvoků. Ozón používá v současnosti mnoho vodárenských společností k úpravě vody častěji než chlór.

Ozón se vyrábí v ozónových generátorech, které jsou tvořeny izolátorem se dvěma elektrodami, přes které prochází vzduch. Elektrody mají rozdílný náboj, což způsobuje, že procházející kyslík obsažený ve vzduchu se mění na ozón. Vyprodukovaný ozón je

zpravidla vnitřním vzduchovým čerpadlem přepravován do reakční (směšovací) komory, která by v ideálním případě měla být za filtračním systémem. Reakční komora je zařízení, do kterého je přiváděn ozón a voda z nádrže. Při vstupu vody do této komory se obě média promíchají a dochází tam ke sterilizaci vody. Ideální je, aby voda z komory procházela přes UV lampu, která promění nadbytek ozónu zpět na kyslík. Tím se zabrání vniknutí ozónu do rybníčku a jeho výskyt je omezen jen na reakční komoru.

V mořské akvaristice se ozón používá již řadu let. Použitím O_3 se může účinně sterilizovat veškerá voda, která s ním přijde do kontaktu, může redukovat riziko onemocnění v nádrži, zlepšuje jakost vody a ve většině případů i její průhlednost. Pokud však nebude sledováno množství ozónu v nádrži, může se vytvořit úplně sterilní prostředí. Proto se musí sledovat hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu, které nám dává zpětnou vazbu o probíhající oxidační reakci v nádrži. Pokud se něco oxiduje, získává se pozitivní elektrický náboj, známý jako elektrický potenciál, a ten je pak měřen odpovídajícím měřidlem v mV. Čím vyšší je napětí, tím je voda sterilnější a naopak. Do 250 mV se jedná o prostředí s vysokou přítomností organických látek, 350 – 400 mV je ideální hodnota pro chov Koi. Kolem 550 mV začíná velmi sterilní prostředí a od 700 mV je prostředí sterilní. Měřidlo redukčního potenciálu řídí úroveň ozónu v nádrži tak, že zapíná a vypíná generátor ozónu. Je tedy nutné generátor zapojit do systému i s měřidlem. Obě jednotky však nejsou ve většině případů vodotěsné, proto musí být chráněny vhodným přístřeškem. Měřidlo může být integrováno přímo v generátoru. Jako reakční komoru je možné použít i proteinový skimmer, který redukuje hromadění pěny v rybníčku.

Můžeme se domnívat, že sterilní prostředí je ideální, ale není tomu tak, protože pokud jsou Koi chovány v takovém prostředí nějakou dobu, stanou se náchylnými k problémům. Pokud koupíme Koi, kteří budou chovaní v rybníčku s redukčním potenciálem větším než 500 mV, bude Koi velice citlivý na vše, co bude v rybníční vodě, která nebude sterilizovaná ozónem. Toto je kontroverzní téma a chovatelé nejsou jednotní ve svých názorech na výhody či nevýhody sterilizace vody ozónem.

Vystavování lidského organismu ozónu může způsobit bolesti hlavy a jiné zdravotní problémy. O_3 má zřetelnou vůni po elektrickém proudu. Je možné zvolit ozónovou jednotku s čističkou vzduchu s uhlíkovým filtrem, který se ale musí pravidelně vyměňovat nebo ozónovou jednotku nainstalovat na velmi dobře větrané místo. Ozónem se rychle ničí většina běžně používaných plastů a gum. Každý materiál,

který se dostane do kontaktu s O₃ by měl být pravidelně kontrolován a měl by být odolný proti jeho působení. Při instalaci ozónové jednotky je třeba dodržet návod k použití a zajistit požadovaný servis zařízení. Každého půl roku se musí měnit UV lampa a podle pokynů výrobce je třeba zabezpečit i výměnu sondy v měřidlu oxidačně-redukčního potenciálu (*Koi magazine 115*, 2007).

2.1.9. Přítok doplňovací vody

Ideálním přítokem je tzv. prvotní voda, tj. voda, která není zatížena rybí obsádkou nebo rybím společenstvím, příp. parazity a jinými patogeny, které mohou negativně ovlivnit zdravotní stav chovaných ryb. Nejčastěji se používá voda z vodovodního řádu, studní nebo záchytných nádrží na dešťovou vodu. Přítoková voda bývá filtrována, desinfikována, případně ohřívána na příslušnou teplotu RAS. Doplnění vody do systému by mělo být řízeno automaticky, aby nedošlo k havárii v době nepřítomnosti obsluhy (Kujal, 2007).

2.1.10. Odkalení systému

Odkalování systému můžeme rozdělit na odkalení chovné nádrže a odkalení jednotlivých komor filtračního systému. Pokud je chovná nádrž a filtrace navržena správně, odkalení probíhá automaticky při recirkulaci vody v systému. Podstatné je pravidelné odkalování filtrace a zbavování sít mechanického filtru hrubých nečistot. Odkalení bývá prováděno do různých jímek, kde může dojít k separaci kalu a vody a k následné likvidaci pevného odpadu. Kaly mohou být využívány jako hnojivo, voda jako záливka rostlin. Ideální k tomuto účelu jsou bubnové filtry, které mají nainstalované samočištění a fungují bez přítomnosti obsluhy. Ve spojení s automatickým doplňováním vody jde o optimální řešení odkalování RAS (Kujal, 2007).

2.1.11. Kořenové čistírny

V souladu s trendem využívání biologických čistíren odpadních vod jsou při návrhu biologických filtrů pro okrasné nádrže i odpadní hospodářství rodinných domů a malých obcí využívány kořenové čistírny (KČ). Princip KČ vychází z podstaty odbourávání znečišťujících látek ve vodě mikroorganismy v součinnosti s kořeny rostlin. Účinnost

KČ bývá 90 – 95%, což je zcela postačující a srovnatelné s účinností ostatních druhů čistíren. Negativem je, že se z povrchu substrátu a rostlin může odpařit až 8% vody. S tím musíme počítat při návrhu doplňování vody v systému především v letním období. Při výzkumu německých odborníků se zjistilo, že KČ fungují i v zimním období. S tímto názorem se dá souhlasit v případě, že je do KČ sváděna odpadní voda z domácností. Teplota vody je určitě vyšší a vytváří příznivější podmínky pro potřebnou činnost bakterií.

Při budování KČ se používají různé druhy fólií. Stěny nemusí splňovat požadavky na sklon stěn, mohou být kolmé. Jelikož jsou fólie ukryté pod vrstvou substrátu, nemusí mít UV filtr a mohou být levnější. Jako substrát se používá šterk, příp. jiné pórovité materiály. Vtok i výtok většinou bývá pod povrchem, takže se může plánovat celoroční provoz. Neměli bychom zapomínat na čistící jímku, do které je možné umístit kalové čerpadlo z důvodu odsání nečistot ze dna KČ.

Nejdůležitější je osázení vhodnými druhy rostlin pro KČ. V obecnosti můžeme říci, že nejlepší jsou rostliny, které během vegetačního období vytvoří co největší množství organické hmoty. Mezi doporučené rostliny můžeme zařadit:

- metlice (*Deschampsia*), domácí bylina, přežívá celoročně;
- tokozelka nadmutá, tzv. vodní hyacint, (*Eichhornia crassipes*), tropická plovoucí bylina, ve volné přírodě nepřezimuje;
- kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), domácí bylina, žlutý květ;
- rákos (*Phragmites*), domácí bylina, velká rozrůstavost.

KČ mají své místo i v moderním recirkulačním systému. Uvedené rostliny zužitkovávají ke svému růstu nežádoucí prvky látkové výměny ryb (hlavně dusík a fosfor) a mají velký význam jako konkurenti řas. Tím jednoznačně napomáhají k udržení rovnováhy v celém systému a vytvářejí příznivé podmínky pro chov Koi (Hříbal, 2003).

2.1.12. Parametry kvality vody pro RAS

Teplota

Jedním z nejvýznamnějších parametrů kvality vody je teplota, která má vliv na aktivitu ryb, příjem a využití potravy, růst, reprodukci atd. Ryby, jako poikiloternní

živočichové, mají podle druhů své optimální životní teploty a s tím související dolní a horní limity. Rychlost růstu se zvyšuje se zvyšující se teplotou a naopak. Zvýšení teplot nad optimum však nepřináší další efekt, dochází ke zvýšení krmného koeficientu. Teplota prostředí ovlivňuje intenzitu metabolismu a spotřebu kyslíku. S rostoucí teplotou vody roste i aktivita ryb a s tím spojená spotřeba kyslíku na jedné straně, produkce oxidu uhličitého a amoniaku na straně druhé. Poměr mezi nepostradatelnými a škodlivými látkami má přímý vliv na zdraví ryb a může vést ke stresu. Ten se může projevit zpomalením růstu, zhoršeným využitím krmiva a vyšší náchylností k onemocněním. Teplota ovlivňuje i průběh nitrifikace. Snížení teploty o 10 °C má za následek snížení rychlosti nitrifikačních procesů o 50%. Optimální teploty se pohybují v rozmezí 5 – 35 °C (Kouřil, 2008).

Plyny ve vodě

Rozpustnost plynů ve vodě je velmi rozdílná. Rozpustnost kyslíku je 2,3 krát a rozpustnost oxidu uhličitého je 100,4 krát vyšší než rozpustnost dusíku. Plyny se rozpouštějí ve vodě podle jejich parciálního tlaku nad hladinou. Při teplotě 10 °C je obsah dusíku 63%, kyslíku 35,6% a oxidu uhličitého 1,3% celkového objemu plynů ve vodě. Rozpustnost plynů ve vodě klesá s nadmořskou výškou, klesajícím atmosférickým tlakem a se stoupající teplotou. Nedostatek kyslíku je nebezpečný především pro mladší kategorie ryb. Oxid uhličitý je produktem dýchání ryb a rozkladem organické hmoty. Má souvislost s hodnotou pH (Kouřil, 2008).

Kyslík

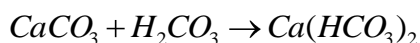
Ryby využívají kyslík rozpuštěný ve vodě k dýchání, přes žábry je vstřebáván do krve. Pro Koi je optimální hodnota rozpuštěného kyslíku ve vodě 5 – 8 mg·l⁻¹. Při této hodnotě ryby velmi dobře prosperují, rostou a jsou ve velmi dobré kondici. Obsah kyslíku ve vodě je závislý na teplotě vody, proto se sleduje tzv. nasycenost kyslíkem, která se udává v procentech. Nasycenost by měla být vyšší než 50%. Kapr spotřebuje při příjmu krmiva 150 – 250 mg kyslíku za 1 hodinu na 1 kg živé hmotnosti. Kromě ryb je kyslík důležitý i pro nitrifikační bakterie, které zabezpečují biologickou filtraci vody. Při obohacování vody kyslíkem je vhodné použít aerační zařízení, které produkuje bublinky tak, aby za 1 sekundu urazily vzdálenost 30 cm. Při splnění této podmínky se ve vodě rozpustí 50% obsaženého kyslíku (Štěch, 2007).

Dusíkaté látky

Sloučeniny dusíku mají velký význam při biologických procesech ve vodě. Můžeme je rozdělit na dusičnany (nitráty), dusitany (nitrity) a amoniak (volný a vázaný). Všechny tyto látky vznikají ve vodě rozkladem organické hmoty a dýcháním ryb. Amoniak je nestabilní látka a z nedisociované formy NH_3 , která je pro ryby toxická, se mění na méně toxickou formu NH_4 . Dusitany vznikají především štěpením amoniaku a jsou pro ryby prudce jedovaté. V krvi reagují s hemoglobinem, vzniká methemoglobin, který nemá schopnost vázat kyslík a ryby se dusí. Proces tvorby methemoglobinu je možné blokovat chloridem sodným a ryby mohou krátkodobě přežít. Ke komplikacím s dusitany dochází při příliš vysoké obsádce nádrže nebo nečinných bakteriích v biologické filtraci. Dusičnany jsou konečným produktem oxidace amoniaku a v zásadě nepředstavují v běžných koncentracích nebezpečí pro ryby. Při koncentraci kolem 50 mg.l^{-1} může dojít ke zpětné přeměně dusičnanů na dusitany. Dusičnany dále mají vliv na růst ryb. Vysoká koncentrace dusičnanů ukazuje na nefunkční denitrifikaci (Štěch, 2007).

pH

Jedná se o záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů ve vodě. Nabývá hodnoty pH 1 -14, neutrální hodnota pH je 7. Optimum pro většinu okrasných druhů ryb je v rozmezí pH 6 – 8. Nízké pH bývá v nádržích s velkým množstvím organických látek a malým množstvím vápníku. Rovnovážený stav ve vodě zabezpečuje dostatečné množství hydrogenuhličitanu vápenatého a kyseliny uhličitě. Ta vzniká rozpuštěním oxidu uhličitého ve vodě a způsobuje pokles pH. Při dostatku vápence se kyselina uhličitá nebo oxid uhličitý mění na hydrogenuhličitan vápenatý a pH stoupá do rovnovážného stavu. V RAS s funkční biologickou filtrací dochází při nitrifikačním procesu ke snižování pH, při denitrifikaci ke zvyšování pH. Uvedený proces lze popsat rovnicí:



Při fotosyntéze rostlin je z vody odebírán oxid uhličitý a pH se zvyšuje. V noci dochází k tomu, že rostliny produkují oxid uhličitý, pH se snižuje. Ke kolísání hodnot během dne a noci dochází u nádrží, které jsou zarostlé vláknitou řasou. Ve speciálních zařízeních s výkonnými filtry a velkým množstvím organických látek dochází k trvalé produkci oxidu uhličitého a poklesu pH. Japonští chovatelé Koi řeší tento problém

přidáváním lastur z ústřic a tím zabezpečí trvalý přísun vápníku, který stabilizuje hodnotu pH (Štěch, 2007).

Fosfor

Fosfor představuje výživu pro bakterie, řasy, vyšší rostliny a je důležitý jako zdroj energie pro syntézu bílkovin. Nadbytek se projevuje zeleným zákalem vody nebo výskytem vláknitých řas. Proto se snažíme množství fosforu omezit. Do RAS se dostává především jako součást krmiv. Ryby využijí maximálně polovinu přijatého fosforu, zbytek vyloučí exkrementy (Štěch, 2007).

2.2. Materiál a metodika

Praktická část měření a sledování podle zadání bakalářské práce byla prováděna na soukromém chovatelském objektu autora u dvou chovných nádrží od dubna do října 2012 s barevnými kapry Koi (*Cyprinus carpio*).

2.2.1. Charakteristika nádrže 1

Nádrž je ledvinovitého tvaru s největší hloubkou v nejužší a mělčinou v její nejširší části, viz obrázek č.4. Stěny a dno jsou vyspádované do nejhlubšího místa, kde je umístěna gula. Přívod vody vyúsťuje v mělčinné zóně. Jako nepropustný materiál k zadržení vody je využita komerčně dostupná PVC fólie o síle 0,5 mm, která je chráněna proti mechanickému poškození geotextílií 200 mg·cm⁻². Okraj je tvořen plochými kameny, které nezasahují do vody. V nádrži nejsou žádné vodní ani bahenní rostliny. Filtrace je tvořena třemi komorami založenými na gravitačním principu, viz obrázek č.5. Voda je z nádrže s rybami přiváděna přes gulu do první komory mechanického filtru na bázi vortexu s kartáčovou spirálou pro zpomalení proudění vody a zvýšení účinnosti, viz obrázek č.6 a 7. Druhá komora je naplněna štěrkem o průměru 3 – 5 cm a na jejím povrchu je vysazen kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*) a má mechanicko-biologický účinek, viz obrázek č.8. Na dně komory je uložen rošt, který umožňuje propláchnutí štěrku. Třetí komora představuje biologický filtr a obsahuje pytle s biokuličkami, pod kterými je uloženo čerpadlo, viz obrázky č.11 - 14. Všechny tři komory mají vlastní odkalovací potrubí o průměru 50 mm a jsou propojeny potrubím o průměru 110 mm, viz obrázek č.9 a 10.

Z čerpadla je voda dopravovaná přes UV lampu zpět do chovné nádrže. Ostatní parametry jsou uvedeny v tabulce č.2.

2.2.2. Charakteristika nádrže 2

Nádrž je obdélníkovitého tvaru se dvěma hlubšími místy, viz obrázek č.15. Stěny a dno jsou vyspádované směrem k oběma výpustem. Přívod vody vyústí uje v rohu nádrže. Jako nepropustný materiál k zadržení vody je využita komerčně dostupná PVC fólie o síle 0,5 mm, která je chráněna proti mechanickému poškození geotextílií 200 mg·cm⁻². Okraj je tvořen plochými kameny, které nezasahují do vody. V nádrži nejsou žádné vodní ani bahenní rostliny. Filtrace je tvořena třemi komorami, viz obrázek č.16. Voda je z nádrže s rybami přiváděna čerpadlem přes UV lampu do první komory mechanického filtru na bázi vortexu, viz obrázek č.17 a 18. Druhá komora je naplněna kartáči a má mechanicko-biologický účinek, viz obrázek č.19 a 20. Třetí komora představuje biologický filtr a obsahuje pytle s biokuličkami a akvavit, viz obrázek č.21 a 22. Z poslední komory je voda samospádem odváděna do chovné nádrže. Všechny tři komory mají vlastní odkalovací potrubí o průměru 50 mm a jsou propojeny potrubím o průměru 63 mm. Ostatní parametry jsou uvedeny v tabulce č.2.

Tabulka č.2 - Parametry nádrží

Parametr	Nádrž 1	Nádrž 2
Objem	12 000 l	6 000 l
Hloubka	1,6 m	0,8 m
Objem filtrace	1 400 l	600 l
Průtok	2 952 l·h ⁻¹	1 395 l·h ⁻¹
UV-C	55 W	30 W
Hmotnost Koi	54,25 kg	38,25 kg

2.2.3. Orientační měření

Měření byla prováděna u obou nádrží komerčně dostupnými prostředky firmy AQUAR s.r.o. a Sera GmbH o víkendu před čištěním nádrží v době od 10:00 do 14:00 hodin. Vzorky vody byly odebírány přímo z chovných nádrží podle návodů výrobce. Naměřené hodnoty byly průběžně zaznamenávány pro další zpracování.

pH – Test, výrobce AQUAR s.r.o., rozsah měření 4,0 – 9,5

Nejdříve bylo nutné vypláchnout přiloženou zkumavku testovanou vodou. Potom do ní nakapat 5 kapek testu a přidat 5 ml vzorku vody. Reakce testované vody byla určena pohledem shora do zkumavky skrze kapalinu. Při měření byla zkumavka ve vzdálenosti asi 2 cm nad bílou částí barevné stupnice a byla porovnána s barevnými kroužky. Při shodě zabarvení se odečetla hodnota pH. Pokud bylo zabarvení roztoku mezi dvěma barevnými kroužky, odpovídala hodnota pH střední hodnotě.

AM – Test (NH_3/NH_4), výrobce AQUAR s.r.o., rozsah měření 0,3 – 6,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$

Postup byl obdobný jako u pH testu. Do zkumavky se odměřily 4 ml měřené vody, přidalo se 7 kapek z lahvičky 1, obsah se promíchal a dále se přidalo ještě 7 kapek z lahvičky 2. Přesně po 20 minutách se provedlo vyhodnocení testu porovnáním zbarvení roztoku s barevnou škálou. Pokud se dosáhlo nejtmaší barvy, zředila se testovaná voda v poměru 1:1 s vodou destilovanou a postup měření se zopakoval. Testem se stanovila celková hodnota amoniaku v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, která byla tvořena součtem hodnot iontové formy NH_4^+ a formy molekulární NH_3 . Z tabulky byl odečten procentuální podíl NH_3 v závislosti na teplotě a pH. Zjištěná hodnota byla odečtena od hodnoty naměřené a výsledkem byla hodnota NH_4^+ .

Nitrit – Test (NO_2^-), výrobce AQUAR s.r.o., rozsah měření 0,1 – 1,6 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$

Postup byl obdobný jako u pH testu. Do zkumavky se nakapalo 5 kapek testu a přidaly 4 ml testované vody. Přesně po 3 minutách se provedlo vyhodnocení podle barevné stupnice. Pokud bylo dosaženo nejtmaší zbarvení, měřený vzorek se naředil destilovanou vodou v poměru 1:1 a měření se provedlo znovu. Pokud i pak barva roztoku ve zkumavce dosahovala nejtmaší barvy, provedlo se ředění původního roztoku v poměru 1:3 s destilovanou vodou a postup se opakoval.

Nitrat – Test (NO_3^-), výrobce AQUAR s.r.o., rozsah měření 5 – 160 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$

Postup byl obdobný jako u Nitrit – Testu. Do reakční nádobky se odměřily 4 ml zkoumané vody, přidala se vrchovatá lopatička přípravku Nitrat 1 a krouživými pohyby se směs promíchala. Následně se přidalo 7 kapek přípravku Nitrat 2 a opět se vše promíchalo. Přesně po 3 minutách byl určen obsah dusičnanů podle barevné škály. Stejně jako

u předešlého testu bylo možné testovaný vzorek ředit v poměru 1:1 nebo 1:3 s destilovanou vodou pro co nejpřesnější měření.

Phosphat – Test (PO_4), výrobce Sera GmbH, rozsah měření $0,1 - 10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$

Přiloženou odměrku bylo nutné vypláchnout měřenou vodou a následně naplnit po značku 10 ml. Přidalo se 6 kapek činidla 1 a odměrka se promíchala. Dále bylo přidáno 6 kapek činidla 2, opět se vše promíchalo a následně byla přidána navršená lžička činidla 3, vše se řádně protřepalo. Po uplynutí 5 minut se porovnávalo zbarvení roztoku s barevnou stupnicí. Při dosažení nejtmaší barvy bylo možné ředění až na poměr 1:4 při doplnění měřeného vzorku destilovanou vodou.

2.2.4. Měření v intervalu 24 hodin

Kromě orientačních měření byla provedena i čtyři 24 hodinová měření, při kterých byly měřeny hodnoty pH, rozpuštěného kyslíku a teploty. Měření byla prováděna každé 3 hodiny v čase od 18:00 hod. do 18:00 hod. ve dnech 14.-15.4., 10.-11.6., 15.-16.8., 6.-7.10.2012 na vstupu a výstupu filtrace u obou sledovaných nádrží. Hodnoty byly měřeny v první komoře filtru (nebylo možné měřit na výtoku z nádrže) a na výtoku z filtrace. Hodnoty byly opět zaznamenány a následně vyhodnoceny. Pro měření byl použit přístroj HQ 40d s elektrodami LDO 101 (rozsah $0,00 - 20,00 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ($0 - 200\%$) s přesností $0,01 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) pro měření rozpuštěného kyslíku, teploty (rozsah $0-50 \text{ }^\circ\text{C}$ s přesností $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$) a PHC 101 pro měření pH (rozsah $2-14 \text{ pH}$ s přesností $0,01$). Sondy byly smočeny v testované vodě a lehce se s nimi při měření pohybovalo z důvodu eliminace možných vzduchových bublinek zkreslujících hodnoty měření.

2.2.5. Ostatní pozorování a zásahy

Dále byly zváženy obsádky obou nádrží na začátku a na konci sezóny. Zaznamenáno bylo i množství spotřebovaného krmiva a množství dopouštěné vody. Během sezóny byla sledována i průhlednost vody a zarůstání nádrží vegetací. Pro zamezení rozrůstání vláknité řasy byl použit komerčně dostupný přípravek House of Kata – Algae Away. Přípravek byl aplikovaný dle návodu, obsahuje bakterie a enzymy, neobsahuje chemické přísady a těžké kovy.

2.3. Výsledky

2.3.1. Hmotnost ryb

Ryby, v našem případě barevné formy kapra obecného (*Cyprinus carpio*) označované jako Koi, byly před nasazením do nádrží a na konci sezóny zváženy a spočteny. Na základě naměřených hodnot byly vypočítány přírůstky a ztráty ryb, viz tabulka č. 3.

Tabulka č.3 - Hmotnost Koi a počty kusů

Parametr	Nádrž 1	Nádrž 2
Hmotnost Koi na počátku (1.4.2012)	54,25 kg	38,25 kg
Počet Koi na počátku (1.4.2012)	53 ks	90 ks
Hmotnost Koi na konci (23.10.2012)	70,00 kg	54,50 kg
Počet Koi na konci (23.10.2012)	53 ks	90 ks
Hmotnostní přírůstek Koi	15,75 kg	16,25 kg
Hmotnostní přírůstek na 1 Koi	0,30 kg·ks ⁻¹	0,18 kg·ks ⁻¹

2.3.2. Množství krmiva

Množství spotřebovaného krmiva bylo v pravidelných týdenních intervalech zaznamenáváno pro obě nádrže zvlášť. Pro Koi v nádrži 1 bylo spotřebováno 37,23 kg, pro Koi v nádrži 2 pak 34,61 kg krmiva. Krmiva byla předkládána v souladu s návodem na použití s dodržением doporučených denních dávek i teplot vody. V letním období byla použita krmiva pro zvýraznění barviv s přídavkem astaxantinu a zvýraznění lesku se spirulinou.

2.3.3. Množství doplňované vody

Voda byla do obou nádrží doplňována pravidelně každý týden při čištění filtrace. U nádrže 1 bylo v průměru doplňováno 2 000 l vody, tj. 14,9 % celkového objemu nádrže za týden. U nádrže 2 to bylo 1 000 l, tj. 15,5 % celkového objemu nádrže za týden. Jako zdroj doplňované vody byla použita voda ze studny, která nebyla při dopouštění nijak upravovaná. Naměřené hodnoty studniční vody: teplota 12,9 °C, pH 7,18, rozpuštěný kyslík 4,6 mg·l⁻¹.

2.3.4. Průhlednost vody

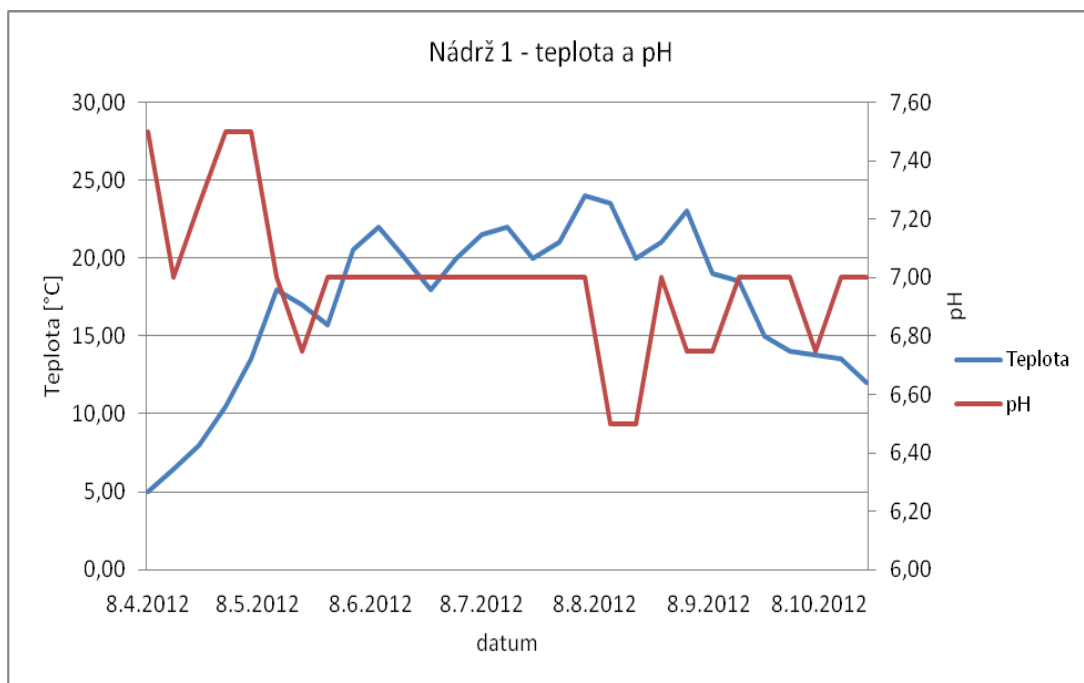
Zhoršená průhlednost vody se u obou nádrží projevila v první polovině dubna, kdy došlo k slabému zelenému zákalu vody, viz obrázek č.4 a 15. Zákal byl patrný po dobu cca 2 týdnů a pak došlo k projasnění vody. Další zhoršení průhlednosti vody bylo u nádrže 2 zaznamenáno v druhé polovině května, u nádrže 1 na začátku července. Po provedených změnách ve filtraci se voda v nádrži 2 znovu projasnila. U nádrže 1 byly mechanické nečistoty patrné až do konce sezóny.

2.3.5. Zarůstání vegetací

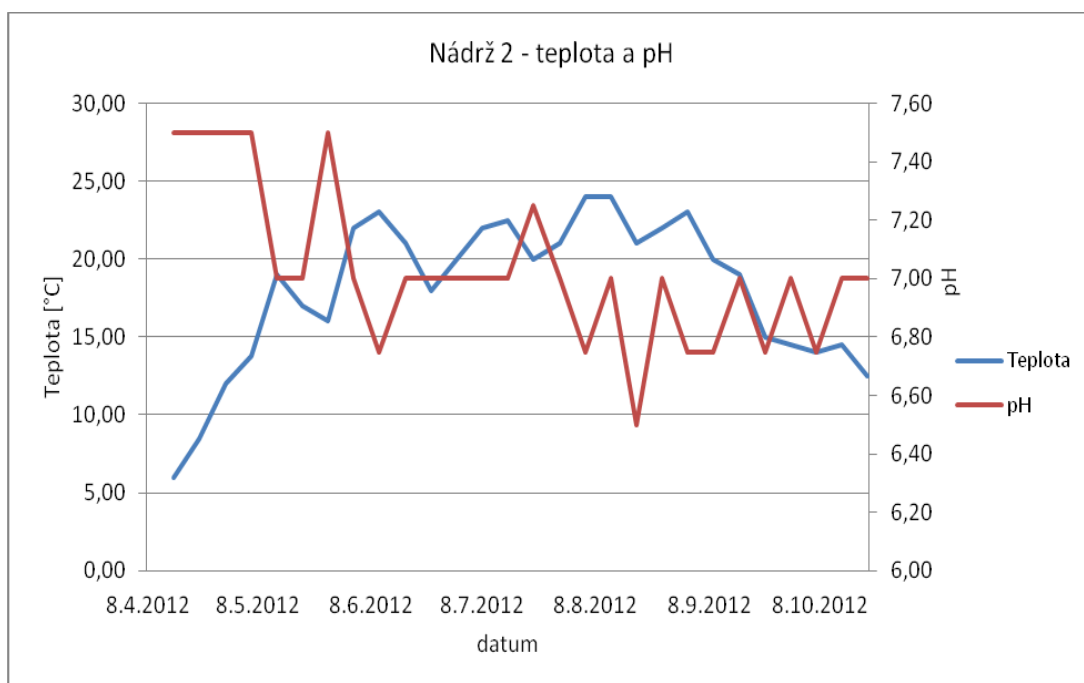
Od července v obou nádržích začala narůstat vláknitá řasa. Do nárůstů o délce 3 cm nebyla přijímána žádná regulační opatření. Při dalším narůstání v nádrži 1 byl použit komerčně dostupný přípravek House of Kata – Algae Away, kterým se dařilo růst vláknité řasy eliminovat. U nádrže 2 nerostla vláknitá řasa tak rychle a přípravek aplikován nebyl.

2.3.6. Orientační měření

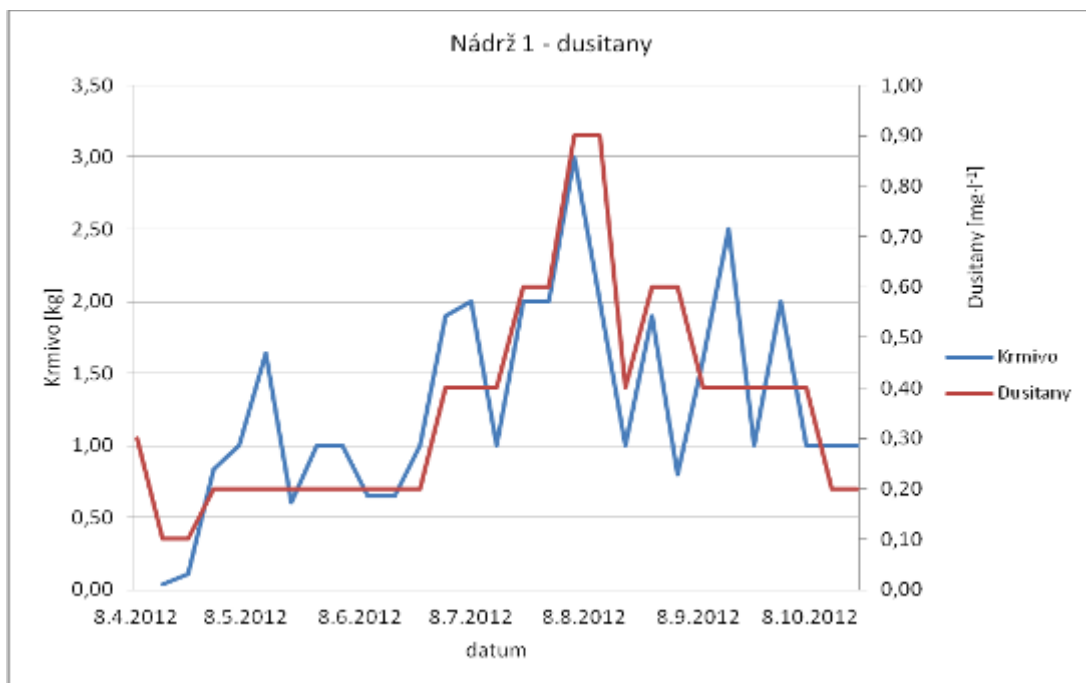
Naměřené hodnoty teploty a pH z orientačních měření u obou nádrží byly vyneseny do grafu č.1 a 2. Množství dusitanů, dusičnanů v závislosti na množství spotřebovaného krmiva bylo zobrazeno v grafech č.3 – 6. V průběhu pokusu byly u nádrže 2 zaznamenány hodnoty dusitanů až $1,6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a dusičnanů až $160 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Amoniak byl naměřen v cca 50% měření u nádrže 2, u nádrže 1 v ještě méně případech. Nádrž 1 dosáhla maxima $0,15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a nádrž 2 $0,30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Zbylá měření byla nulová. Fosforečnany byly naměřeny v obou nádržích, ale jejich hodnoty se během pokusu příliš nelišily. V obou případech bylo maximum $0,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.



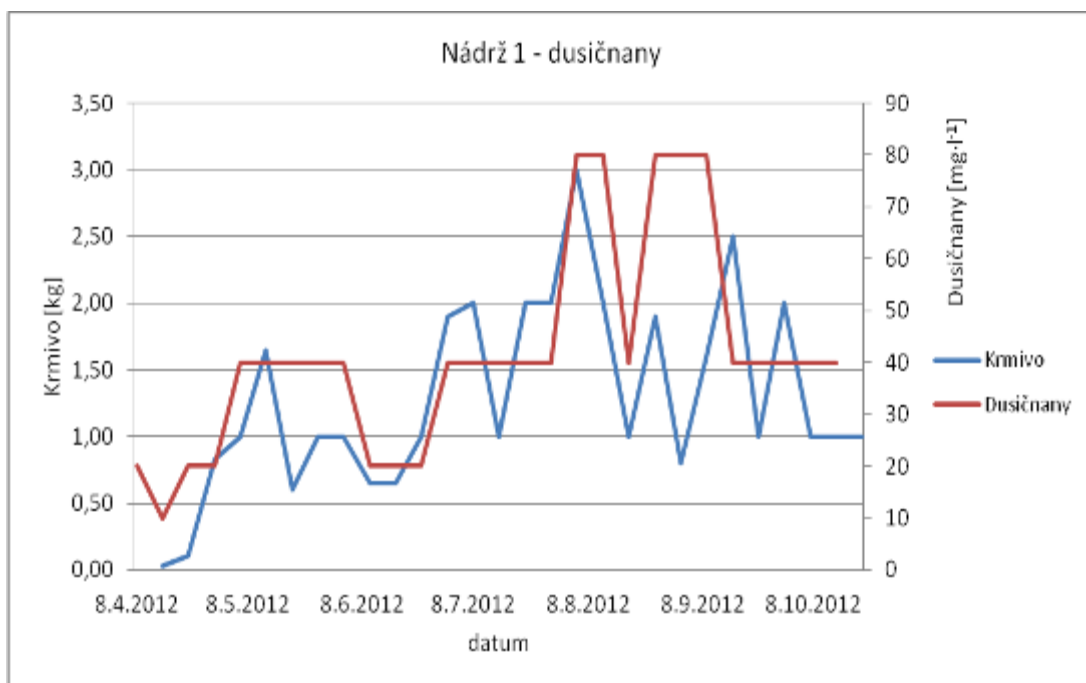
Graf č.1 - Průběh teploty a pH u nádrže 1.



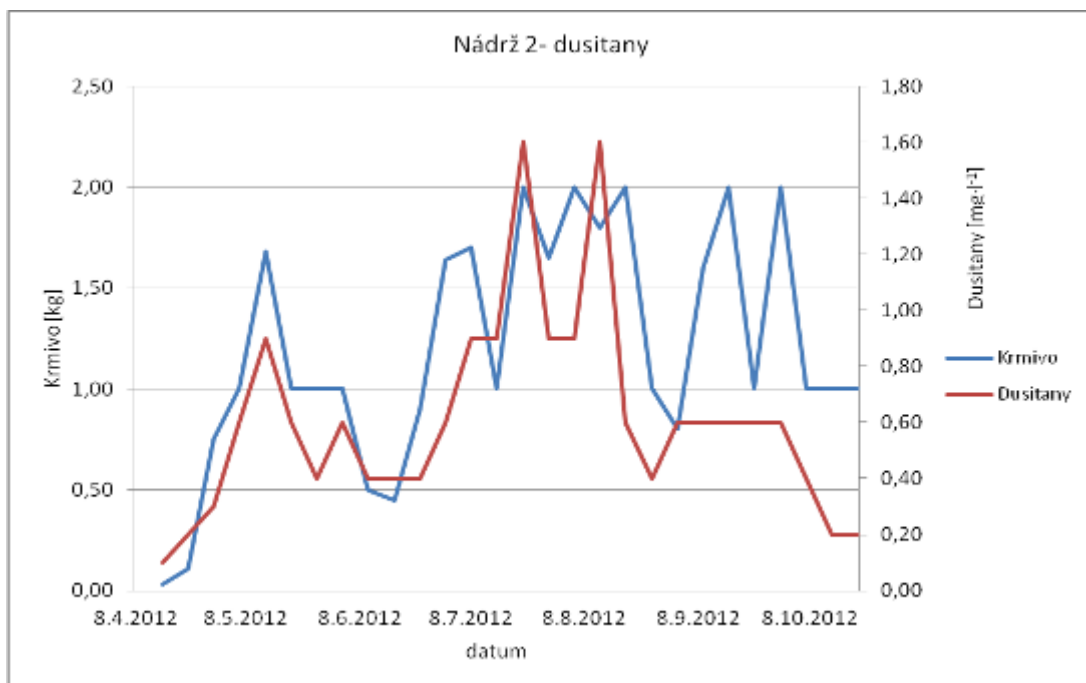
Graf č.2 - Průběh teploty a pH u nádrže 2.



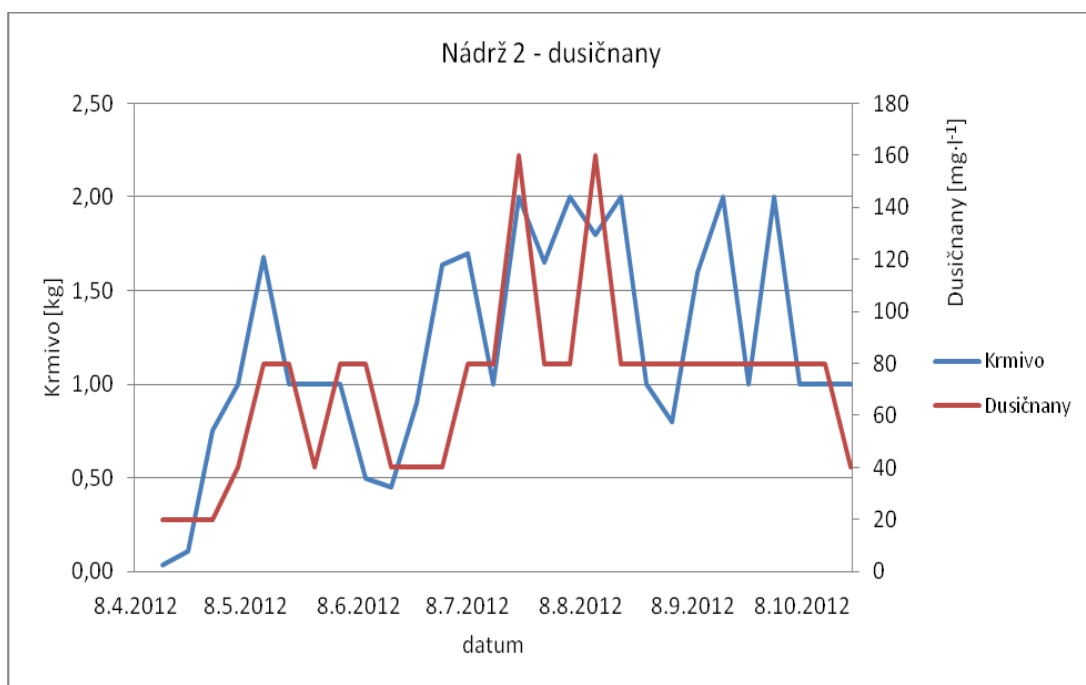
Graf č.3 - Množství dusitanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 1.



Graf č.4 - Množství dusičnanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 1.



Graf č.5 - Množství dusitanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 2.



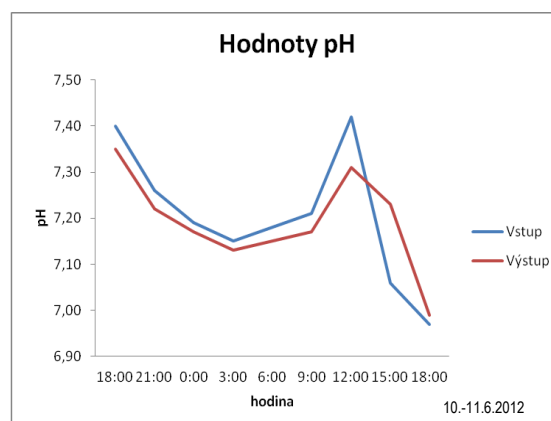
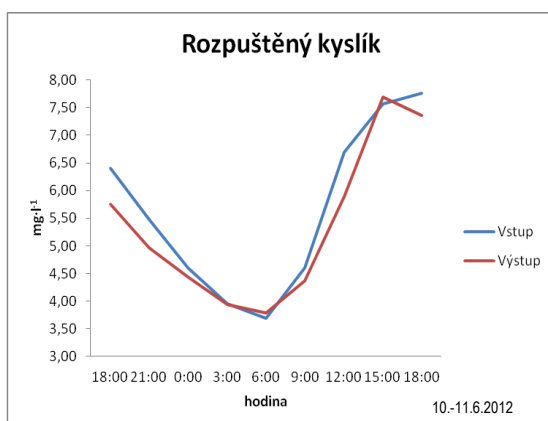
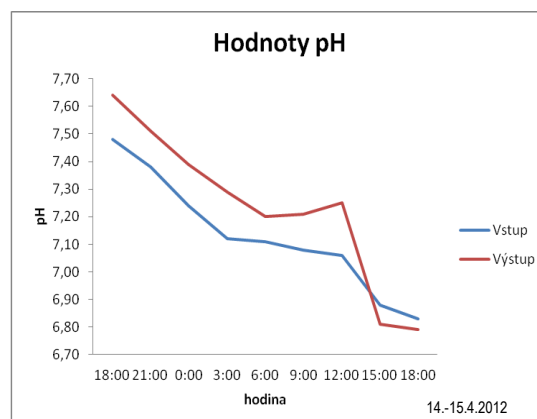
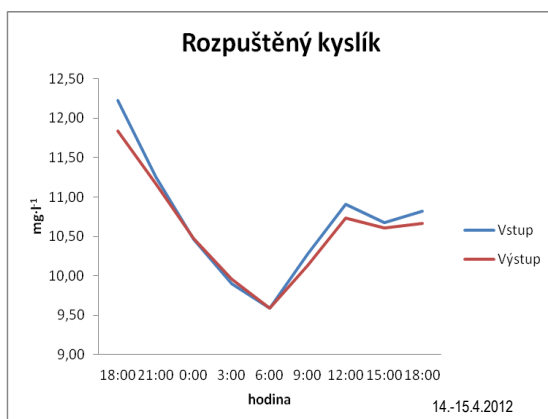
Graf č.6 - Množství dusičnanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 2.

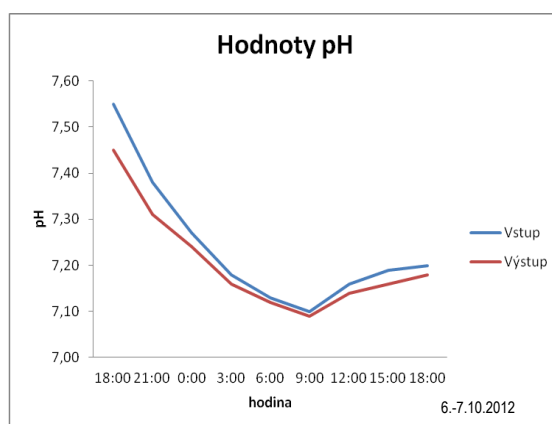
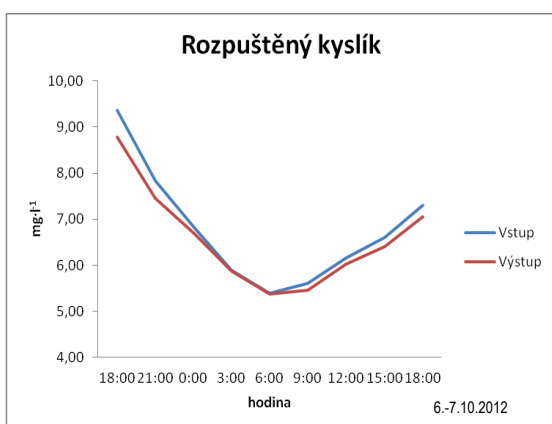
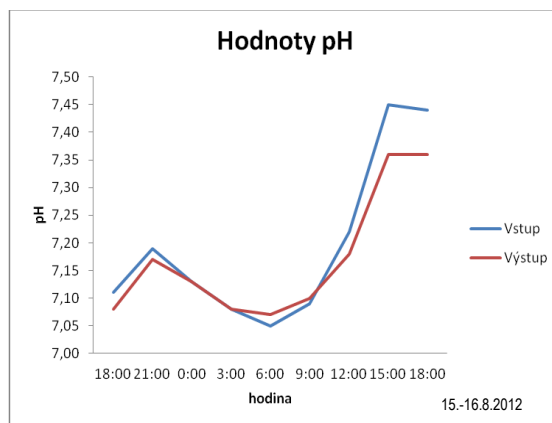
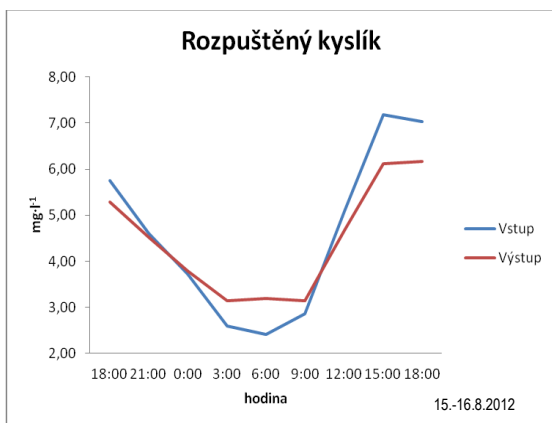
2.3.7. Naměřené hodnoty v intervalu 24 hodin

Teplota vody jednotlivých měření je uvedena v tabulce č.4. V průběhu měření byly zaznamenány i hodnoty pH a rozpuštěného kyslíku, viz obrázky č.2 a 3.

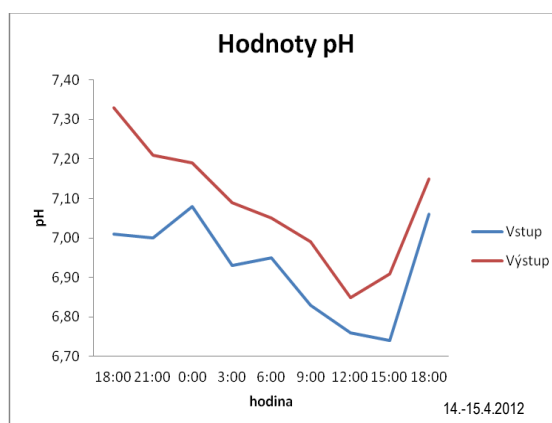
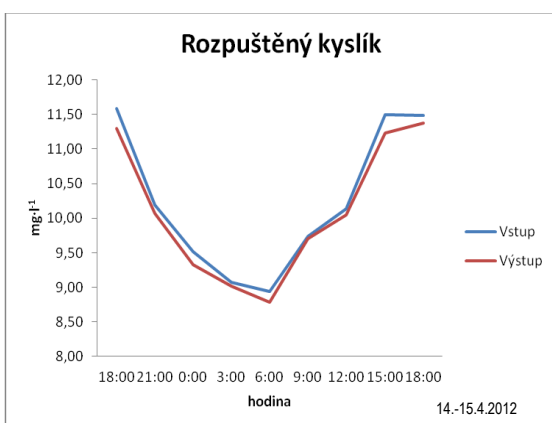
Tabulka č.4 - Naměřené teploty u nádrží 1 a 2.

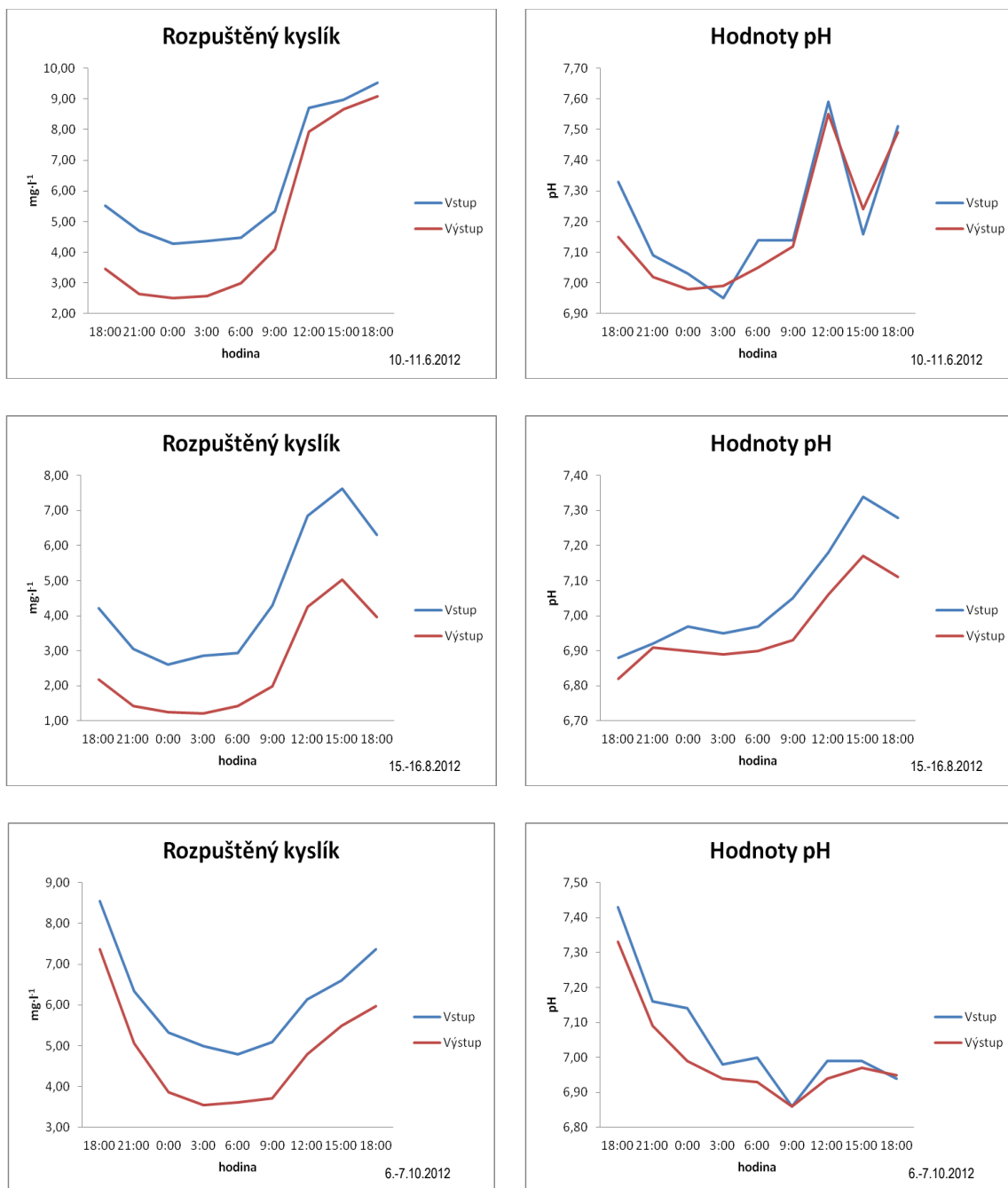
Datum/teplota	Nádrž 1 [°C]			Nádrž 2 [°C]		
	Průměr	Minimum	Maximum	Průměr	Minimum	Maximum
14.-15.4.	10,72	10,40	11,60	11,22	14,40	12,50
10.-11.6.	18,61	17,50	19,50	18,48	17,50	19,60
15.-16.8.	20,53	19,20	21,60	21,39	19,50	23,00
6.-7.10.	13,86	13,30	14,50	14,56	13,60	15,70





Obrázek č.2 - Hodnoty rozpuštěného kyslíku ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a pH naměřené na vstupu a výstupu filtrace nádrže 1 při 24 hodinových měřeních.





Obrázek č.3 - Hodnoty rozpuštěného kyslíku ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a pH naměřené na vstupu a výstupu filtrace nádrže 2 při 24 hodinových měřeních.

2.3.8. Ostatní zásahy

V květnu byl u nádrže 2 proveden zásah do filtrace. Původní čerpadlo, které bylo uloženo přímo na dně nádrže, bylo vyjmuto a následně bylo nainstalováno mimo nádrž. Voda z nádrže byla nasávána vypouštěcími otvory a následně dopravována do UV lampy

a vortexu. Výsledkem zásahu bylo snížení množství nerozpuštěných látek ve vodě a zlepšení průhlednosti.

2.4. Diskuze

Porovnání vlivu mechanické a biologické filtrace u okrasných nádrží bylo založeno na výsledcích orientačních testů a několika 24 hodinových měření dostupným přístrojem FROV. Nebylo možné se striktně držet exaktních hodnot referenčních laboratoří nebo kalibrovaných přístrojů, ale bylo nutné najít jiný způsob vyhodnocení výsledků. Ideálním řešením by bylo měření hodnot na výstupu z nádrže a na vtoku do nádrže. Z provozních důvodů to ale nebylo možné, navíc orientační testy neměly dostatečnou citlivost na zachycení rozdílů před a za filtrací. Z těchto důvodů byly výsledky měření dány do vzájemných vztahů a základem bylo porovnání dvou typů filtrací u dvou různých nádrží.

Pro hodnocení pokusu byly použity hodnoty teploty, pH, dusitanů a dusičnanů a byly graficky zpracovány ve formě spojnicových grafů. Z průběhu linií grafu č.1 a 2 je patrné, že teploty v obou nádržích mají podobný průběh. Průběh hodnot pH je také podobný, ale u nádrže 1 je stabilnější, u nádrže 2 více kolísá v porovnání s množstvím spotřebovaného krmiva.

Dále bylo použito porovnání množství dusitanů a dusičnanů v závislosti na množství spotřebovaného krmiva, viz graf č.3 – 6. Z důvodu vysoké hodnoty dusitanů a dusičnanů u nádrže 2 byly dočasné snížení krmné dávky. Po poklesu sledovaných hodnot byla krmná dávka zvýšena. Znovu však došlo ke zvýšení koncentrace dusíkatých látek a krmná dávka musela být opět snížena. Průběh a vrcholy spojnicového grafu dusitanů, dusičnanů odpovídají průběhu a vrcholům množství spotřebovaného krmiva. Opět lze z grafů vyčíst, že hodnoty u nádrže 1 mají menší výkyvy a za sledované období vykazují i méně vrcholů, než u nádrže 2.

Z naměřených hodnot v intervalu 24 hodin vyplývá, že průměrná teplota nádrže 2 je o 0,48 °C vyšší než u nádrže 1. Jak můžeme odečíst z jednotlivých obrázků č.2 a 3, v dubnu hodnoty rozpuštěného kyslíku na vstupu a výstupu filtrací obou nádrží byly téměř shodné. V dalších měsících již byly patrné rozdíly, především pak u nádrže 2. Podobné hodnoty byly naměřeny také u pH, u kterých se vyskytl ještě zřetelnější rozdíl mezi

nádržemi 1 a 2.

Testy na amoniak a fosforečnany se obtížně vyhodnocovaly podle barevné stupnice, protože byly málo výrazné a těžko se odečítaly. Naměřené hodnoty byly sice zaznamenány, ale pro vyhodnocení práce nebyly použity. Jako nepřímý důkaz činnosti bakterií biologického filtru bylo hodnoceno množství rozpuštěného kyslíku ve vodě a hodnota pH. Jak uvádí Štěch (2007), při činnosti bakterií se spotřebovává kyslík a vzniká oxid uhličitý, který způsobuje snížení pH. Takže na vstupu do filtrace voda obsahuje více rozpuštěného kyslíku než na výstupu a pH na vstupu je vyšší než na výstupu. Dubnová měření tuto teorii nepotvrdila, ale ostatní již ano. Tato skutečnost byla pravděpodobně způsobena nečinností baktérií v biologickém filtru. Z porovnání průběhu grafů bylo možné odhadnout, že větší rozdíl v hodnotách kyslíku a pH byl u nádrže 2. To by mohlo být způsobeno tím, že filtrace nádrže 2 je účinnější než u nádrže 1. Stálost kvality vody by se dala odůvodnit tím, že nádrž 1 měla sice menší účinnost biologické filtrace, ale voda nebyla tak zatěžovaná jako u nádrže 2 a filtrace měla větší objem. Naopak kvalita vody u nádrže 2 kolísala po celou sezónu z důvodu účinnější, ale poddimenzované biologické filtrace. Důkaz o zvýšení účinnosti mechanické filtrace byl po zásahu u nádrže 2 zjevný při zvýšení průhlednosti vody. Nerozpuštěné nečistoty byly mnohem lépe z nádrže odváděny dnovými výpustmi, než původně položeným čerpadlem na dně nádrže. O to větší důraz musel být položen na každotýdenní čištění mechanického filtru, především komory s kartáči, viz obrázek č.17 a 19. Objem dopouštěné vody do systému byl v porovnání s vyjádřením Kujala (2007) relativně vysoký, ale nebylo ho možné snížit z důvodu nezbytného proplachování filtračních komor a v letních měsících i z důvodu odparu. Řešením by mohla být jiná konstrukce mechanického filtru, která pro údržbu nevyžaduje tolik vody, např. šterbinový filtr, u kterého se nečistoty dají odstraňovat mechanicky s minimální spotřebou vody. Problematické bylo odhadnutí krmné dávky. Nepodařilo se zjistit, jaká by měla být optimální krmná dávka při předkládání plnohodnotných granulovaných směsí bez přirozené produkce a dávky podle Štěcha (2007) byly příliš vysoké. Aby nedocházelo k nadměrnému znečišťování vody, bylo množství krmiva kráceno na polovinu. Pak teprve byla dosažena průhledná voda v celém vodním sloupci, ale nebylo možné kalkulovat s velkými přírůstků ryby. Ani zkrmování kvalitních granulovaných krmiv firmy Coppens nepřineslo výrazné zlepšení kvality vody při stejné krmné dávce.

3. Závěr

Na základě výsledků bakalářské práce lze konstatovat, že standardní technologie produkčních akvakulturních systému lze aplikovat i pro chov ryb v okrasných nádržích. Prioritou je trvalá průhlednost vody, kterou lze dosáhnout komerčně dostupnou technikou a dalšími podpůrnými prostředky za rozumnou cenu. Důležité je nepodcenit mechanickou filtraci, jejíž nedostatečná funkce může značně ovlivnit čistotu vody a funkci biologického filtru. Cenově dostupné a účinné řešení je použití vortexu nebo štěrbinového filtru v kombinaci s kartáči. Využití bubnových filtrů je finančně náročné a stavbu okrasné nádrže by prodražilo. Biologický filtr je vhodné kalkulovat v minimálním objemu 10% chovné nádrže a pečlivě vybírat filtrační média. Pokud je k dispozici větší prostor, je vhodné do filtru zakomponovat kořenovou čističku. V případě nedostatku prostoru je vhodné využít akvacit, který má velkou povrchovou plochu a je vhodný pro osídlení bakteriemi. Naopak štěrk o zrnitosti nad 3 cm se jeví jako málo účinný. Pro trvalou průhlednost vody je nutné do filtračního systému zařadit UV lampu, která přispívá k likvidaci zelených zákalů vody. Vlákňitou řasu je vhodné redukovat použitím komerčně dostupných prostředků. Krmiva je vhodné používat kvalitní, s minimálním obsahem balastních látek a fosforu. Podle naměřených hodnot při orientačních měřeních i 24 hodinových měřeních byla nádrž 1 oproti nádrži 2 celkově po celou sezónu stabilnější s menšími výkyvy sledovaných veličin. Díky zásahu do mechanické filtrace a způsobu odtoku vody z nádrže 2 bylo dosaženo zlepšení kvality vody, mnohem více nerozpuštěných nečistot bylo zachyceno ve filtru. Druhým zásadním zásahem bylo omezení krmné dávky u nádrže 2 při zvýšení výskytu dusitanů a dusičnanů.

Z výsledků všech měření vyplývá, že i přes uvedené zásahy u nádrže 2 byla její filtrace v konečném důsledku účinnější, než filtrace u nádrže 1. Problém byl v tom, že z celkového objemu tvořil biologický filtr pouze jednu třetinu, což je nedostatečné. Ideální by byl přesně opačný poměr, tzn. jedna třetina mechanický filtr a dvě třetiny biologický. Účinnost filtrace by se ještě dala zvýšit změnou filtračního média.

4. Přehled použité literatury

- CARP POND - BŘEZÍ S.R.O., zástupce OGATA KOI FARM CO. LTD. *Crystal Bio Filter Medium BB 1 m3*: Filtrační materiály [online]. Březí [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: <http://www.koi-kapr.cz/?1,crystal-bio-filter-medium-bb-1-m3>
- Filtrace*. JEZÍRKA BANAT, s.r.o. [Http://www.jezirka.info/](http://www.jezirka.info/) [online]. Olomouc [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: <http://www.jezirka.info/rubriky/filtrace/>
- HANEL, L. *Ryby a mihule České republiky*. Příbram : PBTisk, 2005. 448 s. ISBN 80-86327-49-3.
- HANEL, L. *Svět zvířat VIII, Ryby (I)*. Praha : Albatros, 1998. 150 s. ISBN 80-00-00599-9.
- HŘÍBAL, V. *Zahradní jezírka a vodní rostliny*. 1. vyd. Praha: Grada. 2003. 93 s. ISBN 80-247-0590-7.
- LAŠTŮVKA, Z. *Zoologie pro zemědělce a lesníky*. 2., dopl. vyd. Brno: Konvoj, 2001, 267 s. ISBN 80-730-2008-4.
- Katalog AquaLogistik Koi-Teich-Technik*. Tripond Wasserpflegemittel, 2006.
- Koi magazine*. Velká Británie: Origin Publishing, 2007, č. 115.
- KOUŘIL, J., HAMÁČKOVÁ, J., STEJSKAL, V. 2008. *Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb*. Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany, 40 s.
- KUJAL, B. *Principy stavebnětechnologických řešení objektů intenzivních chovů ryb*. In: *Recirkulační systémy v chovech ryb*. Vodňany, 2007, s. 22-28.
- ŠTĚCH, L. *KOI*. Zliv : Typ České Budějovice, 2007. 350 s.

5. Seznam zkratek

KČ – kořenová čistírna,

PVC – polyvinylchlorid,

RAS – recirkulační akvakulturní systém,

UV – z anglického ultraviolet – ultrafialové.

6. Seznam tabulek, obrázků a příloh

	Strana
Tabulka č.1 - Velikost vortexu v závislosti na velikosti nádrže a průtoku vody	9
Tabulka č.2 - Parametry nádrží	20
Tabulka č.3 - Hmotnost Koi a počty kusů	23
Tabulka č.4 - Naměřené teploty u nádrží 1 a 2	28
Obrázek č.1 - Obecné schéma recirkulačního systému	8
Obrázek č.2 - Hodnoty rozpuštěného kyslíku (mg·l ⁻¹) a pH naměřené na vstupu a výstupu filtrace nádrže 1 při 24 hodinových měřeních	29
Obrázek č.3 - Hodnoty rozpuštěného kyslíku (mg·l ⁻¹) a pH naměřené na vstupu a výstupu filtrace nádrže 2 při 24 hodinových měřeních	30
Graf č.1 - Průběh teploty a pH u nádrže 1	25
Graf č.2 - Průběh teploty a pH u nádrže 2	25
Graf č.3 - Množství dusitanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 1	26
Graf č.4 - Množství dusičnanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 1	26
Graf č.5 - Množství dusitanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 2	27
Graf č.6 - Množství dusičnanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva u nádrže 2	27
Přílohy:	
Příloha č.1 - Fotodokumentace k nádržím a filtracím:	38
Obrázek č.4 - Celkový pohled na nádrž 1	38
Obrázek č.5 - Filtrace nádrže 1	38
Obrázek č.6 - Vortex nádrže 1	39
Obrázek č.7 - Prázdný vortex nádrže 1	39
Obrázek č.8 - Osazení šterkového lože nádrže 1	39
Obrázek č.9 - Přepad mezi filtračními komorami nádrže 1	39
Obrázek č.10 - Detail přepadu mezi filtračními komorami nádrže 1	39
Obrázek č.11 - Čerpadlová šachta nádrže 1	40

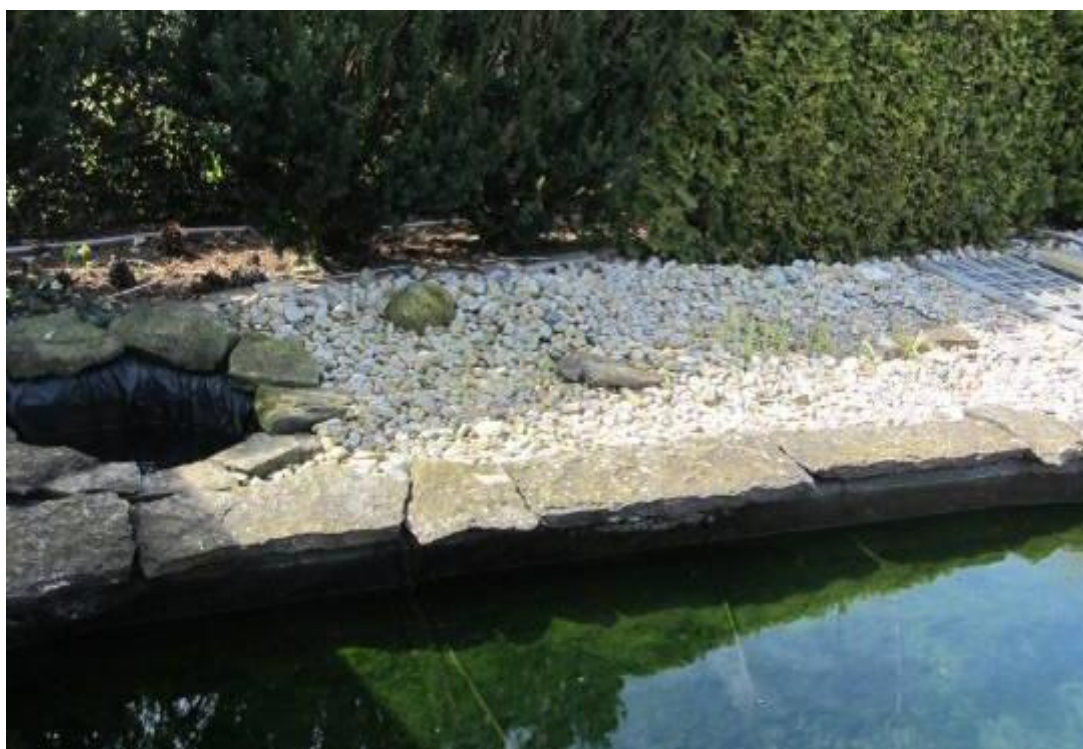
Obrázek č.12 - Čerpadlová šachta nádrže 1 s biobloky	40
Obrázek č.13 - Zelené hvězdicovité biobloky	40
Obrázek č.14 - Černé kulaté biobloky	40
Obrázek č.15 - Celkový pohled na nádrž 2	41
Obrázek č.16 - Komory filtrace nádrže 2	41
Obrázek č.17 - Vortex nádrže 2	42
Obrázek č.18 - Prázdný vortex nádrže 2	42
Obrázek č.19 - Kartáčová komora filtrace nádrže 2	42
Obrázek č.20 - Prázdna kartáčová komora filtrace nádrže 2	42
Obrázek č.21 - Komora s akvacitem nádrže 2	42
Obrázek č.22 - Prázdna komora s akvacitem nádrže 2	42
Příloha č.2 - Přehled vybraných druhů okrasných ryb	43

7. Přílohy

7.1. Příloha č.1 - Fotodokumentace k nádržím a filtracím



Obrázek č.4 - Celkový pohled na nádrž 1



Obrázek č.5 - Filtrace nádrže 1



Obrázek č.6 - Vortex nádrže 1



Obrázek č.7 - Prázdný vortex nádrže 1



Obrázek č.8 - Osázení šterkového lože nádrže 1



Obrázek č.9 - Přepad mezi filtračními komorami nádrže 1



Obrázek č.10 - Detail přepadu mezi filtračními komorami nádrže 1



Obrázek č.11 - Čerpadlová šachta nádrže 1



Obrázek č.12 - Čerpadlová šachta nádrže 1 s biobloky



Obrázek č.13 - Zelené hvězdčicovité biobloky



Obrázek č.14 - Černé kulaté biobloky



Obrázek č.15 - Celkový pohled na nádrž 2



Obrázek č.16 - Komory filtrace nádrže 2



Obrázek č.17 - Vortex nádrže 2



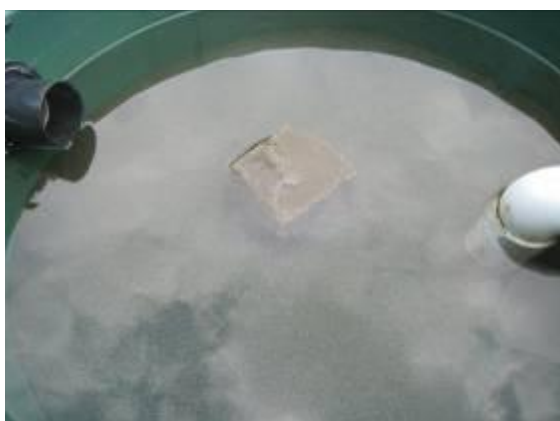
Obrázek č.18 - Prázdný vortex nádrže 2



Obrázek č.19 - Kartáčová komora nádrže 2



Obrázek č.20 - Prázdná kartáčová komora nádrže 2



Obrázek č.21 - Komora s akvacitem nádrže 2



Obrázek č.22 - Prázdná komora s akvacitem nádrže 2

7.2. Příloha č.2 - Přehled vybraných druhů okrasných ryb

Pro okrasné nádrže je možné využít mnoho druhů ryb, ale jen některé budou skutečným klenotem vodní plochy. Ve většině případů se využívají ryby, u kterých byly vyšlechtěny výrazné barvy, aby byly v nádržích dobře viditelné. Podle typu a velikosti nádrží je možné zvolit vhodný druh ryb. V následující části je uveden jejich přehled se systematickým zařazením.

Kmen (Phylum): Strunatci (Chordata)

Základem vnitřní kostry je struna hřbetní, která je po celý život zachována pouze u primitivních živočichů. Mozek se vytváří v přední části nervové trubice a v průběhu evoluce se zvětšuje. U vodních strunatců se po stranách hltanu vyskytují žaberní štěrby. Stavba srdce se mění s vývojem, cévní soustava je uzavřená (Laštůvka, 2001).

Podkmen (Subphylum): Obratlovci (Vertebrata)

Kůže je tvořena vícevrstevnou pokožkou a škárrou. Vnitřní kostra je chrupavčitá nebo kostěná, páteř je tvořena obratli. Obratlovci dýchají žábry nebo plicemi. Nervová soustava se dělí na centrální a periferní, dochází k významnému rozvoji smyslových orgánů. Vylučovací ústrojí je tvořeno ledvinami, jejichž základní funkční jednotkou je nefron (Laštůvka, 2001).

Třída (Classis): Paprskoploutví (Actinopterygii)

Tato třída obsahuje 42 řádů, 431 čeledí 4 075 rodů a 28 540 druhů ryb (Hanel, 1998).

Podtřída (Subclassis): Chrupavčití (Chondrostei)

Jde o primitivnější skupinu ryb s chrupavčitou kostrou. Obsahuje 36 druhů (Hanel, 1998).

Řád (Ordo): Jeseteři (Acipenseriformes)

Tělo je protáhlé, kostra téměř plně chrupavčitá, rypec je dlouhý se spodními ústy. Ocasní ploutev je nesouměrná s delším horním lalokem. Vyskytují se ve sladké i mořské vodě severní polokoule (Hanel, 1998).

Čeď (Familia): Jeseterovití (Acipenseridae)

Jen několik jeseterů žije trvale ve sladké vodě. Většina žije v moři a na tření táhne

do řek. Tělo mají pokryté 5 řadami kostěných štítků (1x hřbetní, 2x boční a 2x břišní), na spodní straně ryhce mají 4 vousky. Jeseteři jikry se používají jako pravý kaviár (Hanel, 1998).

Rod (Genus): Jeseter - *Acipenser* Linnaeus, 1758

Druh (Species):

Jeseter hvězdnatý - *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771)

Tento druh běžně dorůstá do 160 cm a jeho hmotnost dosahuje až 20 kg. Rozšířen je v Černém, Azovském, Kaspickém a Egejském moři a v přítocích řek. Má nápadně dlouhý a štíhlý rypec, hřbet bývá tmavý a štítky jsou bílé. Díky své barevnosti je poměrně oblíbeným druhem a je vhodný do větších nádrží (Hanel, 1998).

Jeseter malý - *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758)

Dorůstá do 70 cm o hmotnosti 6 kg. Vyskytuje se ve východní Evropě a západní Sibíři. Jde o nejmenší druh s poměrně nízkým tělem. Trvale žije ve sladké vodě a je poměrně citlivý na nedostatek kyslíku. Využívá se pouze pro maso. V chovech se využívá kříženec s vyzou (bestěr), který dobře roste a může trvale žít ve sladké vodě (Hanel, 1998). Díky své velikosti může být využit i v menších okrasných nádržích. Největší uplatnění najde komerčně dostupná albinotická forma.

Jeseter ruský - *Acipenser gueldenstaedtii* (Brandt & Ratzeburg, 1833)

Dorůstá až do 200 cm o hmotnosti do 30 kg. Původně byl rozšířen v deltě Dunaje a dalších řek, vlévajících se do Černého a Kaspického moře. Má výrazně bílé destičky a nažloutlé břicho. Je ceněn pro nejchutnější a nejkvalitnější maso. Jako okrasná ryba je velice atraktivní a hodí se pro větší rybníčky (Štěch, 2007).

Rod (Genus): Vyza - *Huso* Brandt & Ratzeburg, 1833

Druh (Species): **Vyza velká** - *Huso huso* (Linnaeus, 1758)

Dorůstá do délky 730 cm s maximální hmotností kolem 1 474 kg. Rozšířena je v Černém, Kaspickém, Azovském, Jaderském moři a jejich povodích. Jedná se o největší jeseterovitou rybu. Má krátký rypec, ústa zabírají jeho celou šířku spodní části. Tření probíhá v řekách, ve větších hloubkách. Počet jiker u jedné

samice může dosahovat až 8 milionů. Je ceněna pro nejkvalitnější kaviár. Vyžu je možné vysadit do velkých nádrží spíše v monokultuře, protože se v dospělosti živí rybami (Hanel, 1998).

Čeleď (Familia): Veslonosovití (Polyodontidae)

Veslonosi mají na rozdíl od jeseterů tělo téměř bez šupin. Rypec má tvar vesla, na spodní straně jsou dva vousky. Čeleď zahrnuje dva druhy, jeden žije v Severní Americe a druhý v Číně (Hanel, 1998).

Rod (Genus): Veslonos - *Polyodon* Lacepede, 1797

Druh (Species): **Veslonos americký** - *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792)

Dorůstá do 220 cm a hmotnosti 91 kg. Rozšířen je v řekách Severní Ameriky ústících do Mexického zálivu. Má velmi dlouhý rypec, který odpovídá třetině délky ryby (Hanel, 1998). U nás patří mezi nové a méně známé okrasné ryby. Trvale žije ve sladké vodě a živí se planktonem. Jako jedna z mála sladkovodních ryb má velmi rychlý růstový potenciál. Je to poměrně aktivní ryba, neustále v pohybu a je vhodná do větších nádrží. Ideální je zimování veslonosů v zimovišti (Štěch, 2007).

Podtřída (Subclassis): Kostnatí (Neopterygii)

Jde o vývojově vyšší ryby s kostěnou kostrou. Obsahuje asi 25 500 druhů (Hanel, 1998).

Řád (Ordo): Máloostní (Cypriniformes)

Jedná se o jeden z nejpočetnějších řádů. Typické je Weberovo ústrojí a spojení plynového měchýře se střevem. Horní čelist bývá vysunovatelná a máloostní mívají i přeměněný pátý žaberní oblouk na požerákové zuby (Hanel, 1998).

Čeleď (Familia): Kaprovití (Cyprinidae)

Tvoří nejpočetnější sladkovodní čeleď, popsáno více než 2 200 druhů. Nemají žaludek, jen rozšířené střevo, většinou jsou všežravci. V době tření se u samců tvoří třecí vyrážka, kladou jikry a o potomstvo se nestarají. U nás bylo zaznamenáno 31 druhů (Hanel, 1998). Pro okrasné účely byly vyšlechtěny různé barevné varianty a jsou nejvhodnější pro okrasné nádrže.

Rod (Genus): Amur - *Ctenopharingodon* Steindachner, 1866

Druh (Species): **Amur bílý** - *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)

Jedná se o nepůvodní druh v ČR, pochází z řek Dálného Východu. Je to býložravá ryba živící se makrovegetací. Lehce si zvykne na granulované krmivo pro kapry. V jezírku přijímá i vláknitou řasu. Dorůstá do velikosti 100 cm a hmotnosti až 30 kg, v jezírkách jen 2 - 3 kg. Pro okrasné účely se hodí tzv. zlatá forma amura s červenýma očima. Zejména dospělé ryby jsou velice dekorativní (Štěch, 2007). Amur snáší vody s malým obsahem rozpuštěného kyslíku, je hejnovou rybou a poněkud plachou. Dospívá v osmém roce života (Hanel, 1998). Na makrovegetaci přechází mladé ryby ve velikosti cca 15 – 17 cm. Plůdek se živí převážně zooplanktonem.

Rod (Genus): Jelec - *Leuciscus* Cuvier, 1816

Druh (Species): **Jelec jesen** - *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)

Zlatá forma jelce patří mezi nejstarší okrasné ryby v Evropě. Většinu dne tráví u hladiny, takže je dobře vidět i v zakalené vodě. V okrasných nádržích je vhodný především jako konzument komářích larev. Kromě zlaté formy byla vyšlechtěna i forma modrá. Jeho obliba v posledních letech klesá. Majitelé okrasných nádrží dávají přednost jiným druhům barevnějších ryb (Štěch, 2007). Dorůstá do 40 cm a hmotnosti kolem 2,5 kg. Je to pohyblivá a vytrvalá ryba. Dožívá se až 18 let (Hanel, 2005).

Rod (Genus): Kapr - *Cyprinus* Linnaeus, 1758

Druh (Species): **Kapr obecný** - *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

Barevné formy kapra byly chovány již před 2 500 lety v Číně. Z té doby pochází i současné označení Koi, tvořící ze dvou znaků. První znamená „ryba“ a druhý „obdělané pole“. Název později převzali Japonci a používají ho dodnes. Koi, resp. Nishikigoi, je ryba válečníků, symbolem odvahy a statečnosti. Do Evropy se Koi dostali v 70. letech minulého století. V ČR se Koi ve formě váčkového plůdku objevily v roce 1985. Stejně jako u hospodářských ryb se i okrasné podle typu ošupení dělí na šupinaté, řádkové, lysé a hladké. Podle barev se Koi dělí do několika základních skupin, např. Kohaku, Taisho Sanke, Showa, Utsurimono, Bekko, Koromo, Asagi, Shusui, Goshiki, Kumonryu, Kawarimono, Ogon atd. Barvy se v průběhu dospívání částečně mění až do 3 let věku ryby (Štěch, 2007). Kapr dorůstá do 120 cm a hmotnosti do 37 kg. Při poklesu kyslíku pod hodnotu $0,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ nastává nouzové dýchání, v zimě se shlukují

v hlubších místech u dna. Délka života je kolem 30 let.

Rod (Genus): Karas - *Carassius* Nilsson, 1832

Druh (Species): **Karas stříbřitý** - *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)

Karasi jsou méně nároční než Koi, vydrží větší přehřátí, hodí se do menších nádrží. Dobře přežívají i kyslíkový deficit. Dorůstají do 25 cm o hmotnosti 0,5 kg. Na rozdíl od Koi se karasi dají pořídit za nižší cenu a jsou mnohem dostupnější. Zimování pod ledem také probíhá bez větších problémů a pravidelně se na jaře vytírají. Mezi nejrozšířenější formy patří klasické zlaté zabarvení, dále tříbarevná forma Shubunkin, s prodlouženou ocasní ploutví kometa a polozávojevová červenobílá Sarasa (Štěch, 2007).

Rod (Genus): Lín - *Tinca* Cuvier, 1816

Druh (Species): **Lín obecný** - *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)

Dorůstá kolem 50 cm o hmotnosti 2,5 kg. Je to ryba dna, která žije samotářsky. Do hejn se sdružuje jen na zimu. Do podobné strnulosti, jako při zimním spánku, upadá i při vysoké teplotě vody v letním období. Dožívá se až 19 let (Hanel, 2005). Pokud v okrasných nádržích není čistá voda, není prakticky vidět a nasazuje se především jako ucelení sortimentu okrasných ryb. Větší okrasnou hodnotu nemá (Štěch, 2007). Byla vyšlechtěna i modrá forma, která není příliš populární.

Rod (Genus): Ostroretka - *Chondrostoma* Agassiz, 1832

Druh (Species): **Ostroretka stěhovavá** - *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758)

V okrasných nádržích se ostroretky chovají především pro jejich konzumaci vláknité řasy. Je to hejnová říční ryba, která prosperuje i v zahradních nádržích. Můžeme je použít nejen jako ryby meliorační, ale i jako indikační. Ostroretka je citlivá na obsah kyslíku ve vodě a na hodnoty pH. Pro likvidaci řas se do nádrže 10 m³ doporučuje nasadit 50 kusů ryb o velikosti 10 – 15 cm. Pro indikační funkci postačí jen 8 – 10 ks (Štěch, 2007). Okrasná hodnota ryb je nízká. Zatím nebyla vyšlechtěna žádná barevná forma. Maximální zjištěné stáří bylo 21 let (Hanel, 2005).

Rod (Genus): Perlín - *Scardinius* Bonaparte, 1873

Druh (Species): **Perlín ostrobřichý** - *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)

V poslední době vzrůstá popularita zlaté formy perlína především pro jeho konzumaci vláknitých řas. Obvykle dorůstá 35 cm a hmotnosti 1 kg. Jedinci stejné velikosti žijí v menších hejnech. Dožívá se 19 let (Hanel, 2005).

Řád (Ordo): Sumci (Siluriformes)

Čeleď (Familia): Sumcovití (Siluridae)

Rod (Genus): Sumec - *Silurus* Linnaeus, 1758

Druh (Species): **Sumec velký** - *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758)

Jde o naši největší rybu, která dosahuje délky 250 – 300 cm a hmotnosti kolem 100 kg. Sumec je aktivní převážně v noci, přes den je většinou skrytý v úkrytech. Jde spíše o rybu společenskou, která nebrání své teritorium, kromě samců v době tření. Samec hlídá hnízdo s jikrami až do jejich vykulení (Hanel, 2005). Živí se převážně rybami, dospívá ve 3. - 5. roce života, u nás se dožívá 30 let (Hanel, 1998). Byla vyšlechtěna albinotická forma, která by mohla být pro velké nádrže velice zajímavá.

8. Abstrakt

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv různých systémů čištění a úpravy kvality vody s využitím mechanické a biologické filtrace u okrasných nádrží s důrazem na trvalé zachování průhlednosti vody. Měření byla prováděna na soukromém objektu autora práce s chovem okrasných kaprů Koi (*Cyprinus carpio*) a hodnoty byly porovnávány u dvou nezávislých nádrží s různým typem filtrace. U nádrže 1 je filtrace založena na vortexu, štěrkovém filtru s makrovegetací a na bioblocích. U nádrže 2 filtraci tvoří vortex, komora s kartáči a komora s biobloky a akvacitem. K získání údajů byly použity orientační a 24 hodinová měření vybraných veličin. Z výsledků vyplývá, že filtrační systém u nádrže 2 byl účinnější, ale měl nedostatečnou velikost. Hodnoty u nádrže 1 byly během sezóny stabilnější. Průhlednost vody a eliminace zeleného zákalu byla řešena zapojením UV lampy do filtračního systému u obou nádrží. Pro tlumení vláknité řasy byly úspěšně použity komerčně dostupné přípravky.

Celkově se potvrdilo, že kvalita vody je závislá na správné volbě a dimenzování filtračního systému a že současné technologie z akvakulturních recirkulačních systémů lze úspěšně a v přijatelné cenové relaci využít i při budování okrasných nádrží s chovem okrasných druhů ryb.

9. Abstract

The aim of the bachelor work was to evaluate the effect of different systems of water purification and different systems of modification of water quality during utilization of mechanical and biological filtration. All with an emphasis on permanent conservation of water transparency.

Our measurements were done on private property of author who breeds ornamental koi carp (*Cyprinus carpio*). Researched values were compared between two independent ponds with different type of filtration. The filtration of the first pond is based on vortex, gravel filter with macrovegetation and bio blocks. The filtration of the second pond is composed of vortex, chamber with a brush and chamber with bio blocks and aquacit.

Approximated measurements and 24 hours measurements of selected variables were used to obtain requesting data.

Results show that the filter system of the second pond was more effective, but it had insufficient size. The values of the first pond were more stable during the season. Water transparency and elimination of glaucoma was solved by involving of ultraviolet lamp into the filtration system of both ponds. Commercially available products were successfully used for the inhibition of filamentous algae.

Overall, it was confirmed that water quality depends on the right selection and design of the filtration system. Further that current technology of recirculating aquaculture systems can successfully and affordably be applied also for ornamental ponds with breeding of ornamental fish species.