

## RECIRKULAČNÍ SYSTÉM „DÁNSKÉHO TYPU“ PRO INTENZIVNÍ CHOV LOSOSOVITÝCH RYB

### THE RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM OF DANISH TYPE FOR INTENSIVE FARMING OF SALMONIDS

J. MAREŠ, Š. LANG, P. ŘEZNÍČKOVÁ, R. KOPP

Mendelova univerzita v Brně, Oddělení rybářství a hydrobiologie, Zemědělská 1, 613 00 Brno, mares@mendelu.cz

#### Abstract

*Danish type recirculation systems use large amounts of air blown in to various parts of the system to move the water, rise oxygen saturation and degass CO<sub>2</sub> from the water. They are horizontal partial recirculation systems (semi-closed systems) enabling repeated use of water. They use quick circulation of water corresponding to the exchange at the level of 5 to 10 times per hour in breeding raceways. This system generally uses the horizontal recirculation with low levels of height difference in the individual sections. It is based on minimal need of water exchange. Currently there are three systems built CR, one of them is currently radically upgraded. There is many different variants and constructions of airlifts used in such systems.*

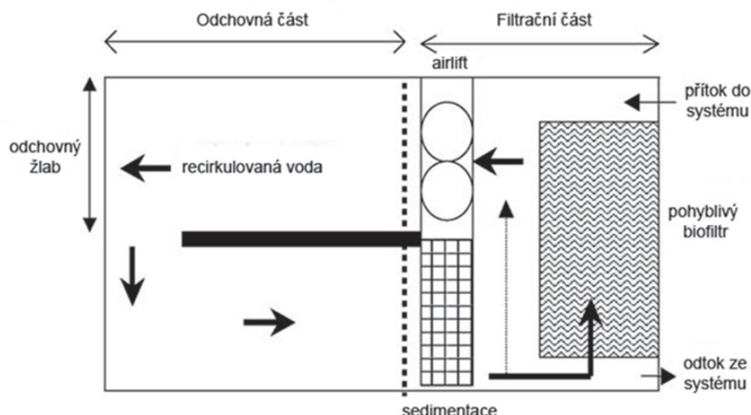
**Klíčová slova:** pstruh duhový, siven americký, biofiltr, akvakultura, airlift

**Keywords:** rainbow trout, brook trout, biofilter, aquaculture, airlift

Celosvětová produkce ryb v akvakulturních systémech tvoří v současnosti přibližně třetinu zdrojů ryb. Vedle různých technologií využívajících rybníční podmínky se zvyšuje podíl ryb produkovaných v intenzivních chovech a technických akvakulturách. Mezi takové patří recirkulační systémy, využívané již několik desítek let. Nezávislost na celoročním zdroji kvalitní vody, optimalizace podmínek, minimalizace dopadu intenzivního chovu na životní prostředí, snížení rizika přenosu nemocí a zrát způsobených predátory, to jsou jejich výhody. Investiční náročnost a požadavky kladené na úroveň personálu, spolu s často vysokou energetickou náročností, jsou naopak nevýhodou. To jsou nejčastěji uváděné informace (Blancheton, 2000).

Jedním z typů recirkulačních systémů je RAS pro chov lososovitých ryb vyvinutý v Dánsku (obr. 1). Jeho vývoj vycházel z legislativního omezení množství využívané vody a postihujícího vypouštění vody odpadní a z potřeby kvalitní vody pro chov ryb (Jokumsen a Svendsen, 2010). V současnosti jsou dánské farmy omezeny množstvím krmiva, které mohou ročně využít, a to podle množství odpadní vody vypouštěné do recipientu. Principem těchto horizontálních recirkulačních systémů jsou airlifty, prostřednictvím nichž je vháněno do vody velké množství vzduchu, zajišťující pohyb vody, výměnu plynů a pohyb elementů v plovoucí části biofitru (Mozes a kol., 2002; Lareau a kol., 2004). Dmychadly hnaný vzduch je potrubím rozváděn do několika typů airliftů rozmístěných v recirkulačním systému. Základem pohybu vody je hluboký airlift, umístěný v hloubce do 2,5 metrů, zajišťující pohyb vody v systému, tedy od biofiltru do chovných nádrží a zpět do filtru. Pohyb vody v chovných žlabech zajišťuje nízkotlaký airlift, umístěný ve žlabu naproti přítoku. Ten způsobuje cirkulaci vody v chovných žlabech odpovídající výměně vody ve žlabu 5–10krát za hodinu. Další perforované potrubí přivádí vzduch do plovoucího biofitru. Ze sekce plovoucího biofitru přechází vody do jednotlivých paralelně řazených sekcí (bazénů) s ponořeným biofitrem. Za ponořeným biofitrem umístěný rošt zajišťuje odplynění vody po průchodu filtrací. Vzduch vháněný do potrubí s většími otvory v ponořené části biofiltru zajišťuje podle potřeby jeho čištění.

Obecně patří tento systém do tzv. horizontálních recirkulačních systémů, charakterizovaných nízkým výškovým rozdílem hladiny v jednotlivých sekcích systému. Je založen na minimální potřebě přitékající čerstvé vody. Tu je nutno do systému dodávat pouze pro vyrovnání ztrát odparem a čištěním. Předpokladem fungujícího systému je dostatečný objem a kapacita bioftru, vhodná péče o bioftr a odkalování jednotlivých žlabů. Obecně platí, že pokud správně funguje bioftr, nejsou v těchto systémech problémy s produkcí a zdravotním stavem ryb (Kouřil a kol., 2008).



**Obr. 1.** Schéma jedné z možných variant technického řešení recirkulačního systému dánskému typu (převzato a upraveno z d'Orbcastel a kol., 2009; Vitek a kol., 2011).

**Fig. 1.** Scheme of one possible variant of technical solution of recirculation system – Danish type (taken and modified from d'Orbcastel et al., 2009; Vitek et al., 2011).

V občasnosti jsou v České republice v provozu tři recirkulační systému dánskému typu, a to Pstruhařství Mlýny firmy Josef Bláhovec ve Vacově (Vacov-Žár, u obce Stachy), systém v Pravíkově (nedaleko Kamenice nad Lipou) firmy BioFish s.r.o. a nejnovější ve Žďaru nad Sázavou (Kinský Žďár a.s.). Nicméně nízkotlaké difuzéry v chovných nádržích využívá celá řada dalších farem.



**Obr. 2.** Recirkulační systém Pstruhařství Mlýny (Žár, původní vzhled systému) a RAS v Pravíkově (foto: J. Mareš).

**Fig. 2.** RAS in Pstruhařství Mlýny (Žár, original appearance of the system) and RAS in Pravíkov. (photo: J. Mareš).

Pstruhařství Mlýny (obr. 2) se nachází na místě původního mlýna, na kterém hospodaří rodina Bláhovců již od roku 1850. Okolo roku 1935 se zde začala plánovat realizace pstruží líhně a odchovu pstruhů v zemních rybnících. Do začátku 2. světové války se ale stihla realizovat pouze líheň, která byla v provozu od r. 1938 do konce 70. let. Inkuboval se zde zejména pstruh potoční (*Salmo trutta* m. *fario*), ale i siven americký (*Salvelinus fontinalis*) a lipan podhorní (*Thymallus thymallus*). Současné Pstruhařství Mlýny bylo založeno r. 1999. V roce 2002 byl vystavěn nový průtočný náhon s max. produkcí 11 tun ryb ročně. Od r. 2005 si firma sama zpracovává ryby ve vlastní certifikované zpracovně ryb. V r. 2006 se začala výstavba recirkulačního systému dánského typu, který v letech 2007–2008 postupně nabíhal do provozu. Od r. 2008 si Pstruhařství Mlýny začíná odchovávat vlastní nasadový materiál v pstruží líhni. Kompletní výstavba a úpravy recirkulační líhně byly ukončeny v r. 2012. Během r. 2009 bylo pstruhařství dvakrát zasaženo téměř likvidačními povodněmi. V r. 2013 bylo provedeno zastřešení recirkulačního systému dánského typu. Farma je lokalizována v nadmořské výšce přibližně 650 m.

Recirkulační systém v Žáru byl projektován na roční produkci přibližně 100 tun pstruha duhového, s jednorázovou kapacitou 40 tun (Buřič a Kouřil, 2011). Celkový objem systému byl přibližně 1000 m<sup>3</sup> vody. Objem chovných žlabů (v počtu 10) a rozvodných žlabů tvoří přibližně 50 % objemu. Zbytek připadá na biofiltr. Produkční objem žlabů je 360 m<sup>3</sup>. Do systému byl třemi dmychadly na různá místa vháněn vzduch. Pohyb vody zajišťovalo nejvýkonnější dmychadlo s výkonem 11 kW, které vhání vzduch do hlubokého airliftu, umístěného v hloubce přibližně 3 m. Tím vzniká převýšení hladiny o přibližně 10 cm, dostatečné pro pohyb vody v celém systému. Celkový průtok systémem je přibližně 300 l.s<sup>-1</sup>. Lze tak počítat s přítokem do chovných žlabů na úrovni 30 l.s<sup>-1</sup>. Přítok do nádrží je jednoduše regulován velikostí vtokového okna, prostřednictvím pohyblivých plastových hradítek. Uvedený přítok zajistí výměnu vody ve žlabu přibližně 3krát za hodinu. Další dmychadlo (5,5 kW) dodává vzduch do plovoucí sekce biofiltru. Tím je zajištěn pohyb jednotlivých elementů i saturace biofiltru kyslíkem. S jeho pomocí je prováděno čištění jednotlivých komor ponořeného biofiltru. Třetí dmychadlo je určeno pro dodávku vzduchu do odplyňovacího roštu, navazujícího na ponořený biofiltr, a do jednotlivých airliftů umístěných v chovných žlabech. Ty zajišťují odplynění vody, dotaci vody kyslíkem a cirkulaci vody ve žlabu.

Zdrojem vody pro systém v Žáru je drenáž, resp. drenážní jímka umístěná pod objektem RAS, zachycující průsak vody z přibližně 3 m vzdáleného řečiště říčky Spůlky. Drenáž zajišťuje přítok přibližně 3 l.s<sup>-1</sup>. Toto množství pokrývá ztráty vody při čištění biofiltru, odkalování nádrží a odparem. V současné době produkční recirkulaci doplňuje líheň s odchovným systémem využívající rovněž recirkulaci vod. V současnosti je celý systém rekonstruován. RAS v hale je v současnosti tvořen kruhovými plastovými nádržemi pro chov ryb a nádržemi tvořícími biofiltr. Z původního systému zůstaly zachovány jen betonové nádrže, které budou sloužit k umístění plastových nádrží. Celý systém bude doplněn bubnovými mechanickými filtry a kompletně rekonstruován tak, aby eliminoval možnost výskytu parazitů.

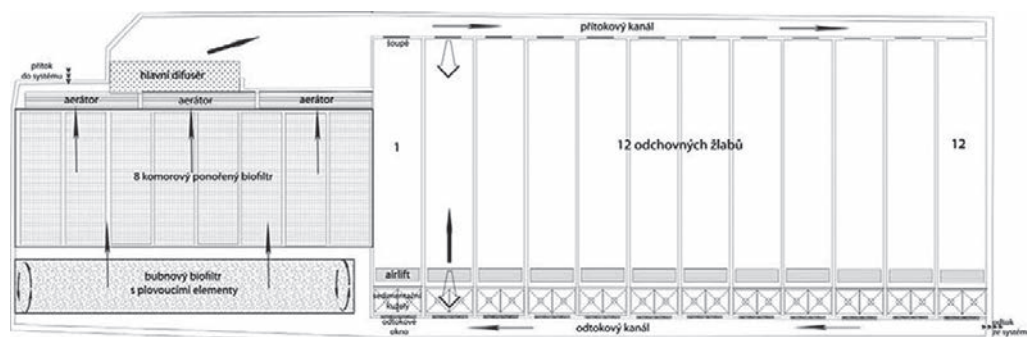
Chovné zařízení v Pravíkově, patřící firmě BioFish s.r.o., je lokalizováno nedaleko Pelhřimova na Českomoravské vrchovině v nadmořské výšce 600 m n. m. (obr. 2 a 3). Vlastní objekt recirkulačního systému je téměř identický se systémem vybudovaným v Žáru. Určen je pro produkci lososovitých ryb do tržní (tabulové) velikosti (pstruh duhový, siven americký). Schéma systému je uvedeno v dalších příspěvcích.

Objekt je vybudován na základě projektu s využitím prvků dánské technologie a s použitím rovněž 3 nízkotlakých difuzérů, zajišťujících pohyb vody v systému, dotaci vody kyslíkem a pohyb plovoucí náplně v biologickém filtru. Doplnkově jej jejich výkon využít pro odkalování pevné části biofiltru a výlov ryb z chovných žlabů. Celý systém má objem přibližně 1 000 m<sup>3</sup> a funguje na principu opakovaného využití vody s kontinuálním přítokem do systému (částečná

recirkulace). V závislosti na množství připouštěné vody je možná výměny 1x za 36 h. Chovná část je tvořena 12 paralelně řazenými žlaby o délce 11 m a šířce 2 m. Výška vodního sloupce je 1,6 m. Každý žlab má objem přibližně 35 m<sup>3</sup>. Každý žlab je vybaven vlastním difuzérem a dvojicí sedimentačních kuželů. Ty jsou oddělené od chovaných ryb mříží. Každý difuzér je vybaven regulačním ventilem, umožňujícím upravit množství přiváděného vzduchu. Žlaby jsou vybaveny otvorem pro slovování. Zahrazením odtokového okna a otevřením uvedeného otvoru je možné celou obsádku žlabu vypustit přímo na třídičku nebo do přepravní bedny. Další část, přibližně jednu polovinu objemu RAS, tvoří biofiltr. Ten je tvořen sekcí s plovoucí náplní, na kterou navazuje část s náplní ponořenou (8 komor). Čerpání vody z filtru a její rozvod do jednotlivých chovných žlabů je zajištěn hlubokým airliftem, umístěným v hloubce přibližně 2,5 m. Umístění v této hloubce však způsobuje přesycení vody dusíkem (N<sub>2</sub>).

Výměna vody v jednotlivých chovných nádržích je regulována velikostí nápuštného otvoru. Proud vody v těchto nádržích je tvořen jednak proudem přitékající vody a dále výkonem roštu z perforovaného potrubí (nizkotlakého airliftu) umístěného na opačné straně žlabu (tedy proti přítoku), do kterého je přiváděn vzduch z jednoho z difuzérů. Přívod vzduchu je regulován a vytváří protiproud. Umístění roštu s přívodem vzduchu nade dnem nádrže způsobuje efekt vzduchové pumpy, kdy proud vody je směřován pomocí pevné desky umístěné za roštěm. Proud vody protékající žlabem těsně nade dnem odplavuje sedimenty, které se usazují v sedimentačních kuželech na konci chovných nádrží za vzduchovacím roštěm (obr. 4).

Zdrojem vody pro uvedený chovný systém je alternativně podzemní voda z vrtu nebo potok přitékající ze zalesněného okolí. Zdroje vody mají diferencovanou hydrochemickou charakteristiku. Nejvýznamnější rozdíl je v jejich vydatnosti, teplotě a tvrdosti.

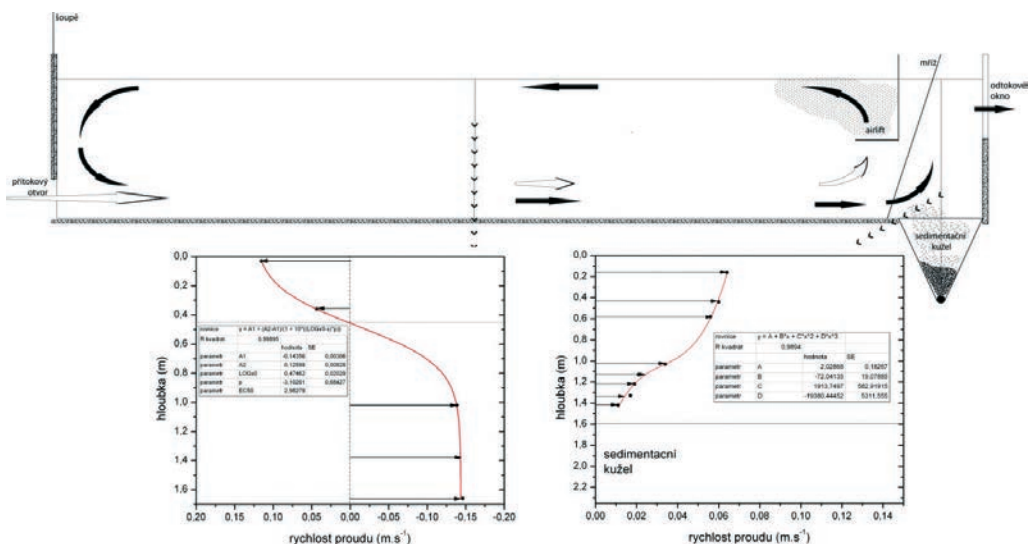


**Obr. 3.** Schéma konkrétního řešení recirkulačního systému dánskému typu na rybí farmě v Pravíkově (Vítek a kol., 2011).

**Fig. 3.** Scheme of a specific solution of recirculation system (Danish type) in fish farm in Pravíkov (Vítek et al., 2011).

Systém byl vybudován a uveden do provozu v polovině roku 2009. Po optimalizaci jednotlivých kroků technologického cyklu a zaběhnutí systému se produkce tržních ryb v celém chovném systému očekává na úrovni 30–50 tun ročně. Maximální produkce by podle projektu mohla dosáhnout při optimálních podmínkách až 100–120 tun tržních ryb ročně.

Recirkulační systém ve Žďáru nad Sázavou je v areálu sádek, vychází ze systému popisovaného v Pravíkově, s mírnou úpravou v umístění difuzérů. Zdrojem vody jsou dva vrtu. Systém je doplněn nádržemi na slovování ryb. Do provozu byl uveden v roce 2013. V průběhu roku 2014 byl odladován jeho provoz včetně nově využívané metody zkrácení náběhu biofiltru s využitím bioaugmentace a cílenou výživou biofiltru před nasazením chovaných ryb.



**Obr. 4.** Schéma pohybu vody a rychlosti proudu v chovném žlabu (Vítek a kol., 2011).

**Fig. 4.** Movement pattern and velocity of water flow in the breeding chute (Vitek et al., 2011).

Jiným systémem je využití recirkulace s dvěma průtočnými souběžnými kanály (raceways). Na konci kanálů je za sedimentačními kužely či žlaby (případně mikrosítovými filtry) umístěn biofiltr, do kterého přichází vody z jednoho z kanálů a po průtoku a vyčištění je hnána do kanálu druhého. Každý z kanálů je rozdělen na několik sekcí, oddělených mřížemi, se sedimentačními kužely (žlaby) a navazujícím mělkým airliftem. Hloubka žlabů je 1–1,5 m (obr. 5 a 6). Jednodušší systém s jednou sekcí v každém žlabu je využíván pro produkci násadového materiálu (Dánsko, Hallundbaek). Obdobně je, bohužel zatím bez biofitru (jeho konstrukce a efekt je v současnosti testován), využíván pro produkci násadového materiálu na farmě v Pravíkově (obr. 7).



**Obr. 5.** Systém pro odchov násadového materiálu (vlevo) a produkčních kanálů (Hallundbaek, Dánsko) (foto: J. Mareš).

**Fig. 5.** System for rearing of stocking material (left) and production channels (Hallundbaek, Denmark) (photo: J. Mareš).



**Obr. 6.** Airlift a biologický filtr uvedeného systému (Hallundbaek, Dánsko) (foto: J. Mareš).

**Fig. 6.** Airlift and biological filter of abovementioned system (Hallundbaek, Denmark) (photo: J. Mareš).



**Obr. 7.** Systém pro produkci násadového materiálu (Pravíkov) (foto: J. Mareš).

**Fig. 7.** System for the production of stocking material (Pravíkov) (photo: J. Mareš).

Další možností je využití tohoto principu v kruhových nádržích o hloubce několika metrů, kdy ve středu nádrže je umístěn airlift, vytvářející proud vody (obr. 8). Čištění je realizováno v biofiltru společném pro několik těchto nádrží s předsazeným mikrosítovým filtrem.



**Obr. 8.** Kruhové nádrže využívající airliftu (Dánsko) (foto: J. Mareš).

**Fig. 8.** Circular tanks using airlift (Denmark) (photo: J. Mareš).

Prvky z recirkulačního systému dánského typu, tedy nízkotlaký airlift, případně v kombinaci se sedimentačními kužely, jsou využívány v řadě farem při modernizaci jejich technologií. Standardně je využíván nízkotlaký airlift se stěnou vybudovanou z různých materiálů. Toto

vylepšení nevyžaduje stavební úpravy chovných nádrží a zvyšují násobně jejich produkční kapacitu. Lze se s nimi setkat v běžných nádržích či betonových žlabech (např. Velká Losenice či Pravíkov, obr. 9). Airlift je zpravidla umístěn naproti přítoku před výpustní zařízení. Efekt je vytvoření protiproudu, zlepšení pohybu vody v celém prostoru nádrže a obsahu plynů ve vodě. Jinou kombinaci využívá např. Pstruhařství Skalní Mlýn, kde jsou využity v chovných žlabech podélné difuzéry. Část produkčních žlabů je napojena recirkulační systém se sedimentačními kužely a hlubokým airliftem. Ten je využíván zejména v období při nedostatku vody.



**Obr. 9.** Vložený airlift se stěnou v běžných nádržích (Velká Losenice) (foto: J. Mareš).

**Fig. 9.** Airlift added to the wall in the normal tanks (Velká Losenice) (photo: J. Mareš).

Náročnější úprava je rozdělení obdélníkové nádrže přepážkou na dvě části, když vložený airlift vytvoří „kruhový“ pohyb vody kolem přepážky (obr. 10). Ta je v jednom místě přerušena česlovou stěnou, za kterou jsou umístěny sedimentační kužely. V tomto případě není součástí biofitr (např. Dánsko, Pravíkov). Obdobný efekt má propojení dvou kanálů vybudovaných vedle sebe. Přídavný airlift (obr. 11) je možné umístit i podélně do odchovného kanálu (Dánsko). Takový systém využívá i zmíněné Pstruhařství Skalní mlýn.



**Obr. 10.** Nádrže s dělicí stěnou a sedimentačními kužely (Dánsko 1–3, Pravíkov vpravo dole) (foto: J. Mareš).

**Fig. 10.** Tanks with a dividing wall and sedimentation cones (Denmark 1–3, Pravíkov bottom right) (photo: J. Mareš).



**Obr. 11.** Umístění podélných airliftů do nádrží (Dánsko) (foto: J. Mareš).

**Fig. 11.** Airlift longitudinal placement into tanks (Denmark) (photo: J. Mareš).

S využitím popsané principu se můžeme setkat i pro odchovu ryb v plastových nádržích různé velikosti (např. Vackův chov pstruhů Nedošín, obr. 12).



**Obr. 12.** Využití airliftu v plastových kruhových nádržích pro odchov mladých kategorií ryb (foto: J. Mareš).

**Fig. 12.** Use of airlift in plastic circular tanks for rearing young fish categories. (photo: J. Mareš).

Recirkulační systém dánského typu, resp. některé z jeho prvků jsou využívány v řadě rybochovných systémů v ČR. S ohledem na rozdíl v klimatických podmínkách Dánska a České republiky je nezbytné upravit jeho využití a podmínky provozu. Jedná se zejména o teplotní rozpětí v průběhu roku, kdy maximální a minimální teploty ovlivňují intenzitu metabolismu ryb a výkon biofiltru. Dalším prvkem je efektivnost využití hluboké airliftu k dosažení pohybu vody, resp. riziko přesycení vody plyny. Z pohledu konstrukce systému a použitého materiálu je zapotřebí zohlednit úspěšnost preventivních a léčebných zásahů. Jedná se zejména o eliminaci míst, kde dochází k usazování sedimentů, které mohou být zdrojem patogenů. Recirkulační systém dánského typu je jednou z alternativ budování recirkulačních systémů v našich podmínkách. Samostatně lze využít systém airliftů pro dosažení pohybu vody, její odplynění a saturace kyslíkem v různě modifikovaných úpravách.

## PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl za finanční podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum, projektu QJ1210013 „Technologie chovu sladkovodních ryb s využitím recirkulačních systémů dánského typu se zaměřením na metody efektivního řízení prostředí a veterinární péče.

## LITERATURA

- Blancheton, J.P., 2000. Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species. *Aquacultural Engineering*, 22: 17–31.
- Buřič, M., Kouřil, J., 2011. Technologie chovu ryb v recirkulačním systému dánského typu v podmínkách ČR. *Edice Metodik (technologická řada) č. 115*, FROV JU, Vodňany, 42 s.
- D'orbcastel, E.R., Blancheton, J.P., Belaud, A., 2009. Water quality and rainbow trout performance in a Danish Model Farm recirculating system: Comparison with a flow through system. *Aquacultural Engineering*, 40: 135–143.
- Jokumsen, A., Svendsen, L.M., 2010. Farming of freshwater rainbow trout in Denmark. DTU Aqua Report no. 219–2010, 47 pp.
- Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. *Edice Metodik (technologická řada) č. 87*, VÚRH JU, Vodňany, 40 s.
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. Vyd. 1. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 141 s.

- Lareau, S., Champagne, R., Gilbert, E., Vandenberg, G., 2004. Rapport sur les missions d'évaluation de la technologie danoise pour l'élevage en eau douce des salmonidés. In: Société de Recherche et de Développement en Aquaculture Continentale (SORDAC), Québec, Kanada.
- Mozes, N., Eshchar, M., Conijeski, D., Fediuk, M., Ashkenazy, A., Milanez, F., 2002. Marine water recirculating systems in Israel-performance, production cost analysis and rationale for desert conditions. In: Rakestraw, T., Douglas, L., Flick, G. (Eds.), Proceeding of the Fourth International Conference on Recirculating Aquaculture, Roanoke, VA, USA, July 18–21, 2002, pp. 404–413.
- Summerfelt, S.T., Davidson, J.W., Waldrop, T.B., Tsukuda, S.M., Bebak-Williams, J. 2004. A partial-reuse system for coldwater aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 31: 157–181.
- Vítek, T., Kopp, R., Lang, Š., Brabec, T., Mareš, J., 2011. Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízeních pro intenzivní chov ryb dánského typu. Certifikovaná metodika R01/15VD46246/2011-16230, Mendelova univerzita v Brně, Brno, 20 s.