



# Využití pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) pro účely ekotoxikologického monitoringu kvality vody

*T. Randák, V. Žlábek, J. Turek, J. Velíšek, J. Kolářová*



evropský  
sociální  
fond v ČR







# **Využití pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) pro účely ekotoxikologického monitoringu kvality vody**

---

*T. Randák, V. Žlábek, J. Turek, J. Velíšek, J. Kolářová*

**VYDÁNÍ PUBLIKACE BYLO USKUTEČNĚNO  
ZA FINANČNÍ PODPORY PROJEKTU:**

***Inovace prezenčního studia bakalářského studijního oboru Rybářství***

*(CZ.1.07/2.2.00/15.0076)*



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**OBSAHOVÁ ČÁST PUBLIKACE BYLA ZPRACOVÁNA  
ZA FINANČNÍ PODPORY NÁSLEDUJÍCÍCH PROJEKTŮ:**

***Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz – CENAKVA***

*(CZ.1.05/2.1.00/01.0024)*

***Chovatelské a environmentální aspekty akvakultury a hydrocenóz***

*(GA JU 047/2010/Z)*

***Vývoj nových metod chovu vybraných perspektivních akvakulturních druhů s využitím netradičních  
technologií***

*(QH71305)*

***Antropogenní tlaky na stav půd, vodní zdroje a vodní ekosystémy v české části mezinárodního povodí***

***Labe***

*(SP/2e7/229/07)*



ISBN 978-80-87437-26-1

## **OBSAH**

<b>1. CÍL METODIKY</b>	<b>6</b>
<b>2. VLASTNÍ POPIS METODIKY</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Úvod</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Technické řešení a obsluha biomonitorovací jednotky</b>	<b>6</b>
2.2.1. Umístění biomonitorovací jednotky	6
2.2.2. Technické řešení biomonitorovací jednotky	7
2.2.3. Provoz a obsluha monitorovací jednotky	10
<b>3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“</b>	<b>20</b>
<b>4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY</b>	<b>21</b>
<b>5. EKONOMICKÉ ASPEKTY</b>	<b>21</b>
<b>6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY</b>	<b>22</b>
<b>7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE</b>	<b>22</b>

## 1. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout potenciálním uživatelům biomonitorovacích zařízení využívajících pstruha duhového jako bioindikátor informace o technickém řešení a instalaci biomonitorovacích jednotek, o technologii chovu pstruhů duhových v tomto systému, bioindikačních aplikacích a o možnostech kontroly těchto systémů. Zároveň je popsán návod pro obsluhu systému, jak postupovat v případě havarijní situace.

## 2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

### 2.1. ÚVOD

Z důvodu ochrany obyvatelstva je žádoucí co nejefektivněji a v co nejkratší době zachytit případnou a zejména náhlou kontaminaci zdrojů pitné vody ohrožující lidské zdraví (např. teroristický útok provedený aplikací toxických látek do vody). Úpravní pitné vody musí být včas varovány před možností průniku toxických látek do spotřebitelské sítě. Neefektivnější způsob indikace takového typu znečištění představuje kontinuální monitoring kvality vody pomocí živých organismů. Pro účely tohoto typu biomonitoringu jsou nejčastěji využívány ryby (Bluebaum-Gronau, 1994). Jedním z nejvíce používaných bioindikátorů je zástupce lososovitých ryb pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*). Lososovité ryby mají schopnost citlivě reagovat na změnu podmínek vodního prostředí a jejich úhyn je nejvýznamnějším ukazatelem havarijního znečištění povrchových vod. Bývá obvykle signalizován nezvyklým nebo nepřírozeným chováním ryb. To může v dostatečném časovém předstihu aktuálně informovat o přítomnosti závadných látek ve vodě (Svobodová a kol., 1995). Pstruh duhový se využívá jak k indikaci okamžité toxicity, tak k monitorování dlouhodobého znečištění vody (Poels a kol., 1980; Svobodová a kol., 1995; Schubert, 1997; Randák a Pokorný, 2001; Kolářová a kol., 2003; Randák a kol., 2003). Pstruh duhový je řazen mezi testovací organismy pro testy toxicity podle mezinárodních norem OECD.

Úspěšnost tohoto typu biomonitoringu je především závislá na zvládnutí technologie odchovu pstruha duhového např. v podmínkách úpraven pitné vody, systému kontroly a dodržování harmonogramu prováděných analýz.

### 2.2. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ A OBSLUHA BIOMONITOROVACÍ JEDNOTKY

#### 2.2.1. Umístění biomonitorovací jednotky

Biomonitorovací systémy jsou nejčastěji instalovány do provozů úpraven pitné vody.

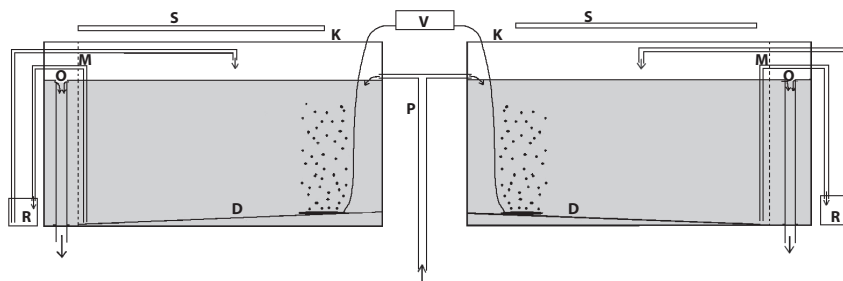
Umísťujú sa obvykle pred technológiu finálnu úpravu vody, tzn. pred technologickú časť, ve ktorej dochádza k jejím finálnému ošetrovaniu, napr. ke chlorácii. Tyto systémy môžu byť umísťované také v jiných typech provozů využívajících v rámci svých aktivit významné objemy surové pitné vody (napr. pivovary, vodojemy atp.). Voda, jejíž kvalita je kontrolována pomocí indikátorových organismů nesmí být chemicky ošetrována. Nejčastěji používané chemické sloučeniny k finálnému ošetrovaniu vody jsou vyrobeny na bázi chlórů. Aktivní chlór je pro ryby látka velmi silně toxická. Jeho toxicita pro ryby se zvyšuje se vzrůstající teplotou. K poškození ryb může dojít již při koncentracích 0,05–0,3 mg.l<sup>-1</sup> aktivního chlórů (Svobodová a kol., 1987).

Nejvýhodnější prostor pro umístění takovéto jednotky je v objektu se stálou přítomností lidské obsluhy. Tato situace je ideální z hlediska kontroly chování ryb a funkčnosti systému. Pokud je jednotka umístěna v místech, kde není obsluha neustále přítomna, musí být systém doplněn o technologii umožňující kontinuální sledování i v těchto podmínkách. Systém by měl být umístěn v objektu s pokud možno stabilními světelnými a teplotními podmínkami. Nevhodné je umístění na přímém slunci, v teplotách pod bodem mrazu či v provezech, ve kterých dochází k silným vibracím a jejich možnému přenosu do nádrží.

### 2.2.2. Technické řešení biomonitorovací jednotky

---

Příklad technického řešení biomonitorovací jednotky je schematicky znázorněn na obr. 1. Na obr. 2 je fotografie již instalované jednotky. Každá monitorovací jednotka je tvořena dvěma stejnými **nádržemi** s obdélníkovým půdorysem. Rozměry jednotlivých nádrží mohou být napr. 700 mm výška, 400 mm šířka a 1 000 mm délka. Celkový objem takovéto nádrže je 280 l. Provozní objem vody v nádrži se obvykle pohybuje na úrovni 220–240 l, přičemž objem 240 l odpovídá hloubce vody v nádrži 600 mm. Každá nádrž má **samostatný přítok** vody s možností regulace až do 30 l.min<sup>-1</sup>. Je zapotřebí, aby přítok vody mohl být regulován podle velikosti a hmotnosti obsádky a v závislosti na teplotě vody a obsahu kyslíku na odtoku, který by nikdy neměl dlouhodobě klesnout pod 6 mg.l<sup>-1</sup>. Přítok je obvykle přiveden těsně nad hladinu vody v nádrži. Obecně by systém měl být optimálně nastaven tak, aby se objem vody v nádrži vyměnil v průběhu 10–30 minut.



**Obr. 1.** Schematické znázornění technického řešení biomonitorovací jednotky.

V – vzduchovací motůrek (kompresor); S – světlo (2 x 15 W); K – kryt nádrže (s odnímatelnou částí pro krmení); P – přítok vody; O – odtoková trubka (odnímatelná, pro odkalování); D – dno nádrže (vyspádované směrem k odtoku); R – recirkulace (filtr + čerpadlo); M – mřížka oddělující prostor odtoku



**Obr. 2.** Fotografie instalované biomonitorovací jednotky.

Nádrže jsou z důvodu snadné kontroly chování ryb vyrobeny z průhledného skla a jsou rozmístěny tak, aby bylo možné bez problémů kontrolovat chování ryb v nádržích a provádět činnosti spojené s provozem jednotky. Dno nádrže je pomocí vlepěné skleněné desky vyspádováno směrem k výpusti. Před vlastní výpustí je instalována **mřížka** z perforovaného nerezového plechu, která zabraňuje úniku ryb výpustí, nicméně umožňuje odtok vody a kalu z nádrže. Otvory v mřížce jsou obvykle štěrbinového tvaru o maximální šířce 5 mm. Mřížka je obvykle zasunuta ve svislých drážkách nalepených na vnitřní boční stěny nádrže.



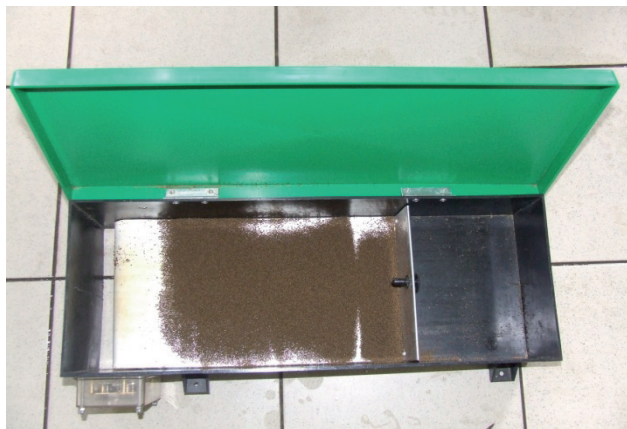
**Odtok** vody je řešen dnem nádrže s možností regulace výšky hladiny a s možností odtoku vrchní nebo spodní vody. Výšku hladiny určuje délka plastové trubky vsazené do otvoru ve dně nádrže. V průběhu testu je odtok z nádrže řešen jako horní, a to přepadem přes okraje odtokové trubky. Průměr odtokové trubky musí umožnit bezproblémový odtok vody i při maximálním nastavení přítoku, tzn. nesmí dojít k přelítí nádrže. Dolní odtok je využíván při odkalování nádrže, kdy se krátkodobě vytáhne odtoková trubka z otvoru ve dně a proud vody odplaví nahromaděné sedimenty. Při manipulacích s odtokovou trubkou je nutné vždy dbát na její pečlivé usazení do odtokového otvoru, aby nedošlo k jejímu vypadnutí a následnému úniku vody z nádrže. Do technologie je pro případ přerušení přívodu vody či jiných problémů souvisejících s potenciálním poklesem obsahu kyslíku v nádržích zakomponovaný systém **aerace**, popř. může být doplněn i recirkulační systém zahrnující čerpadlo a biofiltr. Aerační systém je obvykle tvořen vzduchovacím kompresorem, rozvody vzduchu a vzduchovacím kamínkem. Vzduch je možno zavést přímo do potrubí přivádějícího vodu do nádrže a současně také přímo do nádrže přes vzduchovací kamínek.

**Recirkulační systém** je vhodné instalovat na takových monitorovacích místech, na kterých se předpokládá několikadenní a delší odstávka přívodu vody. Měl by být řešen pro každou nádrž samostatně. Výkon čerpadla a biofiltru by měl umožnit výměnu vody v nádrži optimálně dvakrát za hodinu. Akvarijní biofiltr je obvykle umístěn mimo nádrž.

Nádrže musí být opatřeny **krytem** zabraňujícím vyskočení ryb, popř. i nevhodné manipulaci s rybami. Kryt může být např. tvořen 2 posuvnými plastovými deskami pohyblivými se v drážkách. Tento kryt může být opatřen zámkem. Úniku ryb zabrání i kryt tvořený rámem a rybářskou sítí s oky 10 x 10 mm.

Důležité je i neustálé **osvětlení** nádrží, které umožňuje kontinuální kontrolu chování ryb. Osvětlení je nejčastěji řešeno jako externí, tzn. jako osvětlení prostoru, kde je systém umístěn. Intenzita osvětlení musí umožňovat efektivní kontrolu nádrže, na druhou stranu by však nemělo být pro ryby stresující.

Alternativně může být systém doplněn o vhodné typy **automatických krmítek**, které umožňují kontinuální krmení obsádky. Vhodným typem jsou krmítka na hodinový strojek (obr. 3). Nicméně je doporučováno spíše ruční krmení, při kterém obsluha kontroluje chování ryb a jejich reakci na krmení.



**Obr. 3.** Krmítko na hodinový strojek vhodné pro použití u biomonitorovací jednotky.

Obsluha systému musí být schopná kdykoli zjistit teplotu vody a hladinu kyslíku v nádrži. Měření těchto parametrů je možné provádět automaticky. V tomto případě jsou v nádržích umístěny **sondy** monitorující koncentrace kyslíku ve vodě a její teplotu. Data z těchto sond jsou on-line přenášena na počítač obsluhy. Toto řešení je obvykle doplněno o alarmová hlášení kritických hodnot měřených parametrů. V případě, že nedochází v průběhu testu k náhlým a významným výkyvům výše uvedených parametrů, postačuje, aby obsluha měla k dispozici spolehlivý přenosný přístroj na měření kyslíku a teploty – např. **oximetr**.

Z dalších pomůcek by měla obsluha mít k dispozici váhy s váživostí do 5 kg a přesností  $\pm 1$  g k vážení ryb a krmiva, gumové rukavice, zástěru, hadici na odkalování, vědra, kartáče, gumovou škrabku na odstraňování biofilmu ze stěn nádrže, úklidové prostředky, dózy a odměrky na krmiva, základní pomůcky k vyšetřování ryb (lupa, nůžky, pinzeta, podnos, misky aj.), sáčky PVC na vzorky ryb a krmiva, termobox na případnou přepravu vzorků ryb.

### 2.2.3. Provoz a obsluha monitorovací jednotky

Pro každou monitorovací jednotku je nutno založit a důsledně vést **provozní deník**, do kterého jsou zaznamenávány všechny podstatné informace spojené s provozem této jednotky včetně každodenních záznamů o kontrole systému s podpisem konkrétní obsluhy. Do provozního deníku je nutno zaznamenávat i velikost obsádky v době nasazení a následně ztráty ryb v průběhu testu.

### 2.2.3.1. Nasazení testu

---

Jako bioindikátor je v případě této monitorovací jednotky nejčastěji využíván pstruh duhový. Ryby jsou nasazovány obvykle ve stádiu púlročka přibližně ve velikosti 7–10 cm (kusová hmotnost 5–15 g), a to v množství 50–60 kusů na jednu nádrž. Celková hmotnost obsádky jedné nádrže na počátku testu by měla být 0,5–1 kg. Ryby jsou pořízovány z prověřeného chovu. Ryby v testu musí být jednotného původu a dobrého zdravotního stavu. Ideální je nechat provést veterinární vyšetření 3–5 jedinců z testovací skupiny a poté případně realizovat doporučené preventivní opatření (např. léčebnou koupel). Ryby jsou z chovu transportovány v polyetylénových pytlích pod kyslíkovou atmosférou. Počet ryb v jednom pytli by již měl odpovídat obsádce jedné nádrže. Doba přepravy by měla být co nejkratší a v průběhu transportu nesmí být ryby vystaveny přímému slunci. Teplota vody v přepravních pytlích nesmí v průběhu transportu překročit 18 °C.

Před vysazením ryb jsou testovací nádrže co nejlépe mechanicky vyčištěny, následně dezinfikovány roztokem chloraminu a poté 24 h proplachovány testovanou vodou. V této době je také vyzkoušena funkčnost všech technologických prvků monitorovacího systému. Před nasazením ryb je také vhodné provést základní fyzikálně-chemický rozbor vody zahrnující stanovení teploty vody, obsahu kyslíku, amoniaku, pH, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>. Optimální a hraniční hodnoty těchto parametrů pro pstruha duhového jsou uvedeny v části 2.3.2.5.

Bezprostředně před vlastním vysazením ryb do nádrže, je nutno je adaptovat na teplotu vody. Toto je možné provést několika způsoby. Je možno vložit pytel s rybami přímo na hladinu nádrže a zde jej ponechat po dobu 10–15 minut. Poté pytel otevřít a postupně do něho přilívat vodu z testovací nádrže. Následně je možné ryby vypustit do nádrže. V případě, že se teplota okolního prostředí neliší od teploty vody v nádržích o více než 3 °C, je možno pytle s rybami ponechat mimo nádrže po dobu 10–20 minut. Poté je možno pytle otevřít a teploměrem ověřit, zda rozdíl teplot není vyšší než 3 °C. Následně je vhodné do pytle přilít vodu z nádrže a po několika minutách je možno ryby vysadit. Po vysazení ryb je nutno opět zkontrolovat funkčnost systému (zejména přítok a odtok vody, vzduchování), dále je nutné nádrže v horní části uzavřít (zakrýt), aby nedošlo k vyskočení ryb z nádrže. Přibližně jednu hodinu po vysazení ryb je doporučováno zkontrolovat obsah kyslíku ve vodě v odtokové části nádrží. O průběhu nasazení je nutno udělat zápis do provozního deníku, kde je nutno uvést i přesný počet ryb vysazených do jednotlivých nádrží.

### 2.2.3.2. Průběh testu

---

#### Krmení ryb

Krmení ryb je vhodné zahájit až následující den po jejich nasazení do nádrží. Mini-

málně po dobu několika dnů krmíme ručně, následně, pokud ryby ochotně přijímají předkládané krmivo, je možné instalovat automatická krmítka. Ruční krmení je však možné provádět během celého testu. Obsluha tak má přímou kontrolu nad tím, jak ryby přijímají krmivo. V případě ručního krmení by měla být denní dávka krmiva rozdělena do 2 aplikací v průběhu dne, při použití automatických krmítek tato dávka kontinuálně podána v průběhu několika hodin. Ryby jsou krmeny granulovanými krmivy od renomovaných výrobců (např. BioMar, Skretting), které jsou určeny pro pstruha duhového. Používaná krmiva nesmí mít prošlou garanční dobu, která je uvedena na etiketě umístěné na původním obalu krmiva. Krmivo je nutné skladovat v souladu s doporučením na etiketě, obvykle v temnu a v suchu. Velikost granulí podávaného krmiva by měla odpovídat velikosti ryb, tzn. být v souladu s doporučením jeho výrobce.

Velikost **denní krmné dávky** se řídí doporučením výrobce krmiva a je závislá na teplotě vody, obsahu kyslíku a velikosti ryb. V případě dostatku kyslíku ve vodě je možno při stanovení krmné dávky a optimální velikosti granulí orientačně postupovat dle tab. 1, popř. dle informací z katalogu výrobce daného krmiva.

**Tab. 1.** *Denní dávka krmiva v závislosti na velikosti ryb a teplotě vody (orientační hodnoty vycházející z krmných manuálů renomovaných výrobců krmných směsí pro pstruha duhového).*

Délka ryby	Živá hmotnost (ŽH)	Velikost granulí	Počet denních krmení	Denní dávka krmiva při teplotě vody	
				5–10 °C	11–8 °C
(cm)	(g)	(mm)		(% ŽH)	(% ŽH)
7–10	5–15	1,5	2–3	1–1,5	2
11–15	15–50	2,0	2	1	1,5
16–25	50–150	3,0	2	1	1,5
26–35	150–400	4,5	2	0,5–1	1

V případě poklesu obsahu kyslíku na odtoku z nádrže pod hodnotu  $6 \text{ mg.l}^{-1}$  se přerušuje aplikace krmiva až do doby jeho zvýšení nad uvedenou hranici. Krmení je nutno přerušit i v případě náhlého poklesu teploty vody o více než  $5 \text{ °C}$  a při pozorovatelném zhoršení kvality vody např. v důsledku silného zákalu. Krmení se opět zahajuje až po stabilizaci podmínek, a to zpočátku poloviční denní dávkou. Aplikace krmiva se také omezuje v případě malého zájmu ryb o předkládanou potravu.

Pro účely vzájemného porovnávání kvality jednotlivých zdrojů pitné vody je doporučováno na všech porovnávaných monitorovacích místech použít jednotného krmiva a ryb stejného původu. Nasazení ryb a odběry vzorků jsou v tomto případě prováděny na všech monitorovacích místech ve stejném časovém období. Z každé použité šarže krmiva by měl být archivován dobře označený vzorek (cca 200 g), uskladněn v chladničce a podle potřeby předán k analýzám.

## **Kontrola růstu a regulace obsádky**

Délka testu (tzn. doba od nasazení do ukončení testu) je nejčastěji 1 rok. Obvykle je test zahajován i ukončován na jaře (březen). V průběhu testu obsádka zvyšuje svou hmotnost, což může být příčinou zhoršení hygienických podmínek v nádrži, snížení koncentrace kyslíku ve vodě a také zdravotních problémů vznikajících v důsledku poškození ryb při jejich vzájemném napadání. Toto napadání je nejintenzivnější v době, kdy jedinci dosáhnou pohlavní dospělosti. V testu se jedná většinou o samce, kteří v optimálních teplotních podmínkách dospívají již ve druhém roce života, tedy mohou dosáhnout pohlavní zralosti již v průběhu testu. Minimálně každé 2 měsíce je nutno zjistit aktuální průměrnou velikost ryb a celkovou hmotnost obsádky nádrže. Je samozřejmě možné vylovit všechny ryby a zvážit je jednotlivě či skupinově. Nicméně postačuje, když obsluha z každé nádrže zváží alespoň 5 velikostně reprezentativních jedinců. Aby nedošlo k poškození ryb, vážíme ryby ve velikostně vhodné nádobě s vodou, která je předem zvážena či vytárována. Ryby je možno zvážit individuálně i skupinově. Následně vypočteme průměrnou hmotnost jedince v nádrži a vynásobením počtem kusů v nádrži (zjistíme z provozního deníku) i celkovou hmotnost obsádky nádrže. Na základě získaných údajů je následně pomocí tab. 1 nutno aktualizovat typ krmiva (velikost granulí) a denní krmnou dávku. V době, kdy se průměrná individuální hmotnost jedinců v nádrži pohybuje kolem 100 g, je doporučováno snížit počet ryb v nádrži na 20–30 kusů. Tento počet již je možno ponechat do konce testu. Výše uvedené informace je nutno opět zaznamenat do provozního deníku.

## **Zoohygienická opatření a zdravotní problematika**

Obsluha každodenně udržuje čistotu v nádržích, tzn. provádí především jejich odkalování. Tímto opatřením se odstraňuje sediment ze dna nádrží tvořený především výkaly ryb a zbytky krmiva. Odkalení se provede jednoduše vyjmutím odtokové trubky z otvoru ve dně. Jakmile zvýšený odtok vody odplaví nahromaděné sedimenty, odtoková roura se pečlivě usadí zpět na místo. Pokud dochází k zarůstání stěn nádrže, odstraňuje se tento biofilm pomocí gumové škrabky. Veškeré čistící a manipulační pomůcky (např. sítky na přelovování ryb) by měly být z důvodu prevence touto cestou přenosných onemocnění k dispozici pro každou nádrž samostatně.

Pravidelné každodenní sledování zdravotního stavu obsádky ryb v monitorovacích nádržích je součástí správné chovatelské péče. Zdravotní stav ryb lze sledovat v nádrži (provádí a zaznamenává obsluhující personál) nebo provést vyšetření po vylovení ryb z nádrže (provádí veterinární lékař, orientačně i obsluhující personál – zjišťování reflexů).

## **Ukazatele zdravotního stavu**

### **1) Chování ryb v nádrži**

Prvními známkami onemocnění jsou změny v přirozeném chování ryb v nádrži. Tyto

změny zaznamenává obsluhující personál do provozního deníku a přikládá jejich popis ke vzorku ryb určených na vyšetření zdravotního stavu odborníkem. Nemocné ryby nevytvářejí ucelená hejna, zdržují se jednotlivě nebo se naopak shromažďují u hladiny v místech s vodou bohatší na kyslík. Objevují se příznaky dušení (viz tab. 3). Ryby nepřijímají potravu ani za dostatku kyslíku a při optimální teplotě vody. Častým projevem onemocnění jsou poruchy pohybu (otáčení podél podélné osy, narážení do překážek, otírání se o stěnu nádrže).

## 2) Reflexy

Důležitým objektivním ukazatelem změny zdravotního stavu ryb jsou reflexy. Jejich ztráta je důležitým diagnostickým momentem.

- a) Únikový reflex: snaha uniknout před nebezpečím do úkrytu (např. při poklepání na stěnu nádrže); nemocné ryby ztrácejí plachost.
- b) Obranný reflex: ryby vylovené z vody se zmlátají, na podložce vyskakují a snaží se vrátit do vody; nemocné ryby jsou malátné.
- c) Ocasní reflex: ryby vylovené z vody a uchopené v poloze na boku za přední část trupu volně ve vzduchu mají snahu vyrovnat zadní část těla (zejména ocasem) vodorovnou polohu těla; u nemocné ryby visí zád' a ocasní ploutev ochable dolů.
- d) Oční reflex: u zdravé ryby zůstává pupila při otočení na bok v horizontální poloze (tzn. „oko se netočí s tělem“).

## 3) Kůže

Posuzuje se zbarvení, šupiny, množství hlenu, případně přítomnost pouhým okem viditelných patologických změn a parazitů, při ohledání ploutví se ujišťuje jejich tvar a celistvost (viz tab. 3).

## 4) Žábry

Zdravé žábry jsou jasně červené, mají pravidelný tvar a jsou pokryté slabou vrstvou průhledného hlenu. Patologicky změněné žábry mohou být světlé až skvrnitě, šedé, tmavě hnědé, tmavě červené (až fialové), třeshňově červené, s přítomností krvácenin, s nerovnými okraji apod. (viz tab. 3)

## 5) Oko

Zdravé oko mírně vystupuje, není zakalené. U nemocných ryb může být oko zapadlé (endoftalmus) nebo naopak vystouplé (exoftalmus).

## 6) Řítní otvor

Posouzení řítního otvoru a močopohlavní bradavky – u zdravých ryb jsou vtažené, nepřekrvené. Před výtěrem jsou u jikernaček více prokrvené a vystupují nad povrch.

U nemocných ryb bývá řiť vyhřezlá, zduřelá, překrvená.

### Fyzikálně-chemické parametry vody

Pro zdraví a prosperitu ryb jsou zásadní fyzikálně-chemické ukazatele kvality vody v odchovné nádrži. Již mírné disbalance mohou způsobit nepřímé škody na zdraví ryb, extrémní změny pak mohou vést až k úhynu obsádky. Proto je vhodné vybavení každého monitorovacího místa kontinuálním či alespoň manuálním měřidlem teploty, kyslíku a pH vody a proškolení obsluhujícího personálu.

**Tab. 2.** Optimální hodnoty základních fyzikálně-chemických parametrů vody pro pstruha duhového.

teplota (°C)	koncentrace kyslíku (mg.l <sup>-1</sup> )	pH
8–16	8–10	6,5–8,5

#### 1) Teplota vody

**Optimální teplota vody** pro vývoj a růst pstruha duhového je v rozmezí **8–16 °C**. Tolerovatelná teplota, ve které může test probíhat (za předpokladu optimální koncentrace kyslíku v případě vyšších teplot) je 0,5–20 °C. Při pobytu ryb v chladné vodě se zastavuje příjem krmiva, snižují se přírůstky a zvyšuje se vnímavost vůči chorobám. Při pobytu ve vodě s vysokou teplotou se mohou objevovat příznaky dušení (viz tab. 3). Pro ryby je **nebezpečná náhlá změna teploty**. K teplotnímu šoku u pstruha duhového dochází při přesazení ryb v případě, kdy teplotní rozdíly vody jsou větší než 6 °C. Při teplotním šoku ryby hynou za příznaků dušení (viz tab. 3).

Při náhlém přesazení nakrmených ryb do chladnější vody (o 8 °C a více) dochází k poruchám nebo úplnému zastavení procesu trávení. Nestrávená nebo částečně natrávená potrava v trávicím ústrojí ryb plyne a nahromadění plynů způsobuje zvětšení tělní dutiny, ztrátu rovnováhy a následný úhyn ryb.

**Je nutné tedy dodržovat optimální teplotu vody a vyvarovat se náhlých změn teploty.**

#### 2) pH

Optimální hodnota pH vody pro ryby je **6,5–8,5**. Lososovité ryby včetně pstruha duhového hynou při pH nad 9,2 a pod 4,8.

#### 3) Kyslík

Lososovité ryby potřebují optimální koncentraci kyslíku ve vodě v rozmezí **8–10 mg.l<sup>-1</sup>**, příznaky dušení u těchto ryb lze pozorovat v závislosti na teplotě a stupni nakrmení při poklesu kyslíku pod 5 mg.l<sup>-1</sup>.

#### 4) Amoniak

Amoniak může vyvolávat otravu ryb a podílí se na rozvoji tzv. toxické nekrózy žaber a autointoxikace ryb amoniakem. Ve vodě se amoniak nachází jednak ve formě molekulární – nedisociované ( $\text{NH}_3$ ) a jednak ve formě amonného iontu – disociované ( $\text{NH}_4^+$ ). Vzájemný poměr těchto dvou forem závisí na hodnotě pH a na teplotě. Z hlediska toxického účinku je důležité, že stěna buněk je poměrně nepropustná pro amonný iont –  $\text{NH}_4^+$ , zatímco **molekulární amoniak  $\text{NH}_3$**  proniká přes tkáňové bariéry velmi snadno, a **je tedy pro ryby jedovatý**. Toxicita amoniaku je vedle teploty a hodnoty pH vody ovlivněna také koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě. **Se snižující se koncentrací kyslíku ve vodě, s rostoucím pH a teplotou stoupá toxicita amoniaku**. Objektivní diagnózu, tj. průkaz zvýšené koncentrace amoniaku v krevní plasmě a v mozku, lze provést na specializovaném pracovišti pouze u ryb živých s příznaky otravy.

Nedisociovaný (molekulární) amoniak ( $\text{NH}_3$ ) je látka pro ryby silně jedovatá. Hodnota  $48\text{hLC}_{50}$  zjištěná v testu akutní toxicity se pro  $\text{NH}_3$  u lososovitých ryb pohybuje v rozmezí 0,5–0,8  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . **Nejvyšší přípustná koncentrace amoniaku pro lososovité ryby je 0,0125  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$** . Z hlediska toxikologického působení je třeba znát koncentraci molekulárního (nedisociovaného) amoniaku  $\text{NH}_3$ . Stanovení celkového amoniaku a výpočet dle tabulek závislosti s pH vody, teplotou vody a koncentrací kyslíku ve vodě provádí hydrochemická laboratoř.

#### 5) Dusičnany a dusitaný

**Dusičnany** ( $\text{NO}_3^-$ ) jsou látky pro ryby velmi slabě jedovaté. Toxické a letální účinky se projevují až v koncentracích nad 1 000  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Jako NPK (nejvyšší přípustná koncentrace) dusičnanů pro pstruha duhového se udává hodnota 20  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ .

Toxicita **dusitanů** ( $\text{NO}_2^-$ ) pro ryby značně kolísá a závisí na mnoha vnitřních i vnějších faktorech (věk ryb, kvalita vody). Významný vliv na toxicitu dusitanů mají chloridy – nízká koncentrace chloridů ve vodě zvyšuje toxicitu dusitanů. Pro odhad toxicity se doporučuje sledovat ve vodě váhový poměr koncentrací chloridů a dusitanů. Pro chov pstruha duhového se doporučuje hodnota poměru  $\text{mg Cl}^- \cdot \text{l}^{-1} / \text{mg N-NO}_2^- \cdot \text{l}^{-1}$  zhruba 17.

Dusitanové ionty ( $\text{NO}_2^-$ ) se dostávají do organismu ryb především přes žábrý pomocí chloridových buněk. V krvi se vážou na hemoglobin a vytváří tzv. methemoglobin, čímž se snižuje transportní kapacita krve pro kyslík. **Zvýšené množství methemoglobinu v krvi bývá doprovázeno hnědým zbarvením krve a žaber**. Pokud množství methemoglobinu v krvi nepřesáhne 50 % z celkového množství hemoglobinu, nedochází zpravidla k úhynům ryb. Vyšší obsah methemoglobinu v krvi (70–80 %) je doprovázen změnou chování ryb – ryby jsou malátné. Při dalším zvýšení obsahu methemoglobinu v krvi ztrácejí ryby orientaci a schopnost reagovat. Úhyny však nemusí nastat, protože červené krvinky ryb obsahují enzym reduktázu, který přeměňuje methemoglobin na hemoglobin. Tímto způsobem lze dosáhnout normální koncentrace hemoglobinu během 24–48 hodin, jsou-li ryby převedeny do vody bez přítomnosti dusitanů. Stanovení



dusitanů provádí hydrochemická laboratoř.

**Tab. 3.** Přehled zdravotní problematiky chovu pstruhů duhových.

Zdravotní problém	Příznaky	Možné příčiny	Opatření
<b>Dušení</b>	Zastaven příjem potravy Ryby se pohybují pod hladinou Ryby se shromažďují u přítoku, u vzduchování Nouzové dýchání s tlamou nad hladinou Výskoky nad hladinu Ryby nereagují na podráždění Ztráta únikového reflexu Malátnost Uhybnuté ryby: Křečovitě rozevřená tlama Odchlíplé skřele	Vysoká teplota vody Výkyv teploty o více než 6 °C Kyslík – obsah ve vodě snížen pod 5 mg.l <sup>-1</sup> Amoniak Kyanidy Železo Hliník Tenzidy Ropné produkty Další chemické sloučeniny Bakteriální nebo parazitární onemocnění žaber	Vytemperování nádrže přidáním vody příslušné teploty a následná postupná aklimatizace ryb na aktuální teplotu Odstranění kyslíkového deficitu zvýšením průtoku vody, dále jejím provzdušňováním nebo prokysličováním Zastavit krmení Výměna vody v nádrži Odebrat vzorky vody k vyšetření Doručit ryby k veterinárnímu lékaři na vyšetření
<b>Změny na žábřích</b>	Slizový hlen s příměsí krve Zahlenění s pěkvrvením Tmavě hnědá barva Třešňově červené Nerovné okraje žaber, mramorování, bílé tečkování, krváceniny	Nevhodné pH Zvýšený amoniak, zvýšený chlór Otrava dusitany Otrava kyanidy Bakteriální nebo parazitární onemocnění žaber	Zjistit a odstranění příčiny zhoršení kvality vody Odebrat vzorky vody k analýzám Doručit ryby k veterinárnímu lékaři na vyšetření
<b>Změny na kůži</b>	Slizový hlen s příměsí krve Matný hlen Uvolňování hlenové vrstvy Tmavé zbarvení Krváceniny, bílé tečkování, kožní léze, nerovné okraje ploutví	Nevhodné pH, zvýšený chlór Zvýšený amoniak Přítomnost tenzidů ve vodě Virové nebo bakteriální onemocnění Bakteriální nebo parazitární onemocnění kůže	Výměna vody v nádrži Odebrat vzorky vody k analýzám Doručit ryby k veterinárnímu lékaři na vyšetření
<b>Nervové příznaky</b>	Malátnost Ztráta orientace Ztráta reflexů Neklid Křeče Výskoky nad hladinu Zrychlené dýchání Pokládání se na bok	Dusitany Amoniak Sulfan Clór Ropné produkty Cyanotoxiny Pesticidy Další chemické sloučeniny Virové onemocnění	Výměna vody v nádrži Odebrat vzorky vody k vyšetření Doručit ryby k veterinárnímu lékaři na vyšetření
<b>Poruchy trávení</b>	Zvětšení dutiny tělní a ztráta rovnováhy	Po nakrmení došlo ke snížení teploty vody o více než 8 °C – následně došlo k zastavení procesu trávení a k autointoxikaci amoniakem	Vytemperování nádrže přidáním vody příslušné teploty a následná postupná aklimatizace ryb na aktuální teplotu

### **Přirozené ztráty ryb v průběhu odchovu**

Přirozená mortalita by za celý rok neměla překročit 10 % z celkového počtu nasazených ryb. Je třeba předpokládat, že větší procento úhynu bude zjišťováno zpočátku testu (u plůdku) a s růstem velikosti ryb se bude snižovat.

#### **2.2.3.3. Kontrola průběhu testu**

---

Obsluha kontinuálně provádí kontrolu chování ryb v nádržích. Kontinuální sledování je zajištěno umístěním monitorovací jednotky na místě s nepřetržitou přítomností obsluhy, popř. přenosem kvalitního obrazu monitorovací jednotky pomocí kamerového systému na toto pracoviště. V případě, že není možné kontrolu provádět kontinuálně, je nutné systém fyzicky kontrolovat s odstupem maximálně 1 hodiny. Obsluha dále věnuje pozornost chování ryb v průběhu jejich krmení a kontroluje příjem krmiva rybami. V případě podezření na onemocnění ryb či při zjištění zvýšeného hynutí ryb v nádrži, je třeba nejdříve zastavit krmení, zkontrolovat koncentraci kyslíku, popř. další fyzikálně-chemické parametry vody a dále nechat vyšetřit veterinárním lékařem 3–5 ks ryb. Pro toto vyšetření jsou vybíráni živí jedinci vykazující nejintenzivnější příznaky potenciálního onemocnění. Ryby je ideální na vyšetření doručit v živém stavu. Následně se obsluha řídí pokyny veterinárního lékaře.

Obsluha každodenně provádí kontrolu funkčnosti součástí monitorovací jednotky, dále kontrolu obsahu kyslíku a teploty v každé nádrži. Tyto parametry jsou zjišťovány na odtoku z nádrže. V případě, že jsou tyto parametry monitorovány automaticky pomocí sond, obsluha se průběžně seznamuje s naměřenými daty. Je vhodné nastavit tento automatický systém tak, aby počítač data nejen zaznamenával, ale i vyhodnocoval. V případě deficitu kyslíku v nádrži, popř. náhlé významné teplotní změny, přístroj toto signalizuje obsluze. Zejména koncentrace kyslíku ve vodě by měla být měřena kontinuálně a data archivována.

Doporučuje se odběr vzorku vody z každé nádrže 1x týdně a provedení základního fyzikálně-chemického rozboru vody zahrnující stanovení koncentrace amoniaku, pH, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, popř. dalších ukazatelů.

Výsledky kontrol, chování ryb, aplikace krmiv, měření fyzikálně-chemických parametrů vody jsou každodenně zaznamenávány do provozního deníku. Zároveň jsou archivovány protokoly z vyšetření ryb, z výsledků chemických a toxikologických analýz a počítačové záznamy dat z měřících sond. V případě využití kamery pro kontrolu chování ryb, mohou být archivovány i tyto záznamy.

#### **2.2.3.4. Ukončení testu**

---

Test je obvykle ukončován 12 měsíců po nasazení. Pro posouzení dlouhodobého vlivu případné kontaminace vody cizorodými látkami je doporučováno provést analýzy

tkání ryb z ukončeného testu. Odběr vzorků provádí specializované pracoviště. Obvykle je analyzováno 6–10 ks z 1 monitorovacího místa, přičemž část ryb pochází z nádrže 1 a část z nádrže 2. V tkáních ryb je možno provádět široký rozsah analýz. Biochemické analýzy jsou zaměřeny na sledování tzv. biochemických markerů kontaminace, což jsou biochemické parametry, jejichž změny indikují negativní vliv kontaminace prostředí na rybí organismus. Sledují se např. aktivity jaterních detoxifikačních enzymů, biomarkery expozice látkám narušujícím endokrinní systém, atp. Dále je možno provádět hematologická a histopatologická vyšetření a chemické analýzy zaměřené na detekci širokého spektra polutantů, které mohou být ve vodě přítomny (např. pesticidy, POPs, toxické kovy, farmaka). Zároveň by měly být chemicky analyzovány i archivované vzorky krmiwa, jehož kontaminace může být také příčinou zvýšených koncentrací cizorodých látek v indikátorových rybách.

### 2.2.3.5. Havarijní situace

---

Za havarijní situaci je možno považovat výskyt náhlých významných změn v chování ryb, např. zvýšeného neklidu obsádky, poruch v plavání, nouzového dýchání u hladiny, hnutí. V tomto případě obsluha okamžitě zjišťuje příčinu tohoto stavu a provádí opatření zabráňující případnému ohrožení konzumentů vody.

V případě náhlého úhynu více než 30 % obsádky **v obou paralelních nádržích současně** je nutno okamžitě zastavit dodávku vody do spotřebitelské sítě až do doby vyšetření příčiny úhynu. V případě náhlého úhynu obsádky pouze v jedné nádrži monitorovací jednotky, není nutné zastavovat dodávku vody do spotřebitelské sítě, nicméně okamžitě zjišťovat příčinu úhynu.

Při zjišťování příčiny havarijní situace je nutno postupovat následujícím způsobem:

- 1) Vyloučit závadu na vlastním technologickém zařízení – zkontrolovat průtok vody, vývoj koncentrací kyslíku v období před úhynem a po jeho zjištění, teplotu vody – především její náhlé změny, pH v obou paralelních nádržích. Zjištěné hodnoty je nutno zaznamenat do provozního deníku a zároveň je společně s níže uvedenými vzorky vody a ryb zaslat na specializované pracoviště.
- 2) Okamžitě po zjištění havarijní situace odebrat vzorky vody na chemické analýzy a biologické zkoušky toxicity – optimálně 3 vzorky o objemu 1–2 litry z každé nádrže. Vzorky vody se odebírají do jasně a nesmazatelně označených čistých lahví (skleněných nebo polyetylenových). Při podezření na znečištění vody ropnými produkty, tenzidy nebo kovy se vzorky odebírají zásadně do skleněných lahví. Ihned po odběru je nutno vzorky umístit do chladicího termoboxu a co nejrychleji je po telefonické domluvě doručit na specializované pracoviště – 1 vzorek na toxikologická vyšetření, 1 vzorek na chemické analýzy a 1 vzorek doporučujeme ponechat jako rezervní. Tento vzorek je nutno

přechovávat v chladničce. Obsluha musí být seznámena s kontakty (včetně kontaktních osob) na příslušná specializovaná pracoviště. Tyto kontakty by měly být viditelně umístěny v blízkosti monitorovací jednotky.

- 3) Odebrat vzorky ryb na odborné veterinární a toxikologické vyšetření. Ryby určené k vyšetření by měly být pokud možno živé s klinickými příznaky, v počtu 3–5 ks z 1 nádrže. Pokud došlo k totálnímu úhynu, je nutné vybrat pro účely výše uvedeného vyšetření ryby s co nejmenšími postmortálními změnami. Uhynulé ryby jsou neprodleně doručeny k veterinárnímu vyšetření v chladičím boxu (nikdy nezamrazovat!). Živé ryby se umístí do polyetylénových pytlů částečně naplněných vodou z nádrže a pokud možno se transportují pod kyslíkovou atmosférou. Je vhodné přiložit popis chování ryb a změny zaznamenané obsluhujícím personálem.
- 4) Co nejrychleji doručit odebrané vzorky na specializovaná pracoviště. V případě veterinárních a toxikologických analýz ryb, hydrochemických analýz vody a biologických zkoušek toxicity je možno obrátit se na Fakultu rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity ve Vodňanech a po předchozím telefonickém kontaktu přivést příslušné vzorky. Při vyšetřování ryb na tomto pracovišti bude postupováno podle metodiky „Metodické pokyny k vyšetřování havarijního úhynu ryb“ (Svobodová a kol., 1994). Laboratorní vyšetření odebraných vzorků a stanovení diagnózy provádějí také státní veterinární ústavy a Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně.

### 3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

V předchozím způsobu řešení biomonitoringu, který byl instalován na úpravě pitné vody v Praze-Podolí, byly ryby umístěny v plastových žlabech s neprůhlednými stěnami. Systém byl umístěn v místě bez neustálé přítomnosti obsluhy. Ryby byly periodicky kontrolovány odpovědným pracovníkem. Nevýhodou tohoto systému byla i skutečnost, že nebylo možno kontrolovat ryby přes neprůhledné stěny nádrží. Ryby v tmavé nádrži byly špatně viditelné i při pohledu shora. Efektivní kontrola tak byla možná pouze v průběhu krmení ryb. Systém v podstatě nemohl efektivně plnit funkci okamžité signalizace havarijní situace. Systém byl především využíván pro dlouhodobý monitoring kontaminace přítokové vody, jejíž úroveň byla charakterizována pomocí histopatologických a chemických analýz testovacích ryb provedených vždy na konci testu.

Současný systém je již tvořen nádržemi s průhlednými stěnami, což umožňuje nepřetržitou efektivní kontrolu testovacích ryb. Systém je obvykle umístěn v místě s neustálou přítomností obsluhy, ev. může být situace v nádržích monitorována pomocí kamerového systému přenášejícího obraz na velín. Současný systém tedy již umožňuje efektivní signalizaci případné havárie a zároveň umožňuje i dlouhodobý monitoring

kontaminace přítokové vody. Při citlivém zakomponování do interiéru pracoviště se systém může stát i vhodným estetickým doplňkem zlepšujícím pracovní prostředí obsluhy.

#### **4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY**

Tato metodika bude sloužit jako návod pro uživatele výše popsaného biomonitorovacího systému. Bude distribuována všem subjektům, kterým byl nebo bude systém navrhnut či dodán, tzn. bude součástí dodávky monitorovacího systému. Cílovými odběrateli v rámci ČR budou v první řadě provozy úpraven pitné vody, dále strategické podniky s velkým množstvím zaměstnanců a podniky povodí. O produkt předpokládáme zájem i ze zahraničí z důvodu zvyšující se hrozby teroristických útoků. Stávající monitorovací systémy využívající ryby jako bioindikátory nejsou sériově vyráběny a jsou sestavovány individuálně na zakázku podle požadavků odběratele. V současné době v rámci ČR je naše instituce jediným návrhatelem a pracovištěm zajišťujícím servis těchto systémů.

#### **5. EKONOMICKÉ ASPEKTY**

Primární funkcí monitorovacího systému pro jeho uživatele není tvorba zisku. Jedná se o bezpečnostní opatření kontrolující kvalitu pitné vody. Systém je schopen okamžitě indikovat přítomnost toxických koncentrací cizorodých látek ve vodě a následnými opatřeními je možno významně eliminovat potenciální škody plynoucí z přítomnosti těchto látek v pitné vodě včetně ohrožení obyvatelstva. Ekonomický efekt v tomto případě je jen velmi těžko vyčíslitelný. Výsledky analýz indikátorových ryb z monitorovacích systémů mohou poukázat na problematiku výskytu i subakutních koncentrací cizorodých látek v pitné vodě, a tím přinést argumenty pro zlepšení technologií výroby pitné vody a zlepšení vodohospodářského managementu jejich zdrojů. Jednoznačným ekonomickým aspektem pro uživatele biomonitorovacích systémů je ušetření nákladů na chemické analýzy vody. Neustálá kontrola kvality vody pomocí chemických analýz je ekonomicky velmi nákladná a i kapacitně velmi složitá záležitost. Z hlediska okamžité signalizace přítomnosti toxických látek ve vodě je monitoring kvality vody založený pouze na chemických analýzách prakticky nerealizovatelný. Využití citlivých organismů při kontrole kvality vody je mnohem levnější a přitom velmi efektivní alternativou. Využitím biomonitorovacích systémů jejich uživatel může ušetřit velmi významné finanční prostředky, které by jinak musel vynaložit na chemické analýzy (obvykle řádově milióny korun ročně).

## 6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Bluebaum-Gronau, E., Hoffmann, M., Spieser, O.H., Krebs, F., 1994. The Koblenz behavioural fish test, a biomonitor for water quality control based on the BehavioQuant measuring system. *Biomonitoring Methods in Water Quality Control*, Stuttgart, Fischer Verlag, no. 93: 87–117.
- Kolářová, J., Svobodová, Z., Randák, T., 2003. Pstruh duhový jako indikátor změn kvality surové vody před její úpravou v úpravně vody Pražských vodovodů a kanalizací, a.s., v Praze 4 – Podolí. *Vodní hospodářství* 53 (4): 100–102.
- Poels, C.M.L., van-der Gaag, M.A., van-der Kerkhoff, J.F.J., 1980. An investigation into the long-term effects of Rhine water on rainbow trout. *Water Research* 14: 1029–1035.
- Randák, T., Pokorný, J., 2001. Využití pstruha duhového ke kontrole vody přiváděné do úpraven pitné vody (Use of rainbow trout for checking water inflowing to the drinking water purification plants). In: Máchová, J., Svobodová, Z., Randák, T. (red.), *Toxicita a biodegradabilita odpadů a látek významných ve vodním prostředí*. VÚRH JU, Vodňany, 113–121.
- Randák, T., Svobodová, Z., Kolářová, J., Máchová, J., 2003. Pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) – biologický indikátor na úpravách pitné vody. *Bulletin VÚRH Vodňany* 39 (3): 165–169.
- Schubert, J., 1997. Information systems to protect and develop the environment. Special contribution. 21st International Water Services Congress and Exhibition, Blackwell Science Ltd., 16 (1–2): 175–176.
- Svobodová, Z. a kol., 1987. *Toxikologie vodních živočichů*. SZN, Praha, 231 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Vykusová, B., Adámek, Z., 1994. Metodické pokyny k vyšetření havarijního úhynu ryb. *Metodika č. 6*, Praha, ÚZPI, 26 s.
- Svobodová, Z., Piačka, V., Adámek, Z., 1995. Pstruh duhový jako indikátor kvality vody před její úpravou. *Aktuální otázky vodárenské biologie*, ČSVTS Praha, 41–44.

## 7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Kolářová, J., Svobodová, Z., Randák, T., 2003. Pstruh duhový jako indikátor změn kvality surové vody před její úpravou v úpravně vody Pražských vodovodů a kanalizací, a.s., v Praze 4 – Podolí. *Vodní hospodářství* 53 (4): 100–102.
- Kouřil, J., Mareš, J., Pokorný, J., Adámek, Z., Randák, T., Kolářová, J., Palíková, M., 2008. Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů. *VÚRH JU, Vodňany*, 142 s.
- Randák, T., Pokorný, J., 2001. Využití pstruha duhového ke kontrole vody přiváděné do úpraven pitné vody. In: Máchová, J., Svobodová, Z., Randák, T. (red.), *Toxicita a biodegradabilita odpadů a látek významných ve vodním prostředí*. VÚRH JU, Vodňany, 113–121.

VYUŽITÍ PSTRUHA DUHOVÉHO (*Oncorhynchus mykiss*)  
PRO ÚČELY EKOTOXIKOLOGICKÉHO MONITORINGU KVALITY VODY

- Randák, T., Svobodová, Z., Kolářová, J., Máchová, J., 2003. Pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) – biologický indikátor na úpravách pitné vody. Bulletin VÚRH Vodňany 39 (3): 165–169.
- Randák, T., Žlábek, V., 2008. Bezpečnostní biomonitorovací jednotka. (funkční vzorek)
- Svobodová, Z. a kol., 1987. Toxikologie vodních živočichů. SZN, Praha, 231 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Vykusová, B., Adámek, Z., 1994. Metodické pokyny k vyšetření havarijního úhynu ryb. Metodika č. 6, Praha, ÚZPI, 26 s.
- Svobodová, Z., Piačka, V., Adámek, Z., 1995. Pstruh duhový jako indikátor kvality vody před její úpravou. Aktuální otázky vodárenské biologie, ČSVTS Praha, 41–44.

**EXTERNÍ ODBORNÝ OPONENT****Ing. Pavel Horký, Ph.D.**

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.  
Podbabská 30, 160 62 Praha 6

**INTERNÍ ODBORNÝ OPONENT****doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Fakulta rybářství a ochrany vod  
Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany

**OPONENT ZA STÁTNÍ SPRÁVU****Ing. Vladimír Gall**

MZe Praha  
Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství (16230)  
Těšnov 17, 117 05 Praha 1

**Osvědčení o uplatněné certifikované metodice č. 111/204534/2011 – 16230/Nmet ze dne 29. 12. 2011**

vydalo: Ministerstvo zemědělství, Úsek lesního hospodářství, Sekce lesního hospodářství, Odbor státní správy lesů,  
myslivosti a rybářství, Těšnov 17, 117 05 Praha 1

**Adresa autorského kolektivu:**

doc. Ing. Tomáš Randák, Ph.D., Ing. Vladimír Žlábek, Ph.D.,  
Ing. Jan Turek, Ph.D., dr.hab. Ing. Josef Velišek, Ph.D., MVDr. Jitka Kolářová

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akva-  
kultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany,

**[www.frov.jcu.cz](http://www.frov.jcu.cz)**

Vedici Metodik (Technologická řada)

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

Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany,

redakce: PhDr. Petr Kubát, Zuzana Dvořáková

Náklad: 200 ks, vytištěno v roce 2011

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



VYUŽITÍ PSTRUHA DUHOVÉHO (*Oncorhynchus mykiss*)  
PRO ÚČELY EKOTOXIKOLOGICKÉHO MONITORINGU KVALITY VODY







evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

