

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybnářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

**EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ TECHNOLOGIÍ RAS PRO
ZAHRADNÍ NÁDRŽE S CHOVEM
OKRASNÝCH RYB**

Autor: Ing. Jaromír Mitáš

Vedoucí bakalářské práce: Ing. David Gela, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Pavel Lepič

Studijní program a obor: N 4103 Zootechnika - Rybnářství

Forma studia: Kombinovaná

Ročník: 3.

České Budějovice, 2014

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

...16.4.2014.....

.....

Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu Ing. Davidu Gelovi, Ph.D., i konzultantovi Ing. Pavlu Lepičovi za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D., za zapůjčení měřicího přístroje k provedení monitorování kvality vody, firmě JEZÍRKA BANAT, s.r.o. za poskytnutí cenových nabídek na vybudování okrasných a koupacích jezírek a Mgr. Kláře Vocetkové za pomoc s výpočtem maximálního objemu okrasné nádrže.

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: **Efektivní využití technologií RAS pro zahradní nádrže s chovem okrasných ryb**
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 bakalářské práce bude vypracování přehledové studie o možnostech a způsobech výstavby různých typů zahradních nádrží s účelovým chovem okrasných ryb se zaměřením na nádrže s provozovaným filtračním zařízením.

1. Student se v přípravné fázi zaměří na vyhledání a nastudování dostupné zahraniční i v českém jazyce vydané literatury týkající se zadaného tématu práce. Samostatně vypracuje rešerši z doporučené odborné literatury a z literatury studentem vyhledané.

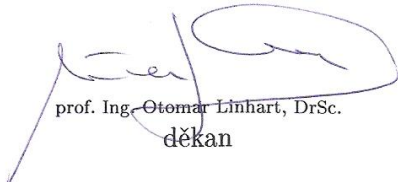
2. Provedení praktické části bakalářské práce spočívá v návrhu výstavby kompletního systému zahradní nádrže k chovu okrasných ryb včetně filtrace. Součástí kalkulace nákladů na výstavbu bude i výpočet optimální rybí obsádky a ročních nákladů na krmivo, energii, vodu a ostatního spotřebního materiálu.

3. Vyhodnocení a zpracování dat, vyhotovení bakalářské práce dle sdělení proděkana pro pedagogickou činnost o předkládání bakalářských a diplomových prací na FROV JU.


Rozsah grafických prací: **podle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - !**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Gela, Ph.D.**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: **13. června 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2014**


prof. Ing. Otomar Línhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Zátiší 728/II
389 25 Vodňany (2)


doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 13. června 2013

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- Jaap van Rijn, Waste treatment in recirculating aquaculture systems, *Aquacultural Engineering*, Volume 53, March 2013, Pages 49-56, ISSN 0144-8609, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.11.010>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860912000945>)
- Ronald F. Malone, Timothy J. Pfeiffer, Rating fixed film nitrifying biofilters used in recirculating aquaculture systems, *Aquacultural Engineering*, Volume 34, Issue 3, May 2006, Pages 389-402, ISSN 0144-8609, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.007>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860905001160>)
- Mark J. Sharrer, Steven T. Summerfelt, Ozonation followed by ultraviolet irradiation provides effective bacteria inactivation in a freshwater recirculating system, *Aquacultural Engineering*, Volume 37, Issue 2, September 2007, Pages 180-191, ISSN 0144-8609, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2007.05.001>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860907000544>)
- Wenxiang L, Zhongjie L. In situ nutrient removal from aquaculture wastewater by aquatic vegetable *ipomoea aquatica* on floating beds. *Water Science & Technology* [serial online]. May 15, 2009;59(10):1937-1943. Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed August 17, 2013.
- Maria Teresa Gutierrez-Wing, Ronald F. Malone, Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications, *Aquacultural Engineering*, Volume 34, Issue 3, May 2006, Pages 163-171, ISSN 0144-8609, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.003>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860905001123>)
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2013. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. FROV JU. Edice Metodik č. 85, 53 s.
- Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., Heinsbroek, L.T.N., Schneider, O., Blancheton, J.P.D, Órbcastel, E.R., Verreth, J.A.J., 2010. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering* 43:83-93.
- Milstein, A., 1992. Ecological aspect of fish species interaction in polycultural ponds. *Hydrobiology*, 231: 177-186.
- Zhang, S.Y., Li, G., Wu, H.B., Liu, X.G., Yao, Y.H., Tao, L., Liu, H., 2011. An integrated recirculating aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production. *Aquacultural Engineering* 45: 93-102.

Obsah:

	Strana
1. Úvod.....	8
2. Literární přehled	9
2.1. Historie chovu okrasných ryb	9
2.2. Okrasné nádrže.....	9
2.3. Koupací jezírka	10
2.4. Charakteristika RAS pro intenzivní chov ryb	11
2.5. Chovná nádrž pro nekomerční využití	13
2.6. Mechanický filtr	14
2.7. Flotace	16
2.8. Biologický filtr	16
2.9. Skrápěné filtry	17
2.10. Ponořené filtry	18
2.11. Ohřev a chlazení vody	18
2.12. Aerace a oxygenace vody	19
2.13. Desinfekce vody	20
2.14. Přítok doplňovací vody.....	22
2.15. Odkalení systému	23
2.16. Kořenové čistírny	23
2.17. Parametry kvality vody.....	25
2.18. Skupiny okrasných druhů ryb.....	28
2.19. Nemoci ryb	37
2.20. Výživa okrasných druhů ryb	42
2.21. Stanovení obsádky.....	43
3. Materiál a metodika	44
3.1. Charakteristika nádrže.....	44
3.2. Sledování fyzikálně-chemický parametrů.....	45
3.3. Sledování přírůstku ryb, ostatní pozorování a zásahy.....	46
4. Výsledky	47
4.1. Náklady na budování a provoz nádrže	47
4.2. Průběh sezóny	48
4.3. Fyzikálně-chemické parametry	50
5. Diskuze	54
6. Závěr	57
7. Přehled použité literatury.....	60
8. Seznam zkratk	65
9. Seznam tabulek, obrázků, grafů a příloh	66
10. Přílohy.....	67
11. Abstrakt.....	78
12. Abstract.....	79

1. Úvod

Budování okrasných nádrží bylo v dřívějších dobách 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 polyetylenové 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 nejdůležitější důvody poměrně širokého nasazení vodních ploch do zahradní architektury. Zahradní jezírko nebo rybníček se stávají moderním fenoménem dnešní doby. S nástupem moderních 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 karasy. Dnes se již často setkáváme s nádržemi mnohem většími, se zahradními rybníčky, do kterých jsou vysazováni japonští barevní kapři Koi a různé druhy kaprovitých či jeseterovitých ryb. Větší množství velkých ryb v nádrži vede ke zvýšeným nárokům na filtraci a výměnu vody. Specializované prodejny nabízejí různé druhy filtrací v rozdílných cenových relacích. Při volbě vhodné filtrace je nutné vycházet z plánovaného určení okrasné nádrže, předpokládaného zarybnění a velikosti. V současné době se při návrhu filtračního systému vychází ze zkušeností z oblasti komerčně provozovaných recirkulačních akvakulturních systémů.

Cílem bakalářské práce bylo zhodnocení technologií akvakultury, především recirkulačních systémů, které jsou použitelné při budování a údržbě nádrží pro chov okrasných druhů ryb. Základem bylo studium dostupné literatury v kombinaci s vlastními zkušenostmi a pozorováními. Jako objektivní parametry hodnocení efektivity byly kromě finančních nákladů použity i výsledky několika typů měření, které byly provedeny na chovatelském zařízení autora. Práce byla dále zaměřena na popis jednotlivých systémů a funkcí filtrace, především na biologické procesy, 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. Nechybí ani přehled chovaných druhů ryb našeho klimatického pásma a odolnějších druhů akvarijních ryb.

2. Literární přehled

2.1. Historie chovu okrasných ryb

První doklady o chovu ryb v zajetí pocházejí z mezopotamského města Lagaš cca 2 500 let před naším letopočtem. S největší pravděpodobností se jednalo o chov užitkový. Egypťané chovali ryby z posvátných důvodů v rybníčcích a bazéncích od 18. století př.n.l. Na freskách se dochovala vyobrazení nilských druhů ryb, které byly uctívány jako božstvo. V dobách antického Řecka se ryby objevily i v díle Aristotela a některé druhy byly podrobně pozorovány, popisovány a zkoumány (Hofmann, Novák, 1996). Rozvoj chovu ryb byl zaznamenán ve starověkém Římě, kde byly zakládány tzv. piscinae. Jednalo se o umělé přímořské rybníky, které byly symbolem bohatství a společenského postavení (Higginbotham, 2012). V Číně se již ve středověku objevil poprvé v dějinách chov okrasných ryb. Z karase zlatého (*Carassius auratus auratus*) byla po několika stoletích vyšlechtěna tzv. zlatá rybka a její závojová forma – závojnatka (*Carassius auratus auratus* var. *bicaudatus*). V roce 1163 nechal císař Čao Kou v císařských zahradách města Chang-čou založit rybník pro zlaté rybky. V 16. a 17. století se začaly zlaté rybky chovat ve zvláštních porcelánových nádobách. V Evropě se závojnatky rozšířily až po roce 1728, kdy byly úspěšně rozmnoženy v Holandsku. (Hofmann, Novák, 1996).

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 objevili v roce 1985 (Štěch, 2007).

2.2. Okrasné nádrže

Okrasné nádrže se budují různě veliké, hluboké, s různým určením a jsou veřejností i odborníky považovány za významný estetický a krajínotvorný prvek. Nádrže můžeme dělit podle umístění, druhu materiálu k výstavbě, účelu využití, způsobu napájení vodou, podle pěstovaných rostlin, chovaných živočichů atd. Okrasné nádrže se budují v soukromých zahradách i na veřejných prostranstvích, především v parcích. Při jejich plánování je vhodné vzít v úvahu architektonické řešení prostoru, místní terénní

zvláštnosti a celkový charakter krajiny. Ve vhodných polohách s dostatečným zásobením vodou lze budovat i soustavu několika nádrží. Zvláštním případem jsou okrasné nádrže, které mohou sloužit i ke koupání a bývají doplněné o různé typy filtrací. K zajištění požadované kvality vody a průhlednosti se uplatňují moderní technologie recirkulačních akvakulturních systémů (dále RAS). Okrasné nádrže lze využít i pro pěstování různých druhů vodních i vlhkomilných rostlin a k cílenému chovu různých vodních živočichů (např. želva nádherná *Trachemys scripta elegans*). Nezřídka se stává, že je jezírko přirozeně, krátkodobě či trvale, osídlena zástupci obojživelníků (např. žábami rodu skokan *Rana*, ropucha *Bufo*, kuňka *Bombina*). K okrasným účelům jsou nejvhodnější ryby žijící u hladiny nebo ve vodním sloupci s výrazným zbarvením, především kaprovité ryby. Při zabezpečení přítoku vody a nižší teploty je možné chovat i lososovité ryby, které jsou náročnější na kyslík a čistotu vody. Ve větších a hlubších nádržích lze chovat i jeseterovité ryby (Pokorný, 2009).

Podle zákona č. 186/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), § 80 odstavec 3, je jezírko považováno za terénní úpravu, u které není vyžadováno rozhodnutí o změně využití území ani územní souhlas, ale nesmí přesáhnout plochu 300m² a hloubku 1,5m. Pozemek dále nesmí mít společnou hranici s veřejnou pozemní komunikací nebo veřejným prostranstvím.

2.3. Koupací jezírka

V osmdesátých letech 20. století se koupací jezírka začala šířit v Německu a Rakousku. Princip spočívá v kombinaci koupacího bazénu s pobřežní rostlinnou zónou. V zahraničí takto funguje několik veřejných koupališť, např. Eberschwang s plaveckou plochou 2 475 m². V České republice jsou koupací jezírka realizována především v soukromých zahradách. Koupací ekologické jezírko doplněné o čerpadlo nebo filtraci vykazuje nižší spotřebu energie než klasické koupací bazény. Další výhodou je, že můžeme mít rekreační a klidovou zónu přímo u domu.

Koupací jezírka můžeme rozdělit na jednokomorová nebo vícekomorová. Jednokomorové koupací jezírko se skládá z koupací zóny o hloubce 1,5 – 2,5 m a mělké regenerační zóny o hloubce 0 – 1 m. Při velikosti regenerační zóny kolem 70 % celkové plochy čistící procesy zabezpečí rostliny a bakterie. Při 50 % regenerační zóny bývá zpravidla jezírko doplněno čerpadlem, které zvyšuje pohyb vody mezi koupací a regenerační zónou. Pokud je regenerační zóna menší než 30 % plochy, je nutné systém

rozšířit kromě čerpadla i o filtraci.

Vícekomorová koupací jezírka ve většině případů tvoří dvě komory, koupací a regenerační, které tvoří samostatné celky. Komory mohou mít rozdílné hladiny, pak dochází k přečerpávání vody z níže položené nádrže do horní nádrže. Z té voda přetéká zpět do spodní nádrže. Druhý způsob je založený na principu spojených nádob a hladiny jsou ve stejné výšce. Jde o obdobu gravitační filtrace. Výhodou vícekomorového systému je vysoká účinnost čištění vody, snížení nebezpečí zanesení substrátu nebo kamínků do koupací zóny a poškození rostlin. I tento systém může být doplněn filtrací, pokud regenerační zóna nestačí vyčistit koupací nádrž.

Koupací jezírko je vhodné umístit tak, aby nebylo ve stínu, aby bylo vystaveno slunečnímu svitu alespoň 8 hodin denně. V případě použití čerpadla nebo osvětlení musí být v dosahu i přípojka elektrického napájení spotřebičů realizovaná dle platných bezpečnostních norem. V blízkosti koupací zóny bývá vybudováno dřevěné molo a nesmí se zapomenout i na snadný vstup a výstup pomocí vhodných schůdků. Optimální velikost jezírka je minimálně 150 m², z toho 100 m² zabírá regenerační zóna a 50 m² koupací zóna. Při velikosti nad 300 m² je možné poměr snížit na 1:1. Optimální hloubka koupací části bývá 2,5 m. Ostatní zásady jsou shodné jako při budování okrasných nádrží. Rozpočet koupacího jezírka o objemu 100 m³ s regenerační zónou tvořící 30 % plochy a filtračním systémem přesahuje 200 000,- Kč (Sedlák, 2008).

2.4. Charakteristika RAS pro intenzivní chov ryb

Podle ústního sdělení Davida Gely (FROV, vedoucí pracoviště Genetického rybářského centra, Zátíší 728/II, Vodňany) dne 23.3.2014 okrasné nádrže pro chov ryb svým technickým vybavením a konstrukcí v současné době vychází z technologického vývoje průmyslových akvakulturních systémů, jenž jsou modifikované pro nekomerční využití. Ve svém principu a v přirozených biologických procesech, které v chovných nádržích probíhají, jsou si zájmové chovy ryb s průmyslovou produkcí ryb k lidské obživě podobné, ale je zde i řada odlišností.

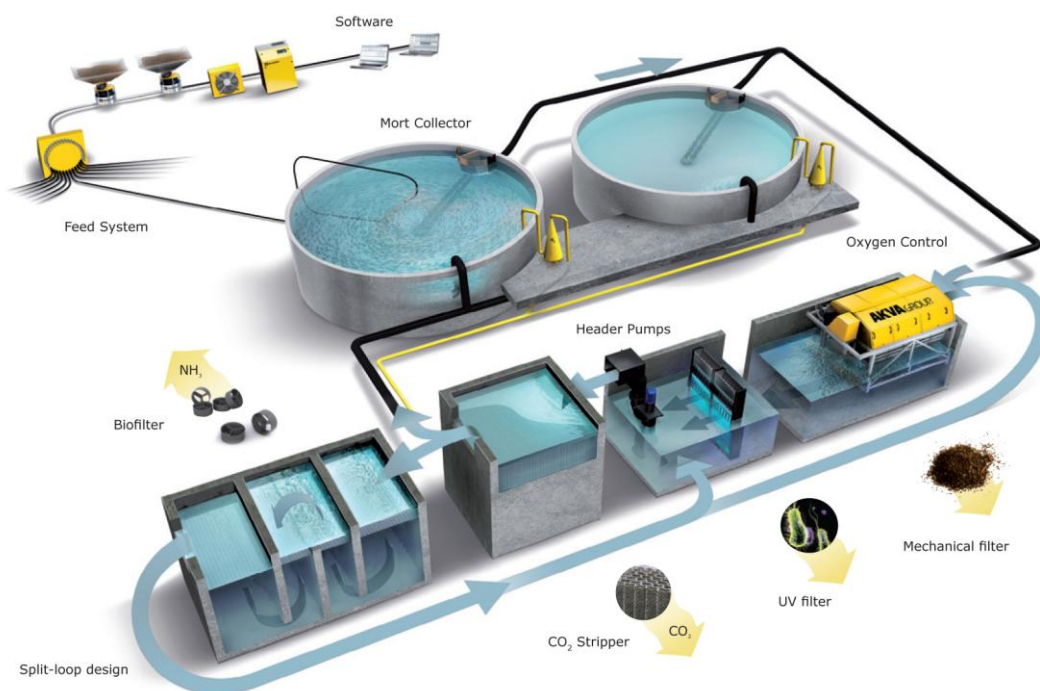
Typickými rysy recirkulačních akvakulturních systémů pro komerční produkci jsou vysoká obsádka nádrží, malá zastavěná plocha a nízká spotřeba přítokové vody. Je tedy možné využít nezávadnou vodu vodovodní, studniční, z hlubinných vrtů nebo důsledně upravit vodu povrchovou. Podle konstrukce bývají RAS 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 denně je doplňováno do 10 % objemu vody RAS. Pevné odpady mohou být využity jako hnojivo nebo zdroj pro výrobu bioplynu (Kouřil a kol., 2008).

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

Produkce odpadů v RAS závisí na řadě faktorů, z nichž je nejdůležitější druh a stáří ryb, složení krmiva, krmný režim a kvalita doplňované vody. Vysoká účinnost využití krmiva může být dosažena ovlivněním některým z faktorů, např. závislost krmení v RAS, zda se provádí ručně nebo automaticky, a s tím související monitorování spotřeby krmiv a kvality vody. Předkládané množství krmiva je snadno identifikovatelné, čímž se minimalizuje překrmování a následné hromadění nespotřebovaného krmiva v systému. Trendem poslední doby je položit důraz na ty procesy, které vedou k omezení odpadů než na ty, které slouží k zachycení a přeměně odpadu (Rijn, 2013). Odhaduje se, že až 60 % množství krmiva je různými procesy konvertováno na rozpuštěné i nerozpuštěné částice a plyny (Masser a kol., 1999). Vliv krmiva na životní prostředí může být také snížen výběrem místních složek krmiv a surovin z nízké trofické úrovně (např. proteinů a lipidů z fytoplanktonu) (Martins a kol., 2010).

Probíhající vývoj v oblasti RAS ukazuje dva trendy se zaměřením na technické vylepšení v rámci recirkulační smyčky a recyklaci živin prostřednictvím integrovaného zemědělství. Pozornost je věnována zavádění denitrifikačních reaktorů, technologií zahušťování kalů a využití ozónu. Inovace by měly vést ke snížení spotřeby vody, snížení množství odpadních látek a spotřeby energie. Dalším novým trendem je zařazení mokřadních systémů a systémů produkce řas v kontrolovaných RAS. Při využití RAS „nové generace“ lze očekávat spotřebu vody méně než $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ krmiva, na rozdíl od klasických RAS ($0,1 - 1 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ krmiva) (Martins a kol., 2010).



Obrázek 1 - Jednotlivé komponenty RAS pro komerční intenzivní odchov ryb dle dánské firmy Akvagroup (2013). Schéma bylo převzato z prezentačních internetových stránek firmy, která se zabývá vývojem a realizací komerčních akvakulturních systémů.

I když investice na recirkulace budou klesat, i nadále se však jedná o nejnákladnější technologie v zemědělské výrobě. Na druhé straně jsou nádrže založené na průtokových technologiích omežovány předpisy na ochranu životního prostředí. RAS jsou vhodným doplňkem k rybníčnímu hospodářství a postupně se zvyšuje jejich význam. Při návrzích RAS se ve značné míře vychází z čistírenských technologií, ale ne všechny jsou pro akvakulturu vhodné (Gutierrez-Wing a kol., 2006).

2.5. Chovná nádrž pro nekomerční využití

Materiál na chovné nádrže okrasných a koupacích jezírek 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 fólie kaučukové nebo z PVC. K jejich ochraně proti poškození se do výkopu pokládá geotextilie. Tvar nádrže se volí většinou obdélníkový nebo oválný 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). Pro nádrže do 100 m² se doporučují PVC fólie o síle 1 mm. Pro jezírka nad 100 m² jsou vhodnější fólie 1,5 mm. Pevnost fóliového jezírka je účelnější zvýšit kvalitní geotextílií než silou fólie. Při zvýšení síly fólie z 1 mm na 1,5 mm se pevnost zvýší o cca 20 %, ale náklady se zdvojnásobí. Při použití podložní geotextílie se pevnost zvyšuje o více než 100 % a nárůst ceny je vzhledem k celkovým nákladům zanedbatelný (Sedlák, 2008).

2.6. Mechanický filtr

Mechanický filtr je důležitou součástí recirkulačních systémů, slouží k zachycení nerozpuštěných nečistot z vodního sloupce, dna nebo z hladiny nádrže a je prvním krokem k udržení průhlednosti vody v chovné nádrži. 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 se nachází ve 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 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 bývá nutnost tlakové vody a obsluhy při čištění (JEZÍRKA BANAT, 2013).

Druhý způsob mechanické filtrace používá síta, a to štěrbinové filtry nebo bubnové filtry. Štěrbinové filtry pracují na principu oddělení mechanických nečistot z vody a zabránění jejich rozkladu ve vodním prostředí. Síta bývají řidší, zrnitost 250 – 300 µm. Podle praktických zkušeností je tento mechanický filtr vhodný pro odstranění

hrubých nečistot, např. vláknité řasy, listí, exkrementů ryb. Pro co nejdokonalejší mechanickou filtraci jsou vhodnější bubnové filtry, které používají síta o zrnitostech kolem 40 µm 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 vody na proplachování. Nezanedbatelné jsou i vyšší pořizovací náklady v řádech až statisíců korun.

Tabulka 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

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 jde o nižší účinnost nasávání mechanických nečistot z nádrže. Proto se do systému zařazují čerpadlové šachty. Jedná se o kombinaci obou předešlých způsobů, gravitačně se voda dopravuje mimo chovnou nádrž do šachty, z té je pak čerpadlem dopravována do filtrace (JEZÍRKA BANAT, 2013).

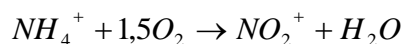
2.7. Flotace

Flotace je separační proces, při kterém se nerozpuštěné látky spojují s mikrobublínkami plynů a vytvářejí flotační komplexy. Jejich specifická hmotnost je menší než specifická hmotnost kapaliny. V důsledku toho stoupají flotační komplexy ke hladině, ze které jsou odstraňovány. Potřebný vzduch je do systému dodáván pomocí jemnobublinné aerace. Takto vzniklý flotační komplex není stabilní, je zapotřebí použít jemnější bublinky (menší než 1 mm v průměru). Bublínky je možné tříštit ultrazvukem. V praxi se nejvíce uplatnila tlaková flotace, při které je odpadní voda pod tlakem sycena vzduchem. Ve flotační nádrži rozpuštěný kyslík ve vodě expanduje za vzniku velmi jemných bublinek (průměr okolo 0,1 mm). Tím je zajištěno dobré využití vzduchu i vznik stabilních komplexů. Pěna se z hladiny stírá nebo odsává do odpěňovací komory, ve které dochází k rozkladu komplexu. Metoda flotace nachází uplatnění v čistírenských technologiích a komerčních systémech chovu ryb (Dohányos a kol., 1998).

2.8. Biologický filtr

Tento druh filtru je nejdůležitější součástí průmyslových 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:



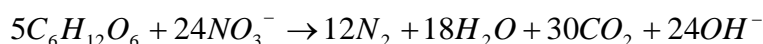
(Kouřil a kol., 2008).

Na průběhu první fáze nitrifikace se podílejí nitrifikační bakterie rodu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosocystis*, na druhé fázi zástupci rodu *Nicrobacter*, *Nitrocystis* atd. Rychlost nitrifikace je ovlivněna koncentrací rozpuštěného kyslíku, hodnotou

pH, teplotou, stářím i zatížením aktivovaného kalu a složením odpadních vod. K činnosti bakterií dostačuje koncentrace kyslíku okolo $2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Hodnota pH se považuje za optimální pro rod *Nitrosomonas* 7,9 – 8,2 a pro rod *Nitrobacter* 7,2 – 7,6. Nízké koncentrace kyslíku a vyšší hodnoty pH mohou mít za následek hromadění dusitanů ve filtrační nádrži (Dohányos a kol., 1998). Kromě toho jsou nitrifikační bakterie negativně ovlivňovány nízkou teplotou, vysokou koncentrací amoniaku, rozpuštěným chlórem a antibiotiky (Kouřil a kol., 2008).

Denitrifikace probíhá bez přístupu kyslíku, ale za přítomnosti uhlíku (organických látek nebo metylalkoholu). Na procesu se podílejí bakterie rodu *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Chromobacterium*, *Denitrobacillus*. Dusičnanový nebo dusitanový dusík figuruje při anoxické respiraci jako konečný akceptor elektronů a má tedy stejnou úlohu jako molekulární kyslík při oxické respiraci. Rychlost denitrifikace se zvyšuje s rostoucí teplotou. Proces probíhá v dostatečně širokém rozmezí pH 6-9 (Dohányos a kol., 1998).

Sumární rovnice denitrifikace:



Objem biologického filtru závisí na použitém filtračním médiu. Minimální doporučená velikost komory bývá 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 skrápěné a ponořené (Kouřil a kol., 2008).

2.9. Skrápěné filtry

Skrápěná filtrace se používá při úpravě povrchových vod s nízkým organickým znečištěním. Začala se používat již na začátku 20. století. Základním principem skrápěné filtrace je, že obsahuje jak vodu, tak i vzduch. Filtrovaná voda se za pomoci rozstřikovacím zařízením rovnoměrně rozlévá na celou plochu filtrační vrstvy. Kyslík pro činnost bakterií je využíván z okolního vzduchu, který se do filtru dostává společně s přitékající vodou otvory v těle komory. Přebytek vzduchu (kyslíku) v každé fázi

filtračního cyklu je potřebný k oxidaci rozpuštěných sloučenin, k eliminaci amoniaku, k vytěsňování plynů z upravované vody a okysličování vody (Kundera, 1985). Jedná se o vertikálně uspořádané filtry, u kterých bývají média ve vrchní vrstvě hrubší, v dolní části jemnější. Je možné použít tříděný štěrk, plastové špony nebo speciální plastové elementy. Účinnost filtru je dána jeho velikostí nebo množstvím protékající vody (Kouřil a kol., 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).

2.10. Ponořené filtry

Tyto filtry jsou uspořádány horizontálně a od skrápěných 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 a kol., 2008). Předpokladem funkčnosti ponořeného filtru je, že s filtrovanou vodou je přinášeno i dostatečné množství kyslíku. To bývá zabezpečeno vysokou mírou recirkulace nebo provzdušňováním přítokové vody. Existují tři typy ponořených filtrů. První používá fixovaná média ve vacích bez možnosti ovlivňování biofilmu. Tento typ se využívá v málo zatížených systémech. Nadměrný růst bakterií by způsobil omezení průtoku vody náplněmi. Druhý typ je tvořen volně loženými statickými médii, která se pravidelně naruší proudem vody nebo vzduchem. Tím dojde k porušení nárůstů bakterií na médiích a znovuoživení biofilmu. Třetí typ je založen na médiu, které se neustále pohybuje a biofilm se neustále obrušuje. Pro tento typ tzv. fluidního filtru se používají speciální média s velkým povrchem (Malone, 2006).

2.11. Ohřev a chlazení vody

Teplota vody v nádrži musí odpovídat nárokům chovaných druhů ryb. Ohřev vody je nutný v chovu tropických druhů ryb a využije se hlavně v uzavřených stavbách. Chlazení vody by našlo uplatnění především v chovu lososovitých ryb v letním období, kdy hrozí přehřátí vody až nad jejich letální hranici. Jedná se o velice drahá a energeticky náročná zařízení, proto se v zájmových chovech prakticky nevyužívají.

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 z ekonomických a ekologických důvodů nepoužívá (Kouřil a kol., 2008). U použití tepelného čerpadla se na celkovém množství tepla převáděného do vody pro chov ryb podílí 60 – 70 % teplo odebrané z prostředí (vzduch, zemina, voda) a 30 – 40 % elektrická energie (Kouřil, Matoušek, 2008).

2.12. Aerace a oxygenace vody

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 a kol., 2008).

Ryby využívají kyslík rozpuštěný ve vodě k dýchání, přes žábry je vstřebáván do krve. Pro kaprovité ryby je optimální hodnota rozpuštěného kyslíku ve vodě 5-8 mg·l⁻¹. Při této hodnotě ryby 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 %. Např. kapr obecný 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).

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 rozstříkovacími koncovkami nebo injektory na principu venturiho trubice.

Používání klasických vzduchovacích kamenů bývá sice levné, ale málo účinné (Kouřil a kol., 2008). Pro co nejmenší bublinky se používají vývzdušníky, které jsou vyráběny z jemné keramické hmoty (Štěch, 2007).

Pro zvýšení obsahu kyslíku ve vodě lze použít 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. V profesionálních zařízeních se běžně tyto přístroje používají, i když jejich pořizovací náklady jsou vysoké (deseti až statisíce korun), 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 a kol., 2008).

2.13. Desinfekce vody

V RAS je třeba eliminovat riziko nákazy a epidemie způsobené různými patogeny vlivem dlouhého retenčního času vody, zvýšené koncentrace substrátu a vysoké hustoty ryb. Patogeny se vyskytují ve vodním sloupci, v biofiltru, na rybách a různých technologických zařízeních. RAS vyžadují interní dezinfekční procesy kontroly populačního růstu patogenů a heterotrofních bakterií. K tomuto účelu se využívá ozonizace a ultrafialové (UV) záření (Sharrer, 2007).

K desinfekci vody se běžně používá UV záření typu C o vlnové délce 200 – 280 nm, které působí na bakterie, viry, plísňe, 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). Síla lampy bývá doporučena jako minimálně dvojnásobek objemu nádrže, např. pro nádrž o objemu 5m³ je vodná UV lampa o výkonu 10 W (Štěch, 2007).

Jedním z nejnovějších pojmů v chovu okrasných druhů ryb je ozón (O₃). 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. 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 dávají 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.

Mohlo by se zdát, že sterilní prostředí je ideální, ale není tomu tak, protože pokud

jsou Koi chovány v takovém prostředí nějakou dobu, stanou se náchylnými k onemocněním. Pokud se pořídí Koi, kteří budou chované 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. O₃ 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).

Ozón má pozitivní vliv na zbarvení vody, snížení dusitanů a snížení zákalu v důsledku řas. Téměř 100% účinný je na *Aeromonas liquifaciens*, *A. salmonicida*, *Pseudomonas fluorescens* a *Yersinia ruckerii*. Kombinace dávky ozonu 0,1-0,2 mg·l⁻¹ s UV dávkou ozáření větší než 50 mJ·cm⁻² poskytuje oxidační proces, který může trvale ošetřit vodu od koliformních a heterotrofních bakterií (Sharrer, 2007).

Významným inaktivačním faktorem bakterií patogenních pro ryby je i sluneční svit. Působí na ozářené (UV zářením) i neozářené bakterie ve venkovních chovech ryb. Dále se v intenzivních chovech využívá chlorace a desinfekce jódovými složkami. Chlór se používá spíše v desinfekci odtokové vody, přítoková voda by musel být ještě ošetřena např. filtrací přes aktivní uhlí. Jódové složky se aplikují při desinfekci náradí a zařízení (Liltved, 2003).

2.14. Příklad doplnovací 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. Doplnování vody

do systému je ve většině případů ruční, u sofistikovanějších systémů může být řízeno automaticky nebo spolehlivým plovákovým ventilem, aby nedošlo k havárii v době nepřítomnosti obsluhy (Kujal, 2007).

2.15. 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 zálivka 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).

2.16. 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. 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 (Hříbal, 2003). KČ (mokřady) prokazují relativně vyšší účinnost v odstraňování rozpuštěných látek, přičemž odstraňování živin a organických látek bývá nestabilní. Tento jev je připisován sezónním výkyvům klimatu, fyzikálně-chemických a biologických rozdílů v rámci mokřadu a kolísáním přitékající vody. Teplota přítokové vody je vyšší, než teplota vody odtokové. Dále dochází ke snížení množství rozpuštěného kyslíku a mírnému poklesu pH (Zhang a kol., 2011). Při sledování 18 kořenových čistíren byly zjištěny účinnosti čištění nerozpuštěných látek od 55 % do 98 % (průměrně 80 %), pro BSK5 od 55 % do 97 % (průměrně 82 %) a pro celkový fosfor od -5 % do 56 % (průměrně 26 %). K odstraňování amoniakálního dusíku ale prakticky nedochází. Odstraňování fosforu se dá ovlivnit volbou vhodné náplně komor, ale sorpční vlastnosti materiálů se postupně vyčerpávají (Mlejnská, 2009). Roční příjem dusíku emerzními rostlinami může

dosahovat hodnot až $263 \text{ g} \cdot \text{Nm}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$. Plovoucí rostliny, zvláště pak *Eichhornia crassipes* a zástupci rodu *Lemnaceae*, mohou přijmout více než jednu tolik dusíku za rok (Vymazal, 1995). Zvýšení účinnosti vegetačních kořenových čistíren lze dosáhnout úpravou kyslíkového režimu v KČ, který je nezbytný pro nitrifikační procesy. Potřebný kyslík je možné získat stykem vodní hladiny s ovzduším, přísunem kyslíku do kořenové části rostlin, impulsním plněním filtračního lože, kaskádovými přelivy mezi nádržemi a umělým provzdušňováním. Vegetační kořenové čistírny druhé generace využívají nové technologie, koncepci uspořádání a kombinaci s jinými přírodními způsoby čištění (Šálek, Tlapák, 2006).

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 doporučované rostliny můžeme zařadit:

- metlice (*Deschampsia*), domácí bylina, přežívá celoročně;
- tokozelka nadmutá, tzv. vodní hyacint, (*Eichhornia crassipes*), tropická plovoucí bylina, ve volné přírodě mírného podnebného pásma nepřezimuje;
- kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), domácí bylina, žlutý květ;
- rákos (*Phragmites*), domácí bylina, velká rozrůstavost (Hříbal, 2003).

Také nový trend, pěstování vodní zeleniny povijnice vodní (*Ipomoea aquatica*), může efektivně vázat živiny, zlepšit kvalitu vody a zabránit rozvoji řas v rybnících akvakultury. Podle výsledků dosavadních experimentů by měla pokrývat cca jednu šestinu produkční plochy rybníku. Povijnice vodní by měla být pěstována na plovoucích rostech, teplota vody by měla být nižší než $25 \text{ }^\circ\text{C}$ s vyšší koncentrací živin. Integrovaný systém chovu ryb a pěstování rostlin může zvýšit hustotu chovaných ryb, produkovat zeleninu a šetřit vodou (Wenxiang, 2009).

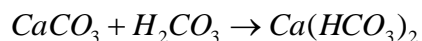
2.17. Parametry kvality vody

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 a kol., 2008).

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. Rovnovážný 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

produkcí 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).

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 (NaCl) 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 $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ může dojít ke zpětné přeměně dusičnanů na dusitany. Dusičnany dále mají vliv na růst ryb. Vysoká koncentrace dusičnanů ukazuje na nefunkční denitrifikaci (Štěch, 2007).

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). Lze ho odstranit metodami fyzikálně chemickými a biologickými. Fyzikálně chemické metody jsou založeny na tvorbě nerozpustných fosforečnanů vápenatých, hlinitých a železitých. Biologické odstraňování fosforu je založeno na schopnosti některých mikroorganismů akumulovat za určitých podmínek fosfor ve formě polyfosfátů. Na procesu se podílejí bakterie rodu *Acinetobacter* a dále ještě asi 20 druhů mikroorganismů. Za vhodných podmínek je aktivovaný kal schopen odstranit více fosforu, než je nutné pro jeho normální růst. Jev se nazývá „luxury uptake“. Při konvenčním aktivačním procesu je fosfor odstraňován z odpadních vod hlavně pro syntézu adenosin trifosfátu (ATP). K nadprodukcí může dojít za podmínek:

- V buňce je uložena jako rezervní látka kyselina polybeta-hydroxymáselná (PHB). Za přítomnosti kyslíku jsou buňky schopny oxidovat PHB vyšší rychlostí než ostatní rezervní látky. Energie produkovaná při oxidaci převyšuje běžné potřeby buňky a je transformována do polyfosfátů, které jsou ukládány v buňkách jako rezerva energie;
- buňka musí mít k dispozici specifické uhlíkaté sloučeniny, hlavně však kyselinu octovou. Pokud není k dispozici, musí být aktivovaný kal kultivován následovně:
 - Aktivovaný kal po smíchání s odpadní vodou musí být ponechán určitou dobu v anaerobních podmínkách. Činností fermentativních bakterií vznikají z organických látek nižší mastné kyseliny, hlavně kyselina octová. Ta je využívána bakteriemi schopnými akumulovat polyfosfáty (PP bakterie), přičemž energie potřebná pro aktivní transport do buněk se získává hydrolýzou akumulovaných polyfosfátů. Uvnitř buňky je z nižších mastných kyselin syntetizována PHB, která je dále využívána jako endogenní substrát;
 - po anaerobní fázi musí být směsná kultura kultivována po dostatečnou dobu v podmínkách oxických nebo anoxických. V těchto podmínkách slouží akumulovaná PHB jako zdroj organického uhlíku pro syntézu buněčné hmoty PP bakterií a zároveň jako zdroj energie pro syntézu polyfosfátů. Využívají se zde jak fosfáty uvolněné v anaerobních podmínkách, tak i fosfáty z odpadní vody. Fosfáty jsou ze systému odstraňovány v přebytečném aktivovaném kalu, který v provozních podmínkách obsahuje 4 – 6 % fosforu v sušině. V praxi dochází při biologickém odstraňování fosforu i k paralelnímu odstraňování fosfátů srážením.

Procesy se zvýšeným odstraňováním fosforu musí splňovat následující podmínky:

- V systému musí být vhodně dimenzována anaerobní zóna, ve které dochází k tvorbě nižších mastných kyselin, depolymeraci polyfosfátů na orthofosfáty a syntéze zásobní PHB v buňkách PP bakterií;
- za anaerobní zónou musí následovat aerobní zóna, ve které dochází v buňkách PP bakterií k depolymeraci a oxidaci PHB a k tvorbě polyfosfátů;
- fosfor se ze systému musí odvádět s přebytečným kalem z oxické části;

- v případě simultánního odstraňování dusíku musí být oxická zóna dimenzována s ohledem na nitrifikaci a systém musí být uspořádán tak, aby dusičnany co nejméně rušily uvolňování fosforu v anaerobní zóně (Dohányos a kol., 1998).

2.18. Skupiny okrasných druhů ryb

Podle ústního sdělení Davida Gely (FROV, vedoucí pracoviště Genetického rybářského centra, Zátíší 728/II, Vodňany) dne 23.3.2014 jsou okrasné nádrže a jejich systémy převážně projektovány a zakládány za účelem chovu ryb. V průběhu staletí se na celém světě vyšlechtilo z původně „divokých“ forem zbarvení rybích druhů řada barevných a tvarových variet, se kterými se na současném trhu lze setkat.

Barevné odchylky ryb vznikají při poruše tvorby melaninu, jeho nadměrném výskytu, při výrazném uplatnění žlutých nebo červených barviv. V přírodě se vyskytují zřídka, protože tyto ryby jsou méně životaschopné, jsou nápadné a často se stávají kořistí dravců. Různobarevné formy se s oblibou chovají v okrasných nádržích a akváriích. Rozmanitost barevných odstínů ryb je způsobena pigmenty (tzv. biochromy), fyzikálním odrazem či lomem světla. Biochromy jsou umístěny ve speciálních buňkách (chromatocytech), které se nacházejí hlavně v povrchové vrstvě pokožky. Pohyb částec pigmentu v chromatocytech působí změny v intenzitě i typu zbarvení (Hanel, 2013).

Rozdělení okrasných druhů ryb podle požadavku na optimální teplotu prostředí v průběhu roku:

Ryby mírného klimatického pásma

Čeleď (*Familia*): **Lososovití** (*Salmonidae*)

Pstruh obecný, forma potoční - *Salmo trutta morpha fario* (Linnaeus, 1758)

Nejlépe mu vyhovují čisté proudivé toky s tvrdým dnem a dostatkem úkrytů. U nás je rozšířen do nadmořské výšky 1 100 m. Pstruh obecný je náročný na obsah kyslíku ve vodě, optimum je 9 – 11 mg·l⁻¹, minimum 6 mg·l⁻¹. Za optimální teplotu se považuje rozmezí 10 až 15 °C. Dorůstá do délky 45 – 50 cm a hmotnosti 1 až 1,5 kg. Na našem území je několik populací pstruha obecného, z nichž k nejrozšířenějším patří linie „Kolowrat“ dovezená po roce 1970 z Rakouska. Další populace byla dovezena v roce 1994 z Itálie (Pokorný a kol., 1998).

Pstruh duhový - *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

Na naše území byl dovezen v roce 1888 z Německa, původem je však ze Severní

Ameriky. Je méně náročný na podmínky prostředí než ostatní lososovité ryby. Optimální teploty vody se pohybují v rozmezí 14 – 17 °C, obsah kyslíku 9 – 11 mg·l⁻¹, minimum je 6 mg·l⁻¹. Pstruhy duhové je možné chovat i v rybnících v nadmořských výškách nad 500 m, s průměrnou hloubkou 1,5 m a s celoročním přítokem vody (Pokorný a kol., 1998).

Siven americký - *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814)

K nám byl dovezen v roce 1883 z Německa. Vyžaduje studenou, pramenitou a rychle tekoucí vodu. Na rozdíl od pstruha obecného nevyžaduje tolik úkrytů. Dobře snáší kyselější vodu s pH pod 5. Optimální teplota vody je 10 – 14 °C. Dorůstá do délky 50 cm a hmotnosti 1 až 1,5 kg (Pokorný a kol., 1998).

Čeled' (*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 rypce mají 4 vousky. Jeseteři jikry se používají jako pravý kaviár (Hanel, 1998). Nadměrný legální i nelegální odlov jeseterů z volných vod za účelem získání masa a kaviáru zapříčinil snížení diverzity a početnosti těchto ryb. Od 1.4.1998 jsou všechny druhy jeseterovitých ryb (*Acipenseriformes spp.*) zařazeny v příloze II k CITES, s výjimkou druhů *Acipenser brevirostrum* a *Acipenser sturio*, které jsou v příloze I (Gela a kol., 2008).

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

Dorůstá do 70 cm o hmotnosti 6 kg. Vyskytuje se ve východní Evropě a západní Sibiři. Jde o nejmenší druh s poměrně nízkým tělem. Trvale žije ve sladké vodě a je poměrně citlivý na nedostatek kyslíku. Chová 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 vysazen i v menších okrasných nádržích. Největší uplatnění najde komerčně dostupná albinotická forma (Štěch, 2007).

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, 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 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).

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. Vyzu je možné vysadit do velkých nádrží spíše v monokultuře, protože se v dospělosti živí rybami (Hanel, 1998).

Vyzy původně táhli Dunajem na jaře a na podzim. Na jaře se jednalo o menší ryby, které se třely v deltě Dunaje do vzdálenosti 185 km od ústí do Černého moře. V podzimním tahu byly ryby větší, které se třely více proti proudu až po Rakousko. V polovině 16. století se u Komárna (SR) běžně lovil vyzy 5m dlouhé s hmotností přes 500 kg (Balon, 1967).

Čeled' (*Familia*): **Veslonosovití** (*Polyodontidae*)

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

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. Doporučuje se zimování veslonosů v zimovišti (Štěch, 2007).

Čeled' (*Familia*): **Kaprovití** (*Cyprinidae*)

Tvoří nejpočetnější sladkovodní čeled', je 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. Na území ČR bylo zaznamenáno 31 druhů (Hanel, 1998). Pro okrasné účely byly vyšlechtěny různé barevné varianty, které jsou vhodné pro obsádky okrasných nádrží (Štěch, 2007).

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 červenými 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). Plůdek se živí převážně zooplanktonem, na makrovegetaci přechází až větší ryby (Lusk, Baruš, 1992).

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).

Kapr obecný - *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

Stejně jako u hospodářských ryb se i okrasné podle typu ošupení dělí na šupinaté, řádkové, lysé a hladké. 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 (Štěch, 2007).

Okrasné linie kapra:

Název linie: Kapr zlatý, označení K-zl.

Zlaté (červené) zbarvení je recesivní povahy a při homozygotní kombinaci vloh

dochází k mutaci (vyštěpení) tohoto zbarvení. Jako metoda selekce se používá příbuzenská plemenitba a pozitivní výběr remontních a generačních ryb. Zlatá forma kapra se růstem přibližuje kulturním liniím kapra. V některých případech roste pomaleji následkem úzké příbuzenské plemenitby. U zlaté formy s černýma očima je zbarvení podmíněno genem G a řízeno alelou g v recesivní formě gg (Pokorný a kol., 1995).

Název linie: Japonský kapr nishiki – Koi

Současní okrasní kapři Koi byli vyšlechtěni v Japonsku a již ve 3. století bylo známo pět barevných odchylek (červená, černá, žlutá, modrá a bílá). Do České republiky byli poprvé importováni na Štíčí líheň do Tábora zásluhou prof. Olivy v roce 1973. Koi mají dekorativní poslání a barvy jsou dosahovány dlouhodobou selekcí a příbuzenskou plemenitbou. Koi mají uspokojivé růstové vlastnosti a při testech se používají jako kontrolní linie. Vyskytují se ve všech typech ošupení a jsou chováni jako jednobarevné, dvoubarevné i mnohobarevné typy. Oranžové (červené) zbarvení je řízeno duplikovaným genem B s alelami b1 a b2 v recesivní formě b1b1b2b2. Modré zbarvení je podmíněno genem BL řízeno alelou bl v recesivní formě blbl. Světle žluté obrazce jsou podmíněny genem D v dominantní formě DD. Některé nejnovější informace o genetickém řízení barev jsou z komerčních důvodů utajovány (Pokorný a kol., 1995).

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). Křížení typů, obsahujících černé znaky (Sanke, Showa, Bekko, Utsuri) s jednobarevnými nebo dvoubarevnými typy bez černých znaků, dojde u potomstva k vyštěpení černých nebo šedých znaků. Stejně tak při křížení dvoubarevných typů s červenými nebo oranžovými znaky (Kohaku, Hariwake) s jednobarevnými bílými Koi (Ogon), dojde v další generaci k vyštěpení červených, oranžových nebo žlutých znaků (Flajšhans a Kvasnička, 1997).

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). Podle ústního sdělení Davida Gely (FROV, vedoucí pracoviště Genetického rybářského centra, Zátíší 728/II, Vodňany) dne 23.3.2014 byla vyšlechtěna i modrá a bílá forma.

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).

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).

Šlechtěné formy rodu karas

Čeled' (Familia): Kaprovití (*Cyprinidae*)

Karas zlatý - *Carassius auratus auratus*, *Carassius auratus auratus* var. *bicaudatus* (Linnaeus, 1758)

Karasi zlatí 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. U některých forem probíhá zimování pod ledem bez větších problémů a pravidelně se na jaře vytírají. Mezi nejrozšířenější formy patří klasické zlaté zabarvení, dále tříbarevná forma kaliko, červenobílá sarasa (Štěch, 2007).

Karasi zlatí se rozdělují do tří skupin podle počtu ocasních ploutví a absence hřbetní ploutve:

Skupina 1 – ryby s jednoduchou ocasní ploutví, např. shubunkin, kometa;

Skupina 2 – ryby s dvojitou ocasní ploutví a hřbetní ploutví, např. vějířnatka (Watonai), závojnata, lví hlava (holandský typ – Oranda), teleskopka (Demekin);

Skupina 3 – ryby s dvojitou ocasní ploutví bez hřbetní ploutve, např. nebehledka (Chotengan), lví hlava (čínský typ – Ranchu), perlovka (Chunshuyui), vodnaté oko (bublinoočka – Suihogan), pompon (Vanko, 1998).

Shubunkin - *Carassius auratus shubunkin*

Tato forma je velice podobná původnímu karasovi. Nejrozšířenější je londýnský shubunkin, který je typický světlým zbarvením s černými a oranžovými skvrnami. Bristolský shubunkin se liší od londýnského delšími ploutvemi, především pak ocasní ploutví (Alderton, 2006). Shubunkin je poměrně odolná varieta a bez problémů přezimuje pod ledem. Dorůstá do velikosti až 30cm (Vanko, 1998).

Kometa

Charakteristickým znakem je dlouhá ocasní ploutev, která je hluboce vykrojená do svého středu. Celková délka může dosahovat délky těla. Je vhodná do prostorných zahradních jezírek, kde je schopná přezimovat (Vanko, 1998).

Nebehledka

Nebehledky mají velmi výrazně vystouplé oči, které se výrazně liší od ostatních variet. Nejsou po stranách hlavy, ale téměř ve vodorovné poloze, takže směřují vzhůru k nebi. Plůdek má oči v normální poloze, změny se dostaví s přibývajícím věkem. Tato forma nemá hřbetní ploutev, tělo je protáhlé, mírně prohnuté a dvojitou ocasní ploutví (Alderton, 2006). Nesnáší příliš nízké teploty, dorůstá do délky 12 cm (Vanko, 1998).

Bublinoočka

Typická varieta s bublinovitými měchýřky pod očima. Tělo je protáhlé, má dvojitou ocasní ploutev, chybí hřbetní ploutev. Velmi důležitá je symetrie těla, měchýřky by měli být stejně velké a stejného tvaru. Měchýřky jsou vyplněny tekutinou a při poškození splasknou. Bublinoočky nejsou vhodné pro venkovní nádrže, vhodnější jsou prostorná akvária bez kamenů a kořenů (Alderton, 2006).

Teleskopka

Varieta má výrazně vystouplé oči. Měly by být stejně veliké a mohou mít jinou barvu než hlava. Dalšími typickými znaky je dvojitá ocasní ploutev, zaoblené tělo a vysoká hřbetní ploutev (Alderton, 2006). Úspěšně se dají chovat v zahradním jezírku, ale na zimu se mají přenést do akvária. Dorůstají do délky 15 cm. Typickou barvou pro teleskopku je černá (Vanko, 1998).

Pompon

Typickým znakem je zvětšený výrůstek čichové jamky na hlavě. Oba výrůstky mají být stejně veliké. Barva výrůstků musí být stejná, ale může být odlišná od barvy těla. Výrůstky se mohou vyskytovat i u jiných variet, např. orandy (Alderton, 2006). Originální čínský pompon je bez hřbetní ploutve, s dvojitou, ale nezávojevou ocasní ploutví. Je náročný na teplotu vody a nedoporučuje se chovat při teplotách pod 17° C (Vanko, 1998).

Oranda

Oranda má výrůstky na vrcholu hlavy a od ostatních se liší především hřbetní ploutví. Tělo je mírně protáhlé, ocasní ploutev dvojitá (Alderton, 2006). Tato varieta bývá nazývána lví hlava – holandský typ. Charakteristické je zavalité tělo s krátkým ocasním násadcem. Není vhodná pro přezimování v zahradním jezírku. Vyžaduje teploty nad 15 °C (Vanko, 1998).

Lví hlava

Výrůstky pokrývají celou hlavu a s věkem jsou výraznější. Tělo je mírně protáhlé, nemá hřbetní ploutev, ocasní ploutev je dvojitá, hřbetní linie je obloukovitě prohnutá (Alderton, 2006). Bývá označována jako lví hlava – čínský typ. Vyžaduje stejné nároky na chov jako oranda (Vanko, 1998).

Perlošupinatka

Šupiny u této variety mají mírně zvýšený bílý střed, což vypadá jako malá perla. Má kulovitý tvar těla, dvojitou ocasní ploutev a hřbetní ploutev (Alderton, 2006). V zahradních nádržích ji lze chovat pouze v teplých měsících (Vanko, 1998).

Čeled' (Familia): Pakaprovcovití (Catostomidae)

Kaprovec čínský - *Myxocyprinus asiaticus* (Bleeker, 1864)

Nazývá se také rezatka čínská. Pochází z Číny a v přírodě dorůstá až 60 cm. Pohlavní rozdíly nejsou známe. Jde o mírumilovné ryby žijící na dně nádrže, jsou odolné a přizpůsobivé. Teplota vody jim vyhovuje v rozpětí 16 – 26 °C. U starších ryb se mění zbarvení i tvar těla. Barvy jsou méně kontrastní, černé pruhy blednou a jsou hnědé. Vyklenutí hřbetu se zmenšuje (Hofmann, Novák, 1998).

Čeled' (Familia): Sumcovití (Siluridae)

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. 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). Vyskytují se i albinotičtí jedinci (Dubský a kol., 2003).

Akvarijní ryby

Některé druhy akvarijních ryb je možné v letním období chovat ve venkovních okrasných nádržích. Především se jedná o zástupce čeledi kaprovití, kteří snášejí nižší teploty a nejsou nároční na chov.

Čeď (Familia): Kaprovití (Cyprinidae)

Kardinálka čínská - *Tanichthys albonubes* (Lin, 1932)

Je to typická rybka pro začátečníky. Dorůstá do 4 cm, pH jí vyhovuje v rozmezí 6,5 – 7,5. Při zimování snese teplotu až 5 °C, optimální teploty pro chov jsou 18 – 22 °C. Tře se do spleti rostlin při teplotách kolem 22 °C. Jikry ani plůdek nepožírá, často je možné pozorovat hejna rybek o různých velikostech (Hanel, 2004).

Parmička nádherná - *Pethia conchonius* (Hamilton, 1822)

Dorůstá velikosti až 8 cm. Jedná se o nenáročnou, společenskou a hejnovou rybku. Dožívá se stáří až 5 let. Sameček je zbarvený do růžová až do červena a má narůžovělé ploutve, samička je bledě vybarvená a má bezbarvé, trochu nažloutlé ploutve. Rybky se třou v rostlinách při teplotě kolem 24 °C. Tření je poměrně bouřlivé. Po tření je nutno chovný pár ihned odlovit. Rybky jsou velmi plodné a z jednoho tření bývá více než 500 jiker (Zukal, 1981).

Jelčik červenavý – *Cyprinella lutrensis* (Baird & Girard, 1853)

Jedná se o mírumilovnou, hejnovou rybku dorůstající do 8 cm. Optimální teplota vody je 15 – 24 °C, pH 7,0 – 7,5. Samci jsou štíhlejší, v době tření intenzivně zbarvení s třecí vyrážkou. Samice jsou plnější v bříšku. Rybky je vhodné zimovat při teplotách 10 – 15 °C, zvyšuje se tak pravděpodobnost tření v následující sezóně. Tření probíhá v hejnu při zvýšení teploty nad 15 °C ve společné nádrži. Jiker ani plůdku si dospělé rybky nevšímají (Hanel, 2004).

2.19. Nemoci ryb

Ryby, jako všechny vyšší organismy, bývají ve svém přirozeném prostředí často napadány nemocemi nebo parazity. Při dobré kondici jedinců nemusí okamžitě způsobit jejich úhyn, ale při překročení určitých parametrů (stres ryb, nevhodné fyzikálně chemické parametry vody, nadměrná obsádka, nevhodné nebo nedostatečné krmení atd.) se mohou na rybí obsádce v určitém časovém úseku negativně projevit. Onemocnění se často do chovné nádrže zavleče při nákupu ryb z neověřeného zdroje bez provedení nezbytné karantény před vysazením do společné nádrže. Pro úspěšnost chovu je při každodenním ošetřování ryb důležité sledování náhlých změn v jejich chování, atypické shlukování pod stříkem, odpočívání na dně odchovného bazénu, trhavé pohyby těla v křečích, nechuť přijímat předkládané krmivo, atypické změny zbarvení, viditelná poškození povrchu těla, apod. Každá z těchto neočekávaných změn chování naznačuje možnost blížících se problémů nebo jejich nástup. Je zapotřebí okamžité provedení základní analýzy fyzikálně-chemických vlastností vody (kontrola teploty vody, množství O₂, hladiny toxických plynů ve vodě), kontrola funkčnosti systému, případně vyloučení možnosti předkládání nedostatečné nebo nevhodné potravy. Pokud problémy přetrvávají, je zapotřebí přistoupit k vyšetření ryb odborným veterinárním lékařem a nesnažit se o domácí laické "léčitelství", které ve většině případů končí úhynem celé obsádky zahradní nádrže. U ryb se setkáváme s onemocněními virového, bakteriálního, mykotického a parazitárního původu. Níže je uveden základní přehled chorob, s nimiž se chovatel ryb v okrasných nádržích může setkat. Jakákoliv léčba rybí obsádky je velice komplikovaná a náročná. Proto je zapotřebí dodržovat základní veterinární zásady již při nákupu a získávání ryb (Gela a kol., 2012).

Mezi nejčastější **virová onemocnění** okrasných druhů ryb patří:

Jarní virémie kaprů – Spring Viraemia of Carp (SVC)

Jedná se o akutní virové onemocnění postihující hlavně kaprovité ryby. Původcem onemocnění je RNA virus z čeledi *Rhabdoviridae*. Onemocnění většinou propuká v jarním období při teplotách 11 – 17 °C, inkubační doba je 4 - 6 dnů. Postižené ryby jsou apatické s tmavým povrchem těla, vypouklýma očima, krváceninami na kůži a zvětšenou tělní dutinou. Přímá léčba není známá, důraz je položen na prevenci (Svobodová a kol., 2007).

Koi herpesviróza – Koi Herpesvirus (KHV)

Nakažlivé onemocnění kapra obecného a jeho barevných variet. Původce onemocnění je Herpes-like virus s dvouvláknovou DNA. Choroba je vysoce nakažlivá s vysokou mortalitou. Typickým příznakem onemocnění je dezorientování ryb a silná nekróza žaber. Léčba není známá. Důraz je položen na preventivní opatření, především karanténu importovaných ryb po dobu 3 - 4 týdnů při teplotě 23 – 28 °C (Svobodová a kol., 2007).

Onemocnění bakteriálního původu:

Furunkulóza lososovitých ryb

Onemocnění je rozšířeno celosvětově, v případě akutního průběhu bývá doprovázeno značným úhynem ryb. Je způsobeno bakterií *Aeromonas salmonicida*. Vnímavější jsou starší věkové kategorie (1 - 2 roky). Choroba může probíhat perakutně až chronicky. Pro subakutní průběh jsou typická tvorba uzavřených abscesů ve svalovině, pro chronický tvorba hlubokých kožních vředů – furunklů. K léčbě se používají antimikrobiální látky, např. flumequin (Svobodová a kol., 2007).

Erythrodermatitida kaprů – Carp Erythrodermatitis (CE)

Onemocnění bylo dříve řazeno mezi infekční vodnatelnost. Za původce jsou považovány Gram-negativní bakterie rodu *Aeromonas*. Nejvnímavější je kapr obecný ve druhém vegetačním období. Choroba se projevuje záněty kůže, chování ryb je beze změn. Teprve v pokročilé fázi onemocnění se ryby shromažďují u břehu, jsou nápadně tmavé a hynou. Zánět se rozšiřuje, vznikají různě hluboké vředy. K léčbě se používají antibiotika (oxytetracyklin) (Svobodová a kol., 2007).

Mykózy ryb:

Branchiomykóza ryb

Původce onemocnění jsou řasovky (oomycety) rodu *Branchiomyces sanguinis*, *Branchiomyces demigrans*, které se rozrůstají v žaberních cévách nebo prorůstají do okolí žaberní tkáně. Onemocnění se vyskytuje u kaprovitých ryb, sumců i pstruhů duhových. Kapři jsou nejvnímavější v druhém roce života. Příznakem onemocnění je

dušení ryb, nechutenství. Při výskytu akutního onemocnění se aplikuje chlorové vápno nebo lze použít ponořovací koupel v chloridu sodném (50 g·l⁻¹ po dobu 5 minut) (Svobodová a kol., 2007).

Saprolegnióza ryb

Povrchové zaplísnění vyvolávají plísně *Saprolegnia parasitica* a zástupci rodu *Achlya*. Mohou být napadeny všechny druhy ryb i jikry. Onemocnění má většinou chronický průběh. Ze spor usazených na poškozeném povrchu ryb vyrůstají vlákna tvořící podhoubí (mycelium). Zaplísňené ryby se oddělují od hejna, přestávají přijímat potravu, ztrácejí reflexy. Na rybách jsou patrné šedé nárosty plísní. S úspěchem se používá i malá koncentrace malachitové zeleně (nelze použít u potravinových ryb). Dále je možné použít manganistan draselný formou krátkodobé koupele (Svobodová a kol., 2007).

Parazitární onemocnění se podle původců onemocnění dělí na:

Protozoózy – nemoci vyvolané prvoky

Piscinoodinióza

Původcem onemocnění je obrněnka hruškovitá *Piscinoodinium pillulare*, která parazituje na kůži, ploutvích a žábrách ryb. Velikost parazita (trofontu) je 0,07 - 0,10 mm a k rybám se přichycuje tenkými vlákny (rhizoidy). Obvykle po 6 dnech při teplotě 25 °C se vyvinutý trofont z ryb uvolňuje a padá na dno. Vzniká tomont, který se dělí a vzniká až 256 tomitů. Toto stádium při teplotě 15 °C trvá 20 až 30 hodin, následně vznikají infekční stádia (dinospory). Velmi intenzivně se pohybují a vyhledávají hostitele. Onemocnění se projevuje neklidem a otíráním ryb o předměty. Na povrchu těla bývá patrný šedý povlak. U silně infikovaných ryb dochází k úhynu. K léčbě se používá dlouhodobá koupel v modré skalici, která může být pro některé druhy ryb toxická. K tlumení nákazy lze použít malachitovu zeleň nebo chlorid sodný (Svobodová a kol., 2007).

Ichtyobodóza

Toto onemocnění patří k nejrozšířenějším a nejčastějším. Původcem je bičíkovec zhoubný *Ichtyobodo necator* o velikosti až 20 μm. Napadá kůži a žábry všech druhů

sladkovodních ryb, především plůdku. Typickým znakem jsou dva různě dlouhé bičíky. Na rybách cizopasí při teplotách 2 – 30 °C. Při masivních infekcích ryby nepřijímají krmivo, zdržují se pod hladinou nebo u přítoku. Na hřbetě a okrajích ploutví ryb jsou patrné šedomodré okrsky, žábry jsou našedlé. Ryby hynou za příznaků dušení po stovkách denně. K tlumení nákazy se používají krátkodobé koupele v chloridu sodném nebo formaldehydu (Svobodová a kol., 2007).

Ichtyoftirióza

Onemocnění patří k nejzávažnějšímu onemocnění ryb, velmi citlivý je sumec velký. Způsobuje ho nálevník kožovec rybí *Ichthyophthirius multifiliis*, velikost až 1 mm. Na rybách cizopasí tzv. trofont. Typickým znakem kožovce je podkovovité jádro, cizopasí mezi pokožkou a škárou a v žaberním epitelu. Po opuštění hostitele se cizopasník opouzdří a vytvoří rozmnožovací cystu (tomont). Ta se postupně dělí až na 2 000 tomitů. Po opuštění cysty ve stádiu therontu si kožovec vyhledává hostitele. Při teplotě vody 10 °C trvá rozmnožovací cyklus 2 - 3 dny. Při silnějších infekcích se ryby otírají o dno, jsou neklidné, přestávají přijímat potravu, ztrácejí reflexy, hynou za příznaku dušení. Na kůži a ploutvích jsou viditelné drobné bílé krupičkovité útvary do 1 mm. Terapie je obtížná, protože antiparazitální koupele jsou účinné pouze na trofonty opouštějící hostitele před zapouzdřením. U okrasných druhů ryb lze použít malachitovu zeleň a formaldehyd (Svobodová a kol., 2007).

Trichodinózy

Původcem jsou zástupci rodů *Trichodina*, *Trichodinella*, *Tripartiella* (ektokomenzálové), jejichž velikost je podle rodu a druhu 17 – 11 µm. Vyskytují se na kůži, ploutvích a žábřích. Typickým znakem je kloboukovitý tvar s výrazným přichytným diskem. Při masivním výskytu se onemocnění projevuje otíráním ryb o předměty a vyhledáváním kyslíkaté vody pod hladinou nebo u přítoku. Na povrchu kůže, ploutvích a žábřích se vyskytuje našedlý zákal. K léčbě se používají koupele v chloridu sodném a formaldehydu (Svobodová a kol., 2007).

Helmintózy – nemoci vyvolané červy

Monogeneózy

V našich podmínkách jsou velice rozšířené, často bývají příčinou poškození žaber

a kůže ryb. Mezi významné původce onemocnění patří zástupci rodů *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus* a *Eudiplozoon*. Velikost parazitů se pohybuje podle druhu od 0,2 – 20 mm. Monogenea mají přichytný disk (haptor) na zadním konci těla. Jedná se o živorodé nebo vejcorodé hermafrodity, kteří se vyvíjejí bez mezihostitele. U vejcorodých se podle teploty vody za 2 - 8 dnů z vajíček líhnou obrvené larvy (onkomiracidia). Po přichycení k hostiteli během 1 týdne dorůstají v dospělého jedince. U živorodých monogeneí trvá vývoj 3 - 8 dnů v mateřském organismu. Většina žaberních monogeneí vyvolává nekrózu, krváceniny, zesílení epitelu, slepování žaberních lístků atd., jejichž výsledkem je zmenšení povrchu žaber. Na kůži a ploutvích přichytné útvary způsobují rány, které jsou zdrojem druhotných bakteriálních a plísňových infekcí. K léčbě se používají koupele ve formaldehydu nebo praziquantelu (Svobodová a kol., 2007).

Cestodózy

Jedná se o parazitózy vyvolané tasemnicemi. Cizopasí u ryb jako dospělí jedinci nebo larvální stádia. Dospělé tasemnice cizopasí v trávicím ústrojí. Vývojový cyklus probíhá až přes dva mezihostitele. Nejčastějšími onemocněními jsou kavióza, botriocefalóza, atraktolytocestóza, proteocefalóza. U *Khawia sinensis* je mezihostitelem nítěnka, u *Bothriocephalus acheilognathi* buchanka. Dva mezihostitelé, buchanka a ryba, ve vývojovém cyklu se vyskytují např. u tasemnice *Triaenophorus nodulosus*. Velikost tasemnic je podle druhu od několika cm do několika 10 cm. Masivní infekci se u plůdku projevují nechutenstvím, plaváním pod hladinou a hynutím. Přichycené tasemnice mohou vyplnit celý průsvit (lumen) střeva. Léčba se provádí jednorázově nebo opakovaně přípravky obsahující praziquantel (Svobodová a kol., 2007).

Artropodózy – nemoci vyvolané členovci

Nejrozšířenější jsou **Argulózy**, onemocnění způsobené kapřivci. K hlavním původcům patří *Argulus coregoni*, *A. japonicus*, *A. foliaceus*, velikost je podle druhu 6 - 14 mm. Kapřivci se vyskytují na povrchu těla ryb a ploutvích. Jsou to dočasní cizopasníci, mohou se pohybovat mimo hostitele. Larvy kapřivců se líhnou z nakladených vajíček a pokud do 2 - 3 dnů nenajdou hostitele, hynou. Na rybách se přichycují dvěma přísavkami a jedním párem přeměněných kusadlových nožek – antenul. Při napadení se ryby otírají o předměty a nepřijímají potravu. K tlumení nákazy

se používá ponořovací koupel v lyzolu nebo krátkodobá koupel v chloridu sodném (Svobodová a kol., 2007).

2.20. Výživa okrasných druhů ryb

Potrava rybám zabezpečuje všechny energetické potřeby, které potřebují pro růst a rozmnožování. Zdroje potravy jsou velmi různorodé. Základní je rozdělení zdrojů potravy podle původu na živočišné nebo rostlinné, vodní a suchozemské nebo podle velikosti. Řasy a rozsivky tvoří fytoplankton, perloočky, buchanky aj. označujeme za zooplankton a organizmy dna jako bentos (např. pakomáří larvy, nítěnky). Většina druhů ryb ve stádiu plůdku přijímá různě velký zooplankton. Po dosažení určité velikosti dochází k diferenciaci a specializaci v přijímání potravy (Baruš a kol., 1995). Pro okrasné ryby se v největší míře používají speciálně vyráběné granulované kompletní krmné směsi ve formě plovoucí i potápivé. Živočišnou složku představuje hlavně rybí moučka, dále pak rybí tuk. Z rostlinných složek se v krmivech objevuje sója, pšenice, pšeničné klíčky, ječmen atd. Krmiva musí být svým složením a poměrem jednotlivých komponentů plnohodnotná. Rybí obsádky v zahradních jezírkách nemají možnost si doplnit v krmivu chybějící látky z jiných zdrojů, jak je tomu v přirozeném prostředí. U krmiv se uvádí obsah tuku, bílkovin, vitamínů stopových prvků, fosforu atd. Důležitý je vitamín C, který stimuluje imunitní systém a působí jako antistresový prvek. Ryby se v okrasných nádržích krmí celé vegetační období. Začínají se krmit na jaře podle teploty vody a druhu chovaných ryb. Pro Koi platí, že se krmí 0,5 – 3 % hmotnosti obsádky okrasné nádrže denně. Denní krmná dávka se předkládá v několika menších dávkách několikrát denně tak, aby ryby předložené krmivo spotřebovali do cca 5 minut. Pro okrasné ryby se z důvodu zintezivnění barev přidávají různé doplňky. Červená barva se vylepšuje přidáním karotenoidů. Přirozeným zdrojem jsou mořské řasy (spirulina) nebo červené papriky. Ze syntetických látek se používá astaxantin (vybarvení kůže) a kantaxantin (vybarvení svaloviny). Obsah astaxantinu v krmivech musí být poměrně vysoký, což zvyšuje cenu krmiv (Štěch, 2007).

Praktické pokusy s přidavkem řasy *Spirulina platensis* a přípravku Carophyll® red u Koi prokázaly výrazné zlepšení sytosti černé oblasti, zarudnutí a sytost červených znaků a jasnost bílé zóny. Výsledky ukazují, že pigmentace Koi může být upravena doplněním stravy o 1,5 g·kg⁻¹ Carophyll® red nebo 75,0 g·kg⁻¹ *Spirulina platensis* (Xiangjun a kol., 2012). Změny vybarvení ryb se projevují především změnou v xantoforech (např. astaxantin) a částečně i v erytroforech (např. lutein). Buňky mikrořas kromě pigmentů

obsahují i mnoho nutričně důležitých látek a antioxidantů, které mají pozitivní vliv na zdravotní stav ryb (Urban a kol., 2012).

2.21. Stanovení obsádky

Při stanovení obsádky je důležité vzít v úvahu antagonistické a synergické vztahy druhů ryb nejen mezi sebou, ale i ve vztahu k prostředí. U antagonistických vztahů hraje důležitou roli neslučitelnost rybích druhů a u synergických především vliv životního prostředí. Znalost vztahů ryby – ryba, ryba – prostředí umožňuje výběr adekvátní kombinace rybích druhů, jejich množství a způsobu řízení chovu se zaměřením na specifické místní podmínky klimatu, kvality vody a další (Milstein, 1992).

Nelze přesně specifikovat a paušalizovat množství ryb, které mohou být vysazeny do okrasných nádrží. Záleží na konkrétních podmínkách, na použité filtraci atd. Do dobře fungujících nádrží s kvalitní filtrací lze nasadit 4 – 6 kg okrasných ryb na 1 m³ vody (Štěch, 2007). Orientační obsádky v okrasných nádržích při extenzivním chovu kaprovitých ryb se uvádí max. 0,05 kg·m⁻³. Při chovu kaprovitých ryb s příkrmování 1 – 3 krát týdně se uvádí obsádka do 0,1 kg·m⁻³. Obsádka pro chov lososovitých ryb s příkrmování 1 – 3 krát týdně se doporučuje do 0,2 kg·m⁻³ (Pokorný, 2009).

3. Materiál a metodika

Na základě poznatků z teoretické části, dostupné nabídky na trhu a finančního rámce byla vybudována zahradní nádrž pro chov okrasných druhů ryb. Záměrem bylo v maximální míře snížit prvotní náklady při zachování funkčnosti celého systému. Nádrž byla navržena pro sezónní provoz bez možnosti zimování obsádky, ale umožňující snadnou manipulaci s chovanými rybami. Limitujícím faktorem byla i plocha k dispozici pro okrasnou nádrž. Dalším kritériem bylo napojení na již existující filtrační systém první nádrže a celková integrace do konceptu zahrady. K ověření funkčnosti systému byly navrženy různé metody měření a sledování rozhodujících faktorů v průběhu sezóny. Sledované finanční náklady byly rozděleny na prvotní, provozní a pořízení ryb.

3.1. Charakteristika nádrže

Nádrž byla obdélníkovitého tvaru se dvěma hlubšími místy, viz obrázek 3. Stěny a dno byly vyspádované směrem k dvěma výpustem. Přívod vody vyústoval v rohu nádrže. Jako nepropustný materiál k zadržení vody byla využita komerčně dostupná PVC fólie o síle 0,5 mm, která byla chráněna proti mechanickému poškození geotextílií 300 mg·m⁻². Okraje fólie nad maximálním nadržáním vody v nádrži zatěžovaly v břehové partii ploché kameny proti samovolnému sesunutí fólie do vody. V nádrži se nevyskytovaly žádné vodní ani bahenní rostliny. Filtraci tvořily tři komory, viz obrázek 4. Voda byla z nádrže s rybami přiváděna čerpadlem přes UV lampu do první komory mechanického filtru na bázi vortexu, viz obrázek 5 a 6. Druhá komora byla naplněna kartáči a měla mechanicko-biologický účinek, viz obrázek 7 a 8. Třetí komora představovala biologický filtr a obsahovala pytle s biokuličkami a bioakvacit, viz obrázek 9 a 10. Z poslední komory byla voda samospádem odváděna zpět do chovné nádrže. Všechny tři komory měly vlastní odkalovací potrubí o průměru 50 mm a byly vzájemně propojeny potrubím o průměru 63 mm. Ostatní parametry jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 – Parametry nádrže

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

3.2. Sledování fyzikálně-chemický parametrů

Orientační měření byla prováděna komerčně dostupnými prostředky firmy AQUAR s.r.o. jedenkrát týdně před čištěním nádrží v době od 10:00 do 14:00 hodin v období od 1. dubna do 23. října 2012. Vzorke vody byly odebírány přímo z chovných nádrží podle návodu výrobce. Naměřené hodnoty byly průběžně zaznamenávány pro další zpracování.

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

Přiložená zkumavka byla vypláchnuta testovanou vodou a potom do ní bylo přidáno 5 kapek testu a 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 zbarvení se odečetla hodnota pH. Pokud bylo zbarvení roztoku mezi dvěma barevnými kroužky, odpovídala hodnota pH střední hodnotě.

Nitrit – Test (NO₂⁻), výrobce AQUAR s.r.o., rozsah měření 0,1 – 1,6 mg·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 nejtmavší zbarvení, měřený vzorek se naředil destilovanou vodou v poměru 1:1 a měření se provedlo znovu. Pokud i pak barva roztoku ve zkumavce dosahovala nejtmavší barvy, provedlo se ředění původního roztoku v poměru 1:3 s destilovanou vodou a postup se opakoval.

Nitrat – Test (NO₃⁻), výrobce AQUAR s.r.o., rozsah měření 5 – 160 mg·l⁻¹

Postup byl obdobný jako u Nitrit – Testu. Do reakční nádoby 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.

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 z filtrace sledované nádrže. 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 mg·l⁻¹ (0 – 200 %) s přesností 0,01 mg·l⁻¹) pro měření rozpuštěného kyslíku, teploty (rozsah 0-50 °C s přesností 0,1 °C) a PHC 101 pro měření pH (rozsah 2 – 14 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.

3.3. Sledování přírůstku ryb, ostatní pozorování a zásahy

Obsádka okrasné nádrže byla zvážena na začátku a na konci sezóny. Zaznamenáno bylo množství spotřebovaného krmiva a množství dopouštěné vody. Během sezóny byla sledována i průhlednost vody pomocí Seccioho desky a zarůstání nádrží vegetací. Pro zamezení rozrůstání vláknité řasy bylo plánováno použití komerčně dostupného přípravku House of Kata – Algae Away. Přípravek obsahoval bakterie a enzymy, chyběly chemické přísady a těžké kovy.

Ryby byly pořízeny na základě objednávky přímo z Japonska. Jednalo se o klasické i závojevé formy Koi za průměrnou cenu 250,- Kč za kus ve velikosti 10 – 12 cm. Do chovné nádrže byly umístěny až po karanténě, která probíhala po dobu 6 týdnů. Zároveň byl proveden parazitární rozbor stěru z kůže, části žáber a obsahu střeva s negativním výsledkem. Do nádrže bylo celkem vysazeno 90 kusů ryb o celkové hmotnosti 38,25 kg (tabulka 5).

4. Výsledky

4.1. Náklady na budování a provoz nádrže

Prvotní náklady

Výkopové práce byly provedeny svépomocí a vytěžená zemina byla použita na vyrovnaní terénních nerovností a úpravě přilehlé zahrady. Celkové vstupní náklady byly 19 879,- Kč (jednotlivé položky viz tabulka 3). Zanedbatelné byly náklady na finální úpravu okolí nádrže (kameny, štěrk). Náklady na čisticí prostředek, lepení, propojovací potrubí, hadice a svorky byly zahrnuty do kategorie „ostatní“. Největší investicí bylo pořízení čerpadla a UV lampy. Jezírko bylo zakryto sítí proti vyskakování Koi a ochraně před predátory.

Tabulka 3 – Rozpočet na stavbu nádrže svépomocí

Položka	Spotřeba	Jednotková cena	Cena celkem [Kč]
Geotextílie (300 g.m ⁻²)	40 m ²	25,- Kč·m ⁻²	1 000,-
Fólie (PVC 0,5 mm)	40 m ²	56,- Kč·m ⁻²	2 240,-
Čerpadlo (Aquaking ECO- FTP 6500)	1 ks	3 207,- Kč·ks ⁻¹	3 207,-
UV lampa Aquaking JUVC-PU 36	1 ks	2 904,- Kč·ks ⁻¹	2 904,-
Příruby, průchodky	11 ks	180,- Kč·ks ⁻¹	1 980,-
Šoupě PVC 50 mm	6 ks	373,- Kč·ks ⁻¹	2 238,-
Filtrační nádoby	3 x 210 l	399,- Kč·m ⁻²	1 197,-
Filtrační kartáč 60 x 15 cm	24 ks	48,- Kč·ks ⁻¹	1 152,-
Biokuličky 42 mm	500 ks	1,8,- Kč·ks ⁻¹	900,-
Bioakvacit	66 l	16,- Kč·l ⁻¹	1 056,-
Krycí síť	6 x 4 m	505,- Kč·ks ⁻¹	505,-
Ostatní	---	---	1 500,-
Celkem	---	---	19 879,-

Provozní náklady

Krmiva pro okrasné kaprovité ryby byla použita od firmy Coppens (příloha 2) v cenové relaci od 114,- Kč za kg až po nejdražší s přídavkem spiruliny za 157,- Kč za kg. Spotřeba elektřiny pro provoz UV lampy a čerpadla se za sezónu pohybovala kolem 0,5 MW·h, což odpovídá částce 287,- Kč za měsíc. Náklady na vodu jsou zahrnuty ve spotřebě elektřiny čerpadla dopravující vodu z vlastní studny. Eliminace vláknité řasy

přípravkem Kata byla účinná, stejně tak i UV lampa zabránila vzniku zeleného zákalu. Žádné jiné prostředky pro úpravu vody nebyly ve sledovaném období použity. Celkové provozní náklady jsou uvedeny v tabulce 4 a pohybovaly se kolem částky 1 000,- Kč za měsíc.

Tabulka 4 – Provozní náklady za sezónu (duben – říjen 2012)

Položka	Spotřeba za sezónu	Cena
Krmivo	34,61 kg	4 620,- Kč
Elektrina	0,5 MW·h	1 435,- Kč
Kata Algae Away 75g	1 ks	765,- Kč
UV zářivka	1 zářivková trubice	880,- Kč
Celkem	---	8 559,- Kč

4.2. Průběh sezóny

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 5.

Spotřeba krmiva

Množství spotřebovaného krmiva bylo zaznamenáváno v pravidelných týdenních intervalech. Celkem bylo spotřebováno 34,61 kg krmiva firmy Coppens (2014). 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 barev Koi s přídatkem astaxantinu a zvýraznění lesku se spirulinou (Orange, Grower, Spirulina). Na jaře a na podzim bylo použito krmivo Wheat Germ. Přehled krmiv pro Koi je uveden v příloze 2.

Tabulka 5 – Hmotnost Koi a počty kusů

Parametr	Nádrž
Celková hmotnost Koi na počátku (1.4.2012)	38,25 kg
Průměrná kusová hmotnost Koi na počátku (1.4.2012)	0,43 kg·ks ⁻¹
Počet Koi na počátku (1.4.2012)	90 ks
Celková hmotnost Koi na konci (23.10.2012)	54,50 kg
Průměrná kusová hmotnost Koi na konci (23.10.2012)	0,61 kg·ks ⁻¹
Počet Koi na konci (23.10.2012)	90 ks
Celkový hmotnostní přírůstek Koi	16,25 kg
Hmotnostní přírůstek na 1 Koi	0,18 kg·ks ⁻¹

Spotřeba doplňované vody

Voda byla do nádrže doplňována pravidelně každý týden při čištění filtrace. V průměru bylo doplňováno 1 000 litrů, tj 15,5 % celkového objemu nádrže za týden. Jako vodní zdroj 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.

Průhlednost vody

Zhoršená průhlednost vody se projevila v první polovině dubna, kdy došlo k slabému zelenému zákalu vody, viz obrázek 3. Zákal byl patrný po dobu cca 2 týdnů, pak došlo k projasnění vody. Další zhoršení průhlednosti vody bylo zaznamenáno v druhé polovině května z důvodu zvýšeného výskytu nerozpuštěných částic. Po provedených změnách ve filtraci se průhlednost vody v nádrži znovu zlepšila.

Zarůstání vegetací

Od července nádrž začala narůstat vláknitou řasou *Cladophora glomerata*. Do nárůstů o délce 3 cm nebyla přijímána žádná regulační opatření. Při dalším narůstání v nádrži byl použit komerčně dostupný přípravek House of Kata – Algae Away, kterým se dařilo růst vláknité řasy eliminovat. Jeho aplikace byla prováděna podle návodu výrobce.

Ostatní zásahy

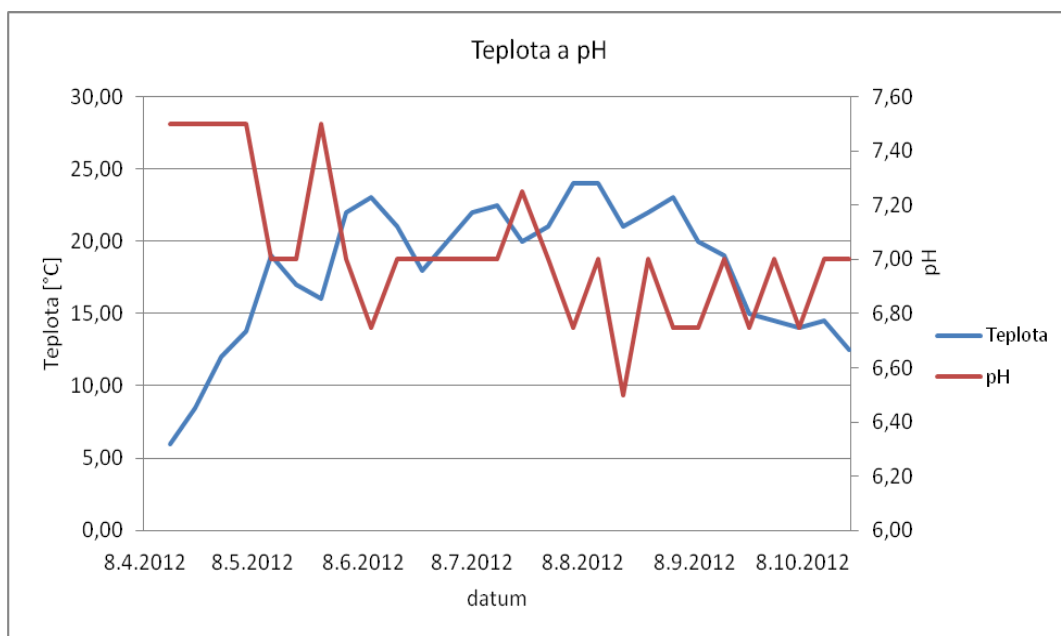
V květnu byl u nádrže proveden zásah do filtrace. Původní čerpadlo, které bylo uloženo přímo na dně nádrže, bylo vyjmuto a následně bylo nainstalováno mimo nádrž.

Voda z nádrže byla nasávána vypouštěcími otvory a následně dopravována přes UV lampu do vortexu. Výsledkem zásahu bylo snížení množství nerozpuštěných látek ve vodě a zlepšení průhlednosti.

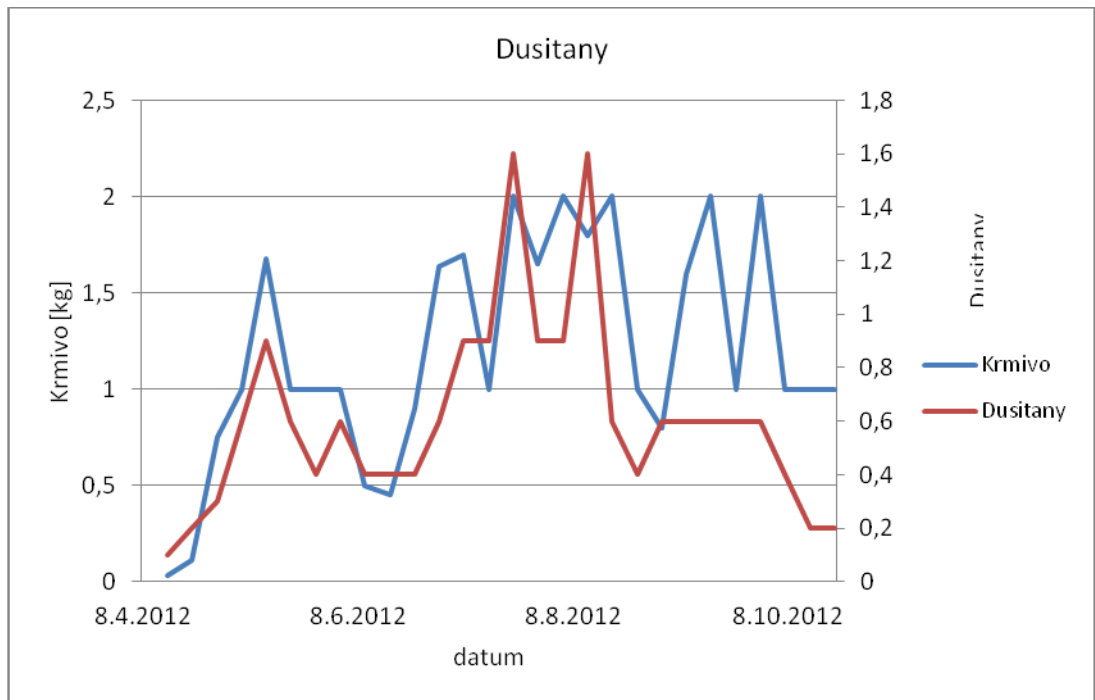
4.3. Fyzikálně-chemické parametry

Orientační měření

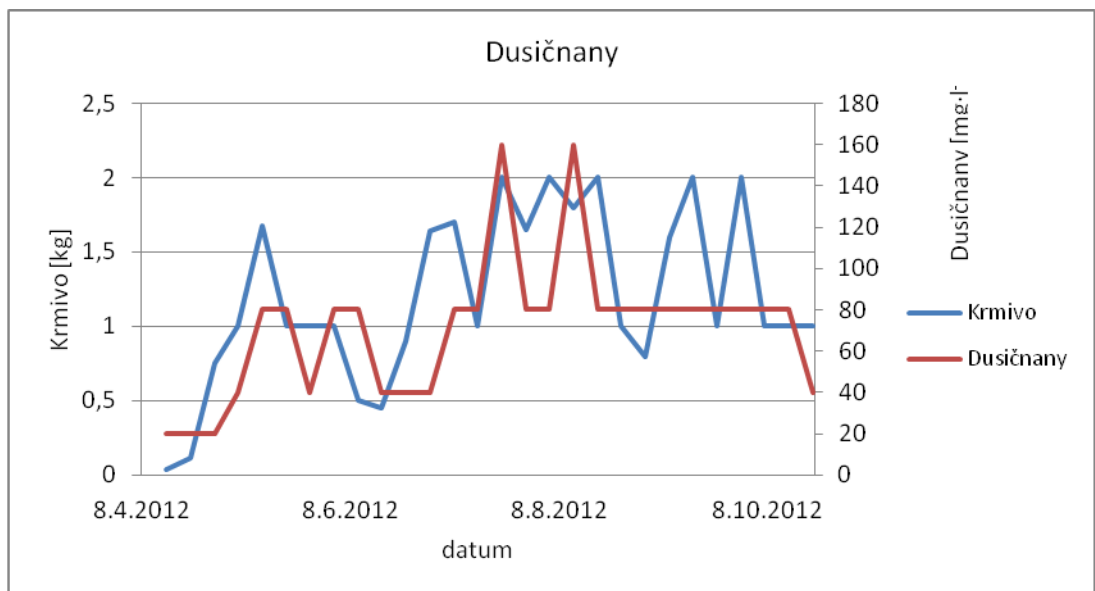
Naměřené hodnoty teploty a pH z orientačních měření byly vyneseny do grafu 1. Nejnižší hodnoty pH 6,5 byly zaznamenány na přelomu měsíců července a srpna 2012 a nejvyšší pH 7,5 v dubnu 2012. Nejvyšší teplota 24 °C byla naměřena dne 22.7.2012. Množství dusitanů, dusičnanů v závislosti na množství spotřebovaného krmiva bylo zobrazeno v grafech 2 a 3. V průběhu sledování byly zaznamenány maximální hodnoty dusitanů 1,6 mg·l⁻¹ a dusičnanů 160 mg·l⁻¹.



Graf 1 – Průběh teploty a pH



Graf 2 – Množství dusitanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva



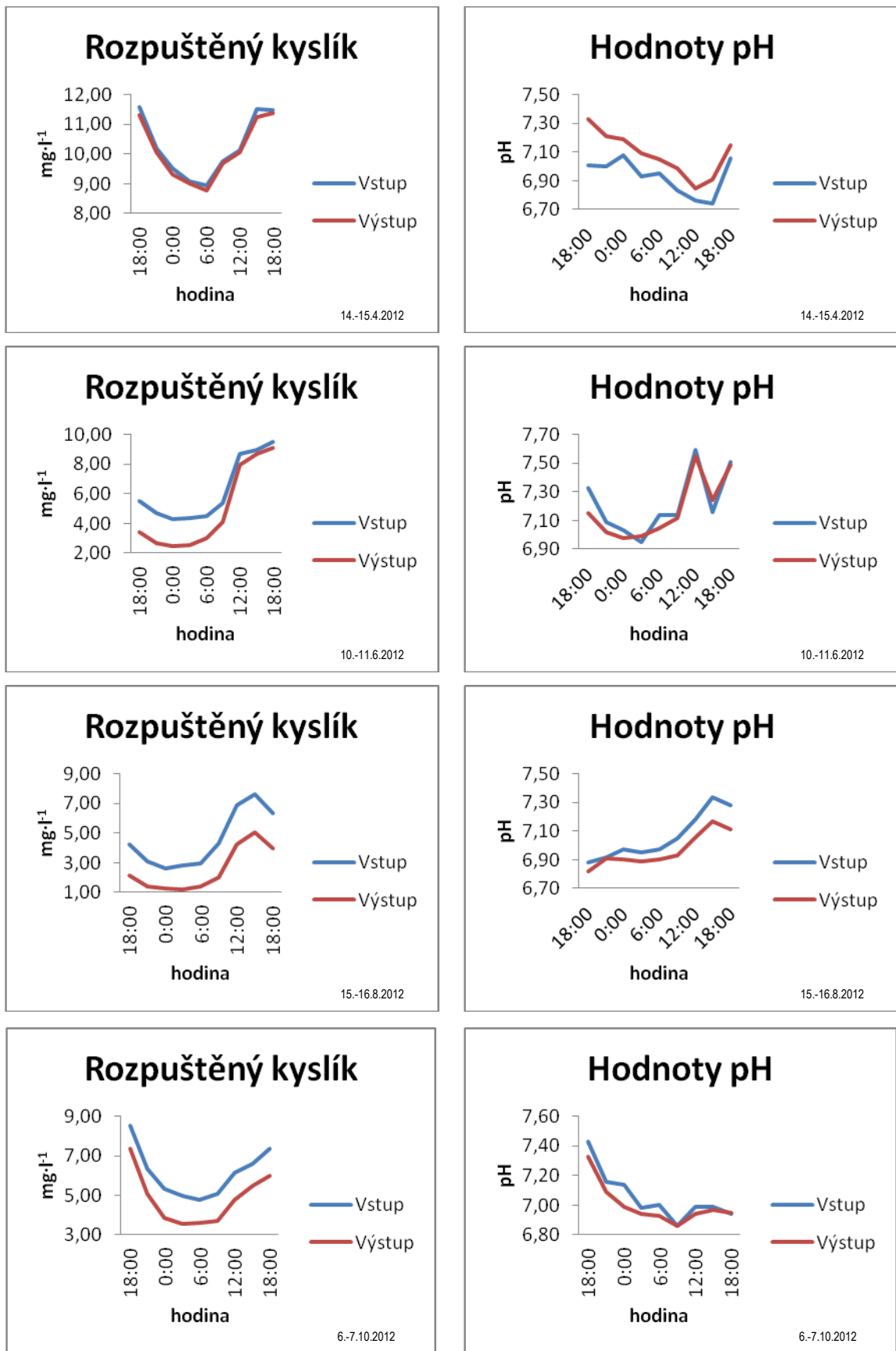
Graf 3 – Množství dusičnanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva

Měření v intervalu 24 hodin

Teplota vody jednotlivých měření je uvedena v tabulce 6. V průběhu měření byly zaznamenány i hodnoty pH a rozpuštěného kyslíku, viz obrázek 2.

Tabulka 6 – Naměřené teploty u nádrže

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



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

5. Diskuze

Pro stavbu okrasné nádrže jsou nejvhodnější fólie, které se dají svařovat na potřebné rozměry. Výhodou je, že nevznikají záhyby a minimalizují se odřezky. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena. Při stavbě svépomocí lze využít komerčně dostupné PVC fólie, které se dodávají o šířce od 2 do 8 m v síle 0,5 a 1 mm. Pro menší nádrže jsou ekonomičtější, jen se musí pečlivě poskládat přebytečná fólie v rozích. Při návrhu okrasných jezírek se ve většině případů vychází z prostoru, který je k dispozici. Pokud se požaduje efektivní využití komerčně dostupných rozměrů fólií, je zapotřebí provést výpočet, kterým se zjistí, jak velká fólie se musím pořídit a jak hluboký má být výkop pro okrasnou nádrž. Vychází se z předpokladu, že jezírko má tvar kvádrů o hloubce h . Rozměry fólie jsou x a y . Aby se určil maximální objem, musí se vypočítat maximální hloubka. Využije se Weierstrassova věta o absolutních extrémech a provede derivace funkce pro výpočet objemu (Nýdl, 1998).

Postup výpočtu:

Jezírko je tedy kvádr o stranách h (hloubka), $x-2\cdot h$, $y-2\cdot h$.

Objem jezírka $V = (x - 2\cdot h) \cdot (y - 2\cdot h) \cdot h$,

po úpravě $V = x\cdot y\cdot h - 2\cdot x\cdot h^2 - 2\cdot y\cdot h^2 + 4\cdot h^3$.

Nyní se hledá h takové, aby objem byl maximální. Jedná se o výpočet absolutního maxima funkce, derivuje se podle proměnné h . Jakákoliv jiná proměnná než h se chová jako konstanta.

Derivace V podle h $V' h = x\cdot y - 2\cdot x\cdot 2\cdot h - 2\cdot y\cdot 2\cdot h + 4\cdot 3\cdot h^2$,

po úpravě $V' h = x\cdot y - 4\cdot x\cdot h - 4\cdot y\cdot h + 12\cdot h^2$.

Pro hledání extrémů se pak tato derivace rovná nule a hledá se h . Dále se postupuje řešením kvadratické rovnice. Vzhledem k vstupním údajům je reálný pouze jeden kořen.

Příklad výpočtu:

Rozměry fólie: délka 6 m, šířka 4 m,

dosadíme za $x=6$, $y=4$,

dostaneme $24 - 24\cdot h - 16\cdot h + 12\cdot h^2 = 0$,

nalezneme kořeny $h = 0,785$ a $h = 2,54$.

Optimální hloubka je tedy 0,785 m. Druhý kořen kvadratické rovnice 2,54 m je nereálný, protože strana folie je 4 m.

Vypočtené optimální hodnoty rozměrů okrasných jezírek vzhledem ke komerčně dostupným rozměrům fólie jsou uvedeny v příloze 3, tabulce 7 a 8.

Cena vybudování okrasného jezírka dodavatelskou firmou „na klíč“ se pohybuje kolem 7 000,- Kč·m⁻³, při svépomoci s využitím komerčně dostupných materiálů ze zahradnických supermarketů je možné snížit náklady na polovinu, viz tabulka 3 a příloha 4. Nemalé finanční prostředky se dají ušetřit použitím vykopané zeminy na přilehlém pozemku k provedení terénních úprav. Provozní náklady jsou ve velké míře ovlivněny cenou používaného krmiva. V našem případě byla použita krmiva pro okrasné kaprovité ryby od firmy Coppens (příloha 2), která jsou cenově dostupná a v požadované kvalitě.

Stanovení efektivnosti mechanické a biologické filtrace standardních RAS u okrasných nádrží bylo založeno na výsledcích orientačních testů a několika 24 hodinových měření v průběhu vegetační sezóny. Ideálním řešením by bylo měření hodnot na výstupu z nádrže a na vstupu do nádrže. Z provozních důvodů to ale nebylo možné, navíc orientační testy neměly dostatečnou citlivost na zachycení a prokázání rozdílných výsledků před a za filtrací. Pro hodnocení naměřených dat byla použita teplota, pH, množství dusitanů a dusičnanů. Výsledky byly graficky zpracovány ve formě spojnicových grafů. Průběh hodnot pH, dusitanů a dusičnanů kolísá v souvislosti s množstvím spotřebovaného krmiva, viz graf 2 a 3. Z důvodu vysoké hodnoty dusitanů a dusičnanů byly dočasně sníženy 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.

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 získané údaje z následujících měsíců již ano. Tato skutečnost byla pravděpodobně způsobena nečinností bakterií v biologickém filtru při průměrné teplotě vody 11,22 °C nebo nedostatečném rozvoji bakteriálního společenstva v nově se zabíhajícím biofiltru. Z porovnání průběhu grafů bylo možné odhadnout, že celková kvalita vody v nádrži kolísala po celou sezónu z důvodu účinné, ale poddimenzované biologické filtrace. Zjevným důkazem bylo zvýšení průhlednosti vody při zvýšení účinnosti mechanické filtrace v průběhu sezóny.

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 7. 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. štěrbinový filtr, u kterého se nečistoty dají odstraňovat mechanicky s minimální spotřebou vody. Nevýhody jsou však v několikanásobně vyšší pořizovací ceně. Problematické bylo odhadnutí vhodné krmné dávky. Nepodařilo se zjistit, jaká by měla být optimální krmná dávka pro obsádku Koi při předkládání plnohodnotných granulovaných směsí bez přirozené produkce chovné nádrže. Doporučené dávky podle Štěcha (2007) byly příliš vysoké pro dlouhodobé udržení požadované kvality vody. Aby nedocházelo k nadměrnému znečištění vody, bylo předkládané množství krmiva kráceno na polovinu doporučené kvantity. Pak teprve byla dosažena průhledná voda v celém vodním sloupci, ale nebylo možné kalkulovat s velkými přírůstky ryb. Ani zkrmování kvalitních granulovaných krmiv firmy Coppens nepřineslo výrazné zlepšení kvality vody.

Často diskutovaným problémem bývá stanovení objemu filtrace. Odborná literatura uvádí minimální objem 10 % chovné nádrže (Štěch, 2007). S tímto názorem se dá souhlasit jen za předpokladu, že se zároveň musí stanovit obsádka ryb, zpravidla 1 m rybí délky na 1 m³ objemu nádrže. Pokorný (2009) uvádí několikanásobně nižší hustotu obsádek, než se využívá v průmyslových chovech. Při vyšších hustotách je třeba volit i větší filtraci, změnit typ filtrace nebo použít filtrační média s větším povrchem.

6. Závěr

Na základě výsledků bakalářské práce lze konstatovat, že standardní technologie recirkulačních akvakulturních systémů lze efektivně aplikovat i pro chov ryb v okrasných nádržích. Prioritou při provozování okrasných jezírek je trvalá průhlednost vody, kterou lze dosáhnout komerčně dostupnou technikou a dalšími podpůrnými prostředky za rozumnou cenu. Důležité je již při projektování stavby nepodcenit mechanickou filtraci, jejíž nedostatečná funkce může značně ovlivnit čistotu vody a funkci biologického filtru. Díky technologickému zásahu do mechanické filtrace sledované nádrže a změně způsobu odtoku vody z nádrže bylo dosaženo zlepšení kvality vody v průběhu vegetační sezóny, mnohem více nerozpuštěných nečistot bylo zachyceno ve filtraci.

Při plánování okrasné zahradní nádrže je nutné vzít v úvahu nejen počáteční finanční náklady na její vybudování a pořízení rybí obsádky, ale i provozní náklady, které se vynaloží v průběhu sezóny. Nádrže se dají pořídít za desítky tisíc i za statisíce korun. V každém případě je vhodné finanční prostředky vynakládat efektivně a posuzovat okrasnou nádrž jako celek, který by měl být vyvážený ve všech oblastech. Nemá smysl pořídít výkonný filtrační systém pro malé nádrže s malým počtem okrasných ryb a naopak malou filtraci pro nádrže s velkou obsádkou. Nevyváženost systému bývá příčinou snížení okrasného významu na straně jedné a úhynů ryb nebo zhoršené kvality vody na straně druhé. Obdobným způsobem se dají ovlivnit náklady na pořízení okrasných ryb a náklady na krmivo. Při osazování okrasné nádrže rybami je nezbytné respektovat jejich biologické nároky. Kromě ryb našeho klimatického pásma je možné využít i různé šlechtěné formy nebo ryby akvarijní. Ty jsou ale většinou náročnější na teplotu vody a je nutné je na zimu z venkovní nádrže přenést do zimoviště. V současné době se dají koupit různé druhy ryb v různých velikostech a kvalitě. Především u Koi jsou cenové rozdíly značné. Pro začínající chovatele by bylo vhodné pořizovat ryby odolnější, např. karase, a získat tak zkušenosti s chovem. Účelné je používat kvalitní krmiva s přídavkem barvu podporujících komponentů.

Návrhy na zlepšení

Jednoznačným přínosem ke zlepšení průhlednosti vody je kontinuální odsávání nerozpuštěných nečistot dnovou výpustí a skimmerem z hladiny do mechanického filtru. Tomu je potřebné věnovat zvýšenou pozornost a efektivním způsobem optimalizovat

náklady na pořízení a provoz filtrace. V současné době není problém pořídit bubnový filtr za několik stovek tisíc Kč, ale pro zahradní nádrž to nebude ekonomicky výhodné. Jako optimální a cenově dostupná se její kombinace vortexu a komory s kartáči.

Pokud máme k dispozici větší prostor pro plánované vybudování zahradního jezírka, bývá vhodné do filtru zakomponovat kořenovou čističku.

Pro trvalou průhlednost vody je nutné do filtračního systému zařadit UV lampu, která přispívá k likvidaci zelených zákalů vody. Vláknotou řasu lze redukovat použitím komerčně dostupných prostředků.

Vhodné je volit kvalitnější krmivo s minimálním obsahem balastních látek a fosforu, při jehož zkrmování nedochází k nadměrnému znečištění vody produkty látkové výměny chovaných ryb. Tím nedochází k tak velkému zatížení filtru, který se nemusí udržovat manuálním čištěním v krátkých časových intervalech a v konečném důsledku dochází ke snížení nákladovosti na jeho provoz. Zvýšené náklady na kvalitní krmiva se vrátí nejen v podobě finanční, ale také v celkovém úsilí věnovaném čištění filtrace a dopouštění vody. Doporučuje se denní krmnou dávku rozdělit na několik fází, k čemuž jsou vhodná krmítka. V současné době jsou komerčně dostupná různá zařízení a lze si vybrat takové, které bude vyhovovat pro typ předkládaného krmiva a krmnému režimu.

Moderní komunikační technologie předkládají možnost monitorování chovných nádrží. V každém případě je potřebný přívod elektřiny, aby bylo možné napájet různá sledovací zařízení. Nejběžnější způsob je vizuální monitorování stavu nádrže pomocí IP kamery, která se napojuje do internetu a pomocí aplikací na PC nebo mobilních zařízeních umožňuje zobrazit aktuální stav. Jedinou podmínkou je veřejná IP adresa, kterou bývá možné vyžádat u poskytovatele připojení k internetu. Druhou možností je připojení IP kamery do cloudového pole a následně se připojit odkudkoliv z internetu. Existují moduly pro sledování teploty v nádrži nebo zapnutí a vypnutí elektrického spotřebiče. Uvedené technologie jsou založeny na podobném principu přenosu dat a neobejdou se bez připojení k internetu. Existují i moduly pro GSM, pro které je nutné vložit samostatnou SIM. I tyto systémy umožňují spínání různých obvodů a monitorování teploty. Nejvhodnější se jeví kombinace obou způsobů, tzn. vizuální kontrola přes IP kameru a ovládání přes GSM modul. Venkovní kamery jsou dostupné od 2 500,- Kč a GSM moduly od 3 500,- Kč. Investice do takového systému se jistě vyplatí především při chovu drahých ryb. Instalace alarmu s pohybovými čidly pomůže i proti zlodějům.

Dobře fungující okrasné jezírko s průhlednou vodou a zdravými rybami má nejen estetický, ale i relaxační význam. Pozorování ryb a dalších vodních živočichů přispívá k poznání přírody a pochopení jejich zákonitostí.

7. Přehled použité literatury

- AKVAGROUP. *Recirculation Systems*[online]. Norway [cit. 2013-08-20]. Dostupné z: <http://www.akvagroup.com/products/land-based-aquaculture/recirculation-systems>.
- ALDERTON, D. *Akvarijní a jezírkové ryby*. Vyd. 1. V Praze: Knižní klub, 2006, s. 332-343. ISBN 80-242-1633-7.
- BALON, E. *Vývoj ichtyofauny Dunaja, jej súčasný stav a pokus o prognózu ďalších zmien po výstavbe vodných diel*. 1. vyd. Bratislava: VSAV, 1967, 175 s.
- BARUŠ, V., O. OLIVA a M. BARADLAIOVÁ. *Mihulovci-Petromyzontes, a ryby-Osteichthyes*: (1). 1.vyd. Praha: Academia, 1995, s. 208-210. 4825. ISBN 978-802-0005-014.
- CARP POND - BŘEZÍ S.R.O., zástupce OGATA KOI FARM CO. LTD. *Crystal Bio Filter Medium BB: Filtrační materiály*[online]. Březi [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: <http://realizace-zahradnich-jezirek.webnode.cz/filtracni-material-crystal-bio>.
- COPPENS International bv. *Coppens Koi Feed Program Season 2014*[online]. Netherlands [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: http://www.coppens.eu/gallery/Engelse_brochures/2014/assortimentsoverzichten/koi2014overviewen.pdf.
- ČESKO. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 22. 10. 2012. ISSN 1211-1244.
- DOHÁNYOS, M., J. KOLLER a N. STRNADOVÁ. *Čištění odpadních vod*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1998, 177 s. ISBN 80-7080-316-9.
- DUBSKÝ, K., J. KOUŘIL a V. ŠRÁMEK. *Obecné rybářství*. 1.vyd. Praha: INFORMATORIUM, spol. s r.o., 2003. ISBN 80-7333-019-9.
- FLAJŠHANS, M. a P. KVASNIČKA. *Šlechtitelská práce u okrasných mutací lína a u kapra koi*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 1997, 16 s. č.87. ISBN 80-858-8710-X.
- GELA, D. - ústní sdělení (FROV, vedoucí pracoviště Genetického rybářského centra, Zátíší 728/II, Vodňany) dne 23.3.2014.

- GELA, D., M. RODINA a O. LINHART. *Řízená reprodukce jeseterů (Acipenser)*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 2008, 24 s. č.78. ISBN 978-80-85887-62-4.
- GELA, D., M. KAHANEC, M. RODINA. *Metodika odchovu raných stádií jeseterovitých ryb*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, FROV, 2012, 44 s. č. 126. ISBN 978-80-87437-66-7.
- GUTIERREZ-WING, M.T. a R.F. MALONE. *Aquacultural engineering: Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications*[online]. 2006, Volume 34, Issue 3, May 2006 [cit. 2014-04-05]. ISSN 0144-8609. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860905001123>.
- HANEL, L. a J. ANDRESKA. *Ryby evropských vod v ilustracích Květoslava Híska*. Vyd. 1. Praha: Aventinum, 2013, 352 s. ISBN 978-80-7442-038-2.
- HANEL, L. *Ryby a mihule České republiky*. Příbram : PBtisk, 2005. 448 s. ISBN 80-86327-49-3.
- HANEL, L. *Svět zvířat VIII, Ryby (1)*. Praha : Albatros, 1998. 150 s. ISBN 80-00-00599-9.
- HANEL, L. *Akvaristika: biologie a chov vodních živočichů, II.speciální část*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004, s. 85-91. ISBN 8024607441.
- HIGGINBOTHAM, J. *Piscinae: artificial fishponds in roman italy*[online]. S.l.: Univ Of North Carolina, 2012, 312 s [cit. 2014-04-05]. ISBN 08-078-3604-4. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=cPyDuRqA2jEC&pg=PA41&lpg=PA41&dq=Piscinae>.
- HOFMANN, J. a J. NOVÁK. *Akvaristika: jak chovat tropické ryby jinak a lépe*. 1. vyd. Praha: X-Egem, 1996, 197 s. ISBN 80-7176-408-6.
- HOFMANN, J. a J. NOVÁK. *Velký atlas akvariijních ryb*. Vyd. 1. Praha: Brázda, 1998, 363 s. ISBN 80-209-0279-1.
- HŘÍBAL, V. *Zahradní jezírka a vodní rostliny*. 1. vyd. Praha: Grada. 2003. 93 s. ISBN 80-247-0590-7.
- JEZÍRKA BANAT, s.r.o. *Filtrace*. [Http://www.jezirka.info/](http://www.jezirka.info/) [online]. Olomouc [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: <http://www.jezirka.info/rubriky/filtrace>.
- Katalog AquaLogistik Koi-Teich-Technik*. Tripond Wasserpflegemittel, 2006.

Koi magazine. Velká Británie: Origin Publishing, 2007, č. 115.

KOUŘIL, J. a J. MATOUŠEK. *Využití tepelných čerpadel v akvakultuře*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 2008, 20 s. č.87. ISBN 978-80-85887-77-8.

KOUŘIL, J., J. HAMÁČKOVÁ a V. STEJSKAL. *Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb*. Edice Metodik (technologická řada) č. 87, VÚRH JU Vodňany, 2008, 40 s.

KUJAL, B. *Principy stavebně technologických řešení objektů intenzivních chovů ryb*. In: *Recirkulační systémy v chovech ryb*. Vodňany, 2007, s. 22-28.

KUNDERA, J. *Skrápená filtrace při úpravě povrchových a podzemních vod*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský, 1985, 167 s.

LILTVED, H. *Dezinfekce vody v akvakultuře: faktory ovlivňující fyzikální a chemickou inaktivaci mikroorganismů* = Disinfection of water in aquaculture : factors influencing the physical and chemical inactivation of microorganisms. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 2003, 12 s. č.71. ISBN 80-858-8745-2.

LUSK, S. a V. BARUŠ. *Ryby v našich vodách*. Vyd. 2., dopl. Praha: Brázda, 1992, 239 s., [24] s. obr. příl. Živou přírodou. ISBN 80-200-0231-6.

MALONE, R. F., T. J. PFEIFFER. *Aquacultural engineering: Rating fixed film nitrifying biofilters used in recirculating aquaculture systems*[online]. 2006, Volume 34, Issue 3, May 2006 [cit. 2014-04-05]. ISSN 0144-8609. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860905001160>.

MARTINS, C.I.M., EDING, E.H., VERDEGEM, M.C.J., HEINSBROEK, L.T.N., SCHNEIDER, O., BLANCHETON, J.P.DORBCASTEL, E.R., VERRETH, J.A.J. *Aquacultural engineering: New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability*[online]. 2010, Volume 43, Issue 3, November 2010 [cit. 2014-04-05]. ISSN 0144-8609. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860910000671>.

MASSER, M.P., J. RAKOCY, T.M. LOSORDO. *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems, Management of Recirculating Systems*[online]. 1999, SRAC Publication No. 452 USDA [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://aqua.ucdavis.edu/DatabaseRoot/pdf/452RFS.PDF>.

- MILSTEIN, A. *Hydrobiology: Ecological aspect of fish species interaction in polycultural ponds*[online]. 1992, Volume 231, Issue 3, April 1992 [cit. 2014-04-05]. ISSN 1573-5117. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00018201>.
- MLEJNSKÁ, E. *Extenzivní způsoby čištění odpadních vod*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2009, 119 s. ISBN 978-80-85900-92-7.
- NÝDL, V. a R. KLUFOVÁ. *Matematika: Část 2 - Matematická analýza*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998, 131 s. ISBN 80-704-0273-3.
- POKORNÝ, J., M. FLAJŠHANS, P. HARTVICH, P. KVASNIČKA a I. PRUŽINA. *Atlas kaprů chovaných v České republice: doplňující učební text pro SPŠ Vodňany a pro studenty rybářství na zemědělských univerzitách; Josef Pokorný ... [et al.]*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1995, 69 s. ISBN 80-7187-005-6.
- POKORNÝ, J., Z. ADÁMEK, J. DVOŘÁK a V. ŠRÁMEK. *Pstruhařství*. 2., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 1998, 242 s., obr. příl. ISBN 80-86073-24-6.
- POKORNÝ, J. *Vodní hospodářství: stavby v rybářství*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2009, 318 s. , [8] s. obr. příl. ISBN 978-80-7333-071-2.
- RIJN, J.v. *Aquacultural engineering: Waste treatment in recirculating aquaculture systems* [online]. 2013, Volume 53, March 2013 [cit. 2014-04-05]. ISSN 0144-8609. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860912000945>
- SEDLÁK, J. *Koupací jezírka*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2554-3.
- SHARRER, M.J., S.T. SUMMERFELT. *Aquacultural engineering: Ozonation followed by ultraviolet irradiation provides effective bacteria inactivation in a freshwater recirculating system*[online]. 2007, Volume 37, Issue 2, September 2007 [cit. 2014-04-05]. ISSN 0144-8609. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860907000544>.
- SVOBODOVÁ, Z., J. KOLÁŘOVÁ, S. NAVRÁTIL, T. VESELÝ, P. CHLOUPEK, J. TESARČÍK a J. ČÍTEK. *Nemoci sladkovodních a akvarijních ryb*. 4., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2007, 264 s. ISBN 978-80-7333-051-4.
- ŠÁLEK, J. a V. TLAPÁK. *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2006, 283 s. ISBN 80-86769-74-7.

- ŠTĚCH, L. *KOI*. Zliv: Typ České Budějovice, 2007. 350 s.
- URBAN, J., M. SERGEJEVOVÁ, I. SLEPIČKOVÁ, A. KOUBA, D. ŠTYS a J. MASOJÍDEK. *Hodnocení změn vybarvení okrasných ryb*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita, 2012, 47 s. Metodik. ISBN 978-80-87437-55-1.
- VANKO, K. *Chováme závojnky: akvariální ryby*. 1. vyd. Bratislava: Kontakt plus, 1998, 55 s. ISBN 80-88855-23-3.
- VYMAZAL, J. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. Třeboň: ENVI, 1995, 147 s., fot. příl.
- WENXIANG L., L. ZHONGJIE. *Water Science & Technology: In situ nutrient removal from aquaculture wastewater by aquatic vegetable ipomoea aquatica on floating beds*[online]. 2009, Volume 59, Issue 10, May 15 [cit. 2013-08-17]. ISSN 0273-1223. Dostupné z: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed August 17, 2013.
- XIANGJUN S., C. YU, Y. YUANTU, M. ZHIHONG, L. YONGJUN, L. TIELIANG, J. NA, X.WEI, L. LIN, *Aquaculture: The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp (koi, Cyprinus carpio L.)* [online]. 2012, Volumes 342–343, April 2012 [cit. 2013-08-17]. ISSN 0044-8486. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004484861200110X>.
- ZHANG, S.-Y., G. Li, H.-B. WU, X.-G. LIU, Y.-H. YAO, L. TAO, H. LIU. *Aquacultural engineering: An integrated recirculating aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production*[online]. 2011, Volume 45, Issue 3, November 2011 [cit. 2014-04-05]. ISSN 0144-8609. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860911000471>.
- ZUKAL, R. *Akvariální ryby*. 7. vyd. Praha: Svépomoc, 1981, 229 s.

8. Seznam zkratek

ATP – adenosintrifosfát,

CE – Carp Erythrodermatitis, erythrodermatitida kaprů,

KČ – kořenová čistírna,

KHV – Koi herpesviróza,

PHB – kyselina polybeta-hydroxymáselná,

PVC – polyvinylchlorid,

RAS – recirkulační akvakulturní systém,

SVC – Spring Viraemia of Carp, jarní virémie kaprů,

UV – z anglického ultraviolet – ultrafialové.

9. Seznam tabulek, obrázků, grafů a příloh

Strana

Tabulka 1 – Velikost vortexu v závislosti na velikosti nádrže a průtoku vody (Katalog AquaLogistik, 2006)	15
Tabulka 2 – Parametry nádrže	45
Tabulka 3 – Rozpočet na stavbu nádrže svépomocí	47
Tabulka 4 – Provozní náklady za sezónu (duben – říjen 2012)	48
Tabulka 5 – Hmotnost Koi a počty kusů	49
Tabulka 6 – Naměřené teploty u nádrže	52
Tabulka 7 – Maximální objem nádrže v závislosti na rozměru fólie a hloubce	70
Tabulka 8 – Maximální hloubky nádrže v závislosti na rozměru fólie	70
Tabulka 9 – Ceník importovaných Koi	71
Tabulka 10 – Ceník jeseterovitých ryb firmy JEZÍRKA BANAT, s.r.o.	71
Obrázek 1 - Jednotlivé komponenty RAS pro komerční intenzivní odchov ryb dle dánské firmy Akvagroup (2013). Schéma bylo převzato z prezentačních internetových stránek firmy, která se zabývá vývojem a realizací komerčních akvakulturních systémů.	13
Obrázek 2 – Hodnoty rozpuštěného kyslíku ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a pH naměřené na vstupu a výstupu filtrace při 24 hodinových měřeních	53
Obrázek 3 – Celkový pohled na nádrž	67
Obrázek 4 – Komory filtrace	67
Obrázek 5 – Vortex	68
Obrázek 6 – Prázdňý vortex	68
Obrázek 7 – Kartáčová komora	68
Obrázek 8 – Prázdňá kartáčová komora	68
Obrázek 9 – Komora s bioakvacitem	68
Obrázek 10 – Biokuličky	68
Obrázek 11 – Nabídka na okrasné jezírko 40 m^3	73
Obrázek 12 – Nabídka na koupací jezírko 60 m^3	75
Obrázek 13 – Nabídka na koupací jezírko 150 m^3	77
Graf 1 – Průběh teploty a pH	50
Graf 2 – Množství dusitanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva	51
Graf 3 – Množství dusičnanů v relaci s množstvím spotřebovaného krmiva	51
Příloha 1 – Fotodokumentace nádrže a filtrace	67
Příloha 2 – Krmivo Coppens	69
Příloha 3 – Tabulky výpočtů	70
Příloha 4 – Ceníky vybraných druhů ryb firmy JEZÍRKA BANAT, s.r.o.	71
Příloha 5 – Cenové nabídky na realizaci okrasných a koupacích jezírek od firmy JEZÍRKA BANAT, s.r.o.	72

10. Přílohy

Příloha 1 – Fotodokumentace nádrže a filtrace



Obrázek 3 – Celkový pohled na nádrž



Obrázek 4 – Komory filtrace



Obrázek 5 – Vortex



Obrázek 6 – Prázdný vortex



Obrázek 7 – Kartáčová komora



Obrázek 8 – Prázdná kartáčová komora



Obrázek 9 – Komora s bioakvacitem



Obrázek 10 – Biokuličky

Příloha 2 – Krmivo Coppens



Coppens Koi Feed Program Season 2014

Coppens International bv
 T: +31 492 531 222
 F: +31 492 531 220
 E: info@coppens.com
 W: www.coppens.com

Name	Composition						Size						Characteristics		Packaging			
	Protein %	Fat %	Astax	Paprika	Spirulina	Wheat germ	Diameter (mm)						Floating/Sinking	Length/Diam.	Content kg	Bag type	Big Bag kg	
							1.5	2.0	3.0	4.5	6.0	8.0						10.0
Professional Koi feeds, extruded																		
Staple	34	3			x			x		x				F	1.0	15	Koi	500
Grower	44	11						x		x				F	1.0	15	Koi	500
Wheat germ	37	6				x				x				F	1.0	15	Koi	500
Health	28	4				x		x		x				F	1.0	15	Koi	500
Orange	45	9	x	x			x		x	x		x	F	1.0	15	Koi	500	
Spirulina	37	6	x		x			x		x		x	F	1.0	15	Koi	500	
Top Koi	51	10	x		x	x		x		x			F	1.0	15	Koi	500	
Mixed complete feeds																		
Koi Mix OSW	40	6	x	x	x	x		x		x		x	F	1.0	5/15	Koi	500	
Professional Sturgeon feed, extruded																		
Top Sturgeon	47	17						x	x	x	x		S	1.0	25	Koi	1000	

Overview Coppens International Koi feeds for use in ponds

	Growth	Shape	Colour	Digestibility	Beta Glucans	Prebiotics	Water temperature*
Professional diets							
Staple EF	++	+++	+	+++	-	-	From 12°C
Grower EF	+++	++	-	+++	-	-	From 15°C
Wheat Germ EF	++	+++	-	++++	++	+++	From 8°C
Health EF	++	+++	-	++++	+++	+++	From 10°C
Orange EF	+++	++++	+++	++++	++	+++	From 15°C
Spirulina EF	++	+++	++++	++++	++	+++	From 15°C
Top Koi EF	++++	+++	+++	++++	++	+++	From 15°C
Koi Mix OSW	++	+++	++	++++	++	+++	From 15°C
Feeding advice							
Feed size (mm)	1.5	2.0	3.0	4.5	6.0	8.0	10.0
Length Koi (TL in cm)	>4	>8	>15	>20	>25	>30	>40
Weight Koi (gr)	2	14	95	225	440	750	1800

- * Feed 2-4 times per day depending on fish size and water temperature and no more than the koi eat within 5 minutes
- * Remove non eaten feed from the pond in case of overfeeding
- * At water temperatures below 10 °C koi have a reduced appetite and slow digestion therefore feed accordingly
- * Don't feed koi if the water temperature is below 5 °C.

Příloha 3 – Tabulky výpočtů

Tabulka 7 – Maximální objem nádrže v závislosti na rozměru fólie a hloubce


Maximální objem [m ³]	Délka [m]	2	4	4	6	8	6	8	10	8	10	12	14
	Šířka [m]	2	2	4	4	4	6	6	6	8	8	8	8
	Plocha [m ²]	4	8	16	24	32	36	48	60	64	80	96	112
Hloubka [m]	0,50	0,5	1,5	4,5	7,5	10,5	12,5	17,5	22,5	24,5	31,5	38,5	45,5
	0,75	0,2	0,9	4,7	8,4	12,2	15,2	21,9	28,7	31,7	41,4	51,2	60,9
	1,00			4,0	8,0	12,0	16,0	24,0	32,0	36,0	48,0	60,0	72,0
	1,25			2,8	6,6	10,3	15,3	24,1	32,8	37,8	51,6	65,3	79,1
	1,50				4,5	7,5	13,5	22,5	31,5	37,5	52,5	67,5	82,5
	1,75				2,2	3,9	10,9	19,7	28,4	35,4	51,2	66,9	82,7
	2,00						8,0	16,0	24,0	32,0	48,0	64,0	80,0
	2,25							11,8	18,6	27,6	43,3	59,1	74,8

Tabulka 8 – Maximální hloubky nádrže v závislosti na rozměru fólie

Rozměry fólie	Délka [m]	2	4	4	6	8	6	8	10	8	10	12	14
	Šířka [m]	2	2	4	4	4	6	6	6	8	8	8	8
	Plocha [m ²]	4	8	16	24	32	36	48	60	64	80	96	112
	hloubka 1 [m]	0,33	0,42	0,67	0,78	0,85	1,00	1,13	1,21	1,33	1,47	1,57	1,64
Rozměry nádrže	Délka [m]	1,33	3,15	2,67	4,43	6,31	4,00	5,74	7,57	5,33	7,06	8,86	10,72
	Šířka [m]	1,33	1,15	2,67	2,43	2,31	4,00	3,74	3,57	5,33	5,06	4,86	4,72
	Plocha [m ²]	1,78	3,64	7,11	10,77	14,57	16,00	21,44	27,05	28,44	35,66	43,07	50,63
	Objem [m ³]	0,59	1,54	4,74	8,45	12,32	16,00	24,26	32,84	37,93	52,51	67,60	82,98

Příloha 4 – Ceníky vybraných druhů ryb firmy JEZÍRKA BANAT, s.r.o.

Tabulka 9 – Ceník importovaných Koi

 <p style="text-align: center;">AKTUÁLNÍ NABÍDKA KOI (HQ) vyšší kvality - cena za kus 4800,-</p>					
Varieta	velikost	ks	Varieta	velikost	ks
<i>Yamabuki, Ginrin Yamabuki</i>	35-45cm	19 & 4	<i>Goromo</i>	30cm	3
<i>Kujaku</i>	30-45cm	10	<i>Yamato Nishiki</i>	30cm	5
<i>Platinum Ogon</i>	50cm	6	<i>Hí utsuri</i>	30cm	2
<i>Kohaku</i>	30-50cm	35	<i>Tancho goshiki</i>	30cm	6
<i>Chagoi</i>	40cm	12	<i>Goshiki</i>	30cm	16
<i>Aka matsuba, Doitsu ki matsuba</i>	40cm	1 & 15	<i>Karasugoi</i>	30cm	2
<i>Matsuba, Kí matsuba</i>	50cm	1 & 1	<i>Schusui</i>	30cm	16
<i>Ochiba, Ginrin Ochiba</i>	45cm	1 & 1	<i>Soragoi</i>	30cm	5
<i>Kí utsuri</i>	30-45cm	8	<i>Midori goi</i>	30cm	11
<i>Hariwake</i>	50cm	13	<i>Sanke</i>	30cm	4
<i>Shiro utsuri</i>	25-40cm	5	<i>Tancho shiro utsuri</i>	30cm	4
<i>Showa</i>	30-45cm	40	<i>Tancho kujaku</i>	30cm	2
<i>Asagi</i>	30cm	10	<i>Stáří ryb NISSAI, SANSAI (dvouleté, tříleté)</i>		



Tabulka 10 – Ceník jeseterovitých ryb firmy JEZÍRKA BANAT, s.r.o.

Popis	Naše cena	bez DPH
Jeseter malý 25 - 30 cm	350 Kč	304 Kč
Jeseter malý - albín 45-50cm	900 Kč	783 Kč
Jeseter ruský 35 - 40 cm	500 Kč	435 Kč
Jeseter ruský 70 - 80 cm	2.500 Kč	2.174 Kč
Jeseter ruský 100 cm	5.000 Kč	4.348 Kč
Jeseter hvězdnatý 35 - 40 cm	500 Kč	435 Kč
Jeseter hvězdnatý 70 - 80 cm	3.900 Kč	3.391 Kč
Jeseter sibiřský 80cm	750 Kč	652 Kč
Vyza velká 90 cm	5.000 Kč	4.348 Kč
Veslonos americký 35-40 cm	1.000 Kč	826 Kč

Příloha 5 – Cenové nabídky na realizaci okrasných a koupacích jezírek od firmy
JEZÍRKA BANAT, s.r.o.

Vystavená nabídka

Dodavatel:
JEZÍRKA BANAT, s.r.o.
Hněvotín 540
78347 Hněvotín
tel: +420-608010617/
fax: -/
IČO: 27813070
DIČ: CZ27813070



Doklad číslo:

Odběratel:

IČO:
DIČ:

Datum vystavení: 05.11.2013 Platnost do: 12.11.2013 Vystavil (a):
Doprava: Platební podmínky:

Označení dodávky	Katalogové označení	Počet M.J.	M.J.	Cena za M.J.	DPH %	bez DPH	s DPH
Čerpadlová šachta (2 vstupy/mokrá)	PT0001	1,00	ks	8 090,46	21	8 090,46	9 790,00
Gula 110mm	63010014	1,00	ks	660,29	21	660,29	799,00
Hadice 63mm - šedá	082063	10,00	bm	109,91	21	1 099,11	1 330,00
Oase odtoková trubka 100/480mm	90427	1,00	ks	225,61	21	225,61	273,00
Oase koleno 100/45°	50430	2,00	ks	204,96	21	409,89	496,00
Příruba 110mm - foliová	7105499	1,00	ks	214,04	21	214,04	259,00
Aquaskim Gravity	51237	1,00	ks	1 066,06	21	1 066,06	1 290,00
AquaKing Eco FTP-16000L	AK3007	1,00	ks	3 790,70	21	3 790,70	4 587,00
UV-lampa TMC 110w	32010012	1,00	ks	9 495,34	21	9 495,34	11 490,00
Vodní a bahenní rostliny	B00198	1,00	ks	4 348,00	15	4 348,00	5 000,00
AQUAPL 805/V 1,50-2000	B00467	130,00	m2	147,93	21	19 230,33	23 270,00
AQUAPLAST 805/V 1.50-2000 RAL6C	B00194	(130,00)	(m2)				
Geotextilie 300g cena za metráž	B00376	160,00	m2	20,66	21	3 305,60	4 000,00
Geotextilie 300g- NÁKUP		(160,00)	(m2)				
Lišta koutová 70mm vnější	B00059	11,00	ks	107,43	21	1 181,75	1 430,00
Kotvící prvek AL 01/50 púkulatý	B00056	100,00	ks	4,13	21	413,20	500,00
Podložka Fatranskýlová (URP-V-1-40)	B00385	20,00	ks	2,23	21	44,63	54,00
Pokládková fólie		130,00	m2	130,00	21	16 900,00	20 449,00
Tripod C-80 m bez médií-GFK C-80	10310016	1,00	ks	44 204,14	21	44 204,14	53 490,00
Filtrační média pro Tripod C-80	15020004	1,00	ks	16 660,22	21	16 660,22	20 160,00
Konzola na UV nerez, cena za 1 ks	B00595	2,00	ks	180,98	21	361,96	438,00
Neviditelný obrubník, výška 80 mm	NO1003	30,00	ks	80,16	21	2 404,82	2 910,00
Hřeb plastový	NO1004	60,00	ks	4,13	21	247,82	300,00
Bagr		1,00	ks	5 784,80	21	5 784,80	7 000,00
Propojovací armatury	PO1018	1,00	ks	2 066,00	21	2 066,00	2 500,00
Odvoz hlíny		1,00	ks	3 305,60	21	3 305,60	4 000,00
Jeřáb		1,00	ks	5 784,80	21	5 784,80	7 000,00
Kameny z lomů + doprava		1,00	ks	12 396,00	21	12 396,00	15 000,00
Stavební materiál		1,00	ks	35 000,00	21	35 000,00	42 350,00
	Betonové tvárnice, beton armatura, omítka, stěrky, štěrky						
Montážní práce doprava		1,00	ks	90 000,00	21	90 000,00	108 900,00

Vystavená nabídka

		Základ	Výše DPH	Včetně DPH	
Sleva %	0,00				
	Nulová sazba DPH	0,00	0,00	0,00	
	Snížená sazba DPH %	15	4 348,00	652,00	5 000,00
	Základní sazba DPH %	21	284 343,27	59 721,73	344 065,00
	Celkem		288 691,27	60 373,73	349 065,00

Cena celkem s DPH:

349 065,00 Kč

Registrace:

Firma zapsána v obchodním rejstříku, vedeného Krajským soudem v Ostravě oddíl C, vložka 52528.

Při nedodržení stanovené doby solatnosti faktury bude účtován úrok

razítko, podpis

Vystavená nabídka

Dodavatel:
JEZÍRKA BANAT, s.r.o.
Hněvotín 540
78347 Hněvotín
tel: +420-608010617/
fax: -/
IČO: 27813070
DIČ: CZ27813070



Doklad číslo:

Odběratel:

IČO:
DIČ:

Datum vystavení: 10.05.2013 Platnost do: 17.05.2013 Vystavil (a): Banat
Doprava: Platební podmínky:

Označení dodávky	Katalogové označení	Počet M.J.	M. J.	Cena za M.J.	DPH %	bez DPH	s DPH
Čerpadlová šachta (2 vstupy/suchá)	PT0002	1,00	ks	9 247,42	21	9 247,42	11 190,00
UV-lampa TMC 110w	32010012	1,00	ks	9 485,34	21	9 485,34	11 480,00
Konzola na UV nerez. cena za 1 ks		2,00	ks	161,15	21	322,30	390,00
Gula 110mm	63010014	1,00	ks	660,29	21	660,29	799,00
Hadice 63mm - šedá	082063	30,00	bm	109,91	21	3 297,34	3 990,00
Příruba 110mm - foliová	7105499	2,00	ks	214,04	21	428,08	518,00
Aquaskim Gravity	51237	1,00	ks	1 066,06	21	1 066,06	1 290,00
Tripod C-115 m bez medlí-GFC	10310018	1,00	ks	61 145,34	21	61 145,34	73 990,00
Filtrační média pro Tripod C-115	15020005	1,00	ks	23 882,96	21	23 882,96	28 900,00
AQUAPL 805/V 1.50-2000	B00467	130,00	m2	147,93	21	19 230,33	23 270,00
AQUAPLAST 805/V 1.50-2000 RAL60	B00194	(130,00)	(m2)				
Geotextilie 300g cena za metráž	B00376	150,00	m2	20,66	21	3 099,00	3 750,00
Geotextilie 300g- NÁKUP		(150,00)	(m2)				
Pokládka folie		130,00		130,00	21	16 900,00	20 448,00
Stavební práce + materiál		1,00		150 000,00	21	150 000,00	181 500,00
Propojovací PVC		1,00		8 000,00	21	8 000,00	9 680,00
Neviditelný obrubník, výška 100 mm	NO1006	25,00	ks	90,08	21	2 251,94	2 725,00
Hřeb plastový	NO1004	50,00	ks	4,13	21	206,60	250,00
Jebao JFP 20000	JB6008	1,00	ks	3 958,46	21	3 958,46	4 790,00
Kotvící prvek AL 01/50 púkulatý	B00056	150,00		4,13	21	619,80	750,00
Lišta koutová 70mm vnější	B00059	14,00		107,43	21	1 504,05	1 820,00
Kužel DR10 FOL805 B7052	B00068	4,00		29,75	21	118,00	144,00
Vodní a bahenní rostliny	B00198	1,00	ks	3 043,60	15	3 043,60	3 500,00
Bakterien starter Tripod 5l na 50m3	44010075	1,00	ks	1 277,61	21	1 277,61	1 546,00
Algae away 1000 g	HK003	1,00	ks	2 595,72	21	2 595,72	3 141,00
Algae away 1kg - NÁKUP		(1,00)	(kg)				
Merbau deska 25mm	B00265	36,00	m2	1 519,75	21	54 710,99	66 204,00
Merbau hranol	B00266	65,00	bm	156,19	21	13 276,12	16 085,00
Terasový olej Woodprotector 5l	B00158	2,00	ks	963,42	21	1 969,83	2 380,00
Vrut torx 40x5 mm	B00302	300,00	ks	3,31	21	991,66	1 200,00
Spojky k terasové podlaze	B00372	180,00	ks	23,97	21	4 313,81	5 220,00
Ostatní spojovací materiál	HK002	1,00	ks	2 066,00	21	2 066,00	2 500,00
Algae away 1kg - NÁKUP		(0,30)	(kg)				
Montážní mola		1,00		30 000,00	21	30 000,00	36 300,00

Vystavená nabídka

		Základ	Výše DPH	Včetně DPH	
Sleva %	0,00				
	Nulová sazba DPH	0,00	0,00	0,00	
	Snížená sazba DPH %	15	3 043,60	456,40	3 500,00
	Základní sazba DPH %	21	426 633,07	89 607,93	516 241,00
	Celkem		429 676,67	90 064,33	519 741,00

Cena celkem s DPH:

519 741,00 Kč

Registrace:

Firma zapsána v obchodním rejstříku, vedeného Krajským soudem v Ostravě oddíl C, vložka 52528.

Při nedodržení stanovené doby solatnosti faktury bude účtován úrok

razítko, podpis

Vystavená nabídka

Dodavatel:
JEZÍRKA BANAT, s.r.o.
Hněvotín 540
78347 Hněvotín
tel: +420-608010617/
fax: -/
IČO: 27813070
DIČ: CZ27813070



Doklad číslo:

Odběratel:

IČO:

DIČ:

Datum vystavení: 25.10.2013 Platnost do: 01.11.2013

Vystavil (a):

Doprava: Platební podmínky:

Označení dodávky	Katalogové označení	Počet M.J.	M. J.	Cena za M.J.	DPH %	bez DPH	s DPH
Gula 110mm	63010014	2,00	ks	660,29	21	1 320,59	1 598,00
Přiruba 110mm - foliová	7105499	3,00	ks	214,04	21	642,11	777,00
Aquaskim Gravity	51237	2,00	ks	1 066,06	21	2 132,11	2 580,00
Hadice 110mm flexi - profi	082110	20,00	bm	288,41	21	5 768,27	6 980,00
Hadice 63mm - šedá	082063	40,00	bm	109,91	21	4 396,45	5 320,00
Čerpadlová šachta (3 vstupy/suchá)	PT0003	1,00	ks	13 957,90	21	13 957,90	16 890,00
UV-lampa TMC 110w	32010012	2,00	ks	9 465,34	21	18 990,67	22 980,00
Konzola na UV nerez, cena za 1 ks	B00595	4,00	ks	161,15	21	644,59	780,00
PVC,KG propojky	PO1013	1,00	ks	4 958,40	21	4 958,40	6 000,00
LOCTITE 150m	B00145	1,00	ks	289,24	21	289,24	350,00
Čistič Griffon na PVC 250 ml,	040250	1,00	ks	96,69	21	96,69	117,00
AquaKing MS tmel 290ml	AK3022	1,00	ks	329,73	21	329,73	399,00
Lepidlo Griffon na PVC 500 ml plast	030500	1,00	ks	245,44	21	245,44	297,00
Tripod C-115 m bez mědi-GFC	10310018	2,00	ks	61 145,34	21	122 290,67	147 980,00
Filtrační média pro Tripod C-115	15020005	2,00	ks	23 882,96	21	47 765,92	57 800,00
Jebao JFP 20000	JB6008	2,00	ks	3 958,46	21	7 916,91	9 580,00
AQUAPL 805/V 1.50-2000	B00467	280,00	m2	147,93	21	41 419,17	50 120,00
AQUAPLAST 805/V 1.50-2000 RAL60	B00164	(280,00)	(m2)				
Geotextilie 300g cena za metráž	B00376	400,00	m2	20,66	21	8 264,00	10 000,00
Geotextilie 300g- NÁKUP		(400,00)	(m2)				
Kotvici prvek AL 01/50 púkulaty	B00056	500,00		4,13	21	2 066,00	2 500,00
Podložka Fatransylová (URP-V-1-40)	B00385	200,00		2,23	21	446,26	540,00
Lišta koutová 70mm vnější	B00059	25,00	ks	107,43	21	2 685,80	3 250,00
Pokládka folie		280,00		130,00	21	36 400,00	44 044,00
Montážní práce,doprava		1,00		198 336,00	21	198 336,00	240 000,00
	Montáž filtračního systému,zednické práce- betonáže,zdění z bednicích tvarovek.						
Molo		1,00		80 987,20	21	80 987,20	98 000,00
	Molo o velikosti 6,3 x 3,4m (pod molem můžou být v šachtě filtry) proto tato velikost.						
	Dřevo 25mm je Merbau/ nejkvalitnější z tropických dřevin, montáž bez viditelných šroubů)						
Hydraulika + víko		1,00		104 126,40	21	104 126,40	126 000,00
	Zateplené víko s hydraulickým otíráním na ruční pumpu.						
	(jen v případě, že filtry budou pod molem)						
Vodní a bahenní rostliny	B00198	100,00	ks	56,52	15	5 652,40	6 500,00
Substrát na vodní rostliny 20l	SU0099	10,00	ks	70,24	21	702,44	850,00
Lekniny XXL	B00199	3,00	ks	1 304,40	15	3 913,20	4 500,00
Oase ProfiClear Guard automat.	50951	1,00	ks	8 255,74	21	8 255,74	9 990,00
Košík na vodní rostliny flexi	5050421	20,00	ks	25,62	21	512,37	620,00
Neviditelný obrubník, výška 80 mm	NO1003	100,00	ks	80,16	21	8 016,08	9 700,00
Hřeb plastový	NO1004	200,00	ks	4,13	21	826,40	1 000,00
Algae away 1000 g	HK003	1,00	ks	2 595,72	21	2 595,72	3 141,00
Algae away 1kg - NÁKUP		(1,00)	(kg)				

Vytiskl (a): 25.10.2013

Zpracováno systémem Money 53
www.money.cz

Strana 1

Vystavená nabídka

Označení dodávky	Katalogové označení	Počet M.J.	M.J.	Cena za M.J.	DPH %	bez DPH	s DPH
Bakterien startar Bacto-Gel 5000ml	4902361	2,00	ks	1048,70	21	2 097,40	2 538,00

Sleva %	0,00		Základ	Výše DPH	Včetně DPH	
		Nulová sazba DPH	0,00	0,00	0,00	
		Snížená sazba DPH %	15	9 565,60	1 434,40	11 000,00
		Základní sazba DPH %	21	729 482,67	153 238,33	882 721,00
		Celkem		739 048,27	154 672,73	893 721,00

Cena celkem s DPH:

893 721,00 Kč

Registrace:

Firma zapsána v obchodním rejstříku, vedeného Krajským soudem v Ostravě oddíl C, vložka 52528.

Při nedodržení stanovené doby splatnosti faktury bude účtován úrok

razítko, podpis

11. Abstrakt

Cílem bakalářské práce bylo posoudit efektivní využití technologií RAS k čištění a úpravě vody pro okrasné nádrže. Byly porovnány prvotní náklady na budování nádrže, náklady na provoz a nákup ryb. Do výsledků byla zahrnuta měření, která byla provedena na soukromém objektu autora práce s chovem okrasných kaprů Koi (*Cyprinus carpio*). U chovné nádrže filtraci tvořil vortex, komora s kartáči a komora s biobloky a bioakvacitem. K získání údajů byly použity orientační a 24 hodinová měření vybraných veličin. Z výsledků vyplývá, že filtrační systém byl účinný, ale měl nedostatečnou kapacitu. Průhlednost vody a eliminace zeleného zákalu byla řešena zapojením UV lampy do filtračního systému, k tlumení vláknité řasy byly úspěšně použity komerčně dostupné přípravky.

Součástí práce je i stručný přehled okrasných druhů ryb našeho pásma, šlechtěných druhů a akvariálních druhů ryb, které je možné chovat v zahradním rybníčku. Nechybí ani zmínka o nejběžnějších nemocech, původcích, příznacích a způsobu léčení.

Celkově se na sledovaném systému zahradní okrasné nádrže potvrdilo, že kvalita vody je závislá na správné volbě a dimenzování filtračního systému a že současné technologie recirkulačních akvakulturních systémů lze úspěšně a efektivně využít při budování a provozování nádrží s chovem okrasných druhů ryb.

12. Abstract

The aim of this thesis was to evaluate the efficiency of the technology RAS for water cleaning and conditioning for ornamental tanks. Initial costs for building the tank, operational costs and costs of purchasing fish were compared. Results include measurements that have been carried out on private property of the author, who breeds ornamental koi carp (*Cyprinus carpio*). The filtration of breeding tank was formed by vortex, by chamber with brushes, chamber with bioblocks and bioaquacitem. Tentative and 24 hours measurements of selected variables were used for data obtaining. The results indicate that the filter system is effective, but it had insufficient capacity. Transparency of water and elimination of glaucoma was solid by involving of UV lamp into the system of filtration. Available commercial resources were successfully used for controlling of filamentous algae. This thesis also includes a brief overview of ornamental fish species of our region, Moreover we mentioned the most common diseases, causative agents, symptoms and treatments.

Overall, monitoring of the system of the garden's ornamental tank confirmed that water quality is dependent on the right choice and dimensioning of the filtration system and that current technology of recirculating of aquaculture systems can be successfully and effectively used within the construction and operation of tanks used for breeding of ornamental fish species.