



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Značení ryb

J. Turek, P. Horký, O. Slavík, T. Randák





Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Značení ryb

J. Turek, P. Horký, O. Slavík, T. Randák

Vydání a tisk metodiky je uskutečněno za finanční podpory projektu:

OP Rybářství (2007–2013)
Metodiky I (2014–2015), reg. č. CZ.1.25/3.1.00/13.00477



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ RYBÁŘSKÝ FOND
„Investování do udržitelného rybolovu“

Obsahová část metodiky je výsledkem řešení projektů:

Výsledky byly získány za finanční podpory MŠMT
projektu CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024) – 70 %
a projektu CENAKVA II (LO1205 v rámci programu NPU I) – 30 %

č. 154

Vodňany

ISBN 978-80-7514-016-6



1. CÍL METODIKY	6
2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY	6
3. ZÁKLADNÍ KRITÉRIA PRO VÝBĚR METODY ZNAČENÍ RYB	7
3.1. Účel značení	7
3.2. Velikost (druh) značené ryby	8
3.3. Náročnost značení a množství značených jedinců	9
3.4. Ekonomické hledisko	9
4. METODY ZNAČENÍ RYB	10
4.1. Využití morfologických znaků	10
4.2. Chemické značení	11
4.3. Amputace (perforace) ploutví	11
4.4. Kryogenní metoda, vymrazování (značení pomocí tekutého dusíku)	12
4.5. Externí značky (přívěsné značky, terčíky apod.)	14
4.6. Kódované drátkové mikroznačky (Coded wire tags – CWT)	17
4.7. Elastomery (Visible Implant Elastomer – VIE)	19
4.8. Alfnumerické štítky (Visible implant alpha – VIA tags)	21
4.9. Radiofrekvenční identifikační systémy (RFID – Radio frequency identification systems)	22
4.10. Telemetrické metody	25
4.11. Další metody elektronického značení	28
5. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	29
6. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	29
7. EKONOMICKÉ ASPEKTY	29
8. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	30
9. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	33

1. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout podrobné informace o metodách značení ryb, použitelných pro vědecké či chovatelské účely. Metodika shrnuje a popisuje v současnosti nejpoužívanější způsoby značení ryb a poskytuje informace o jejich vhodnosti pro různé účely a druhy, popř. velikosti ryb. Zároveň jsou popsány klady a zápory každé metody, včetně ekonomické náročnosti a vhodnosti použití vzhledem k účelu značení, respektive sledovanému parametru a očekávaným výsledkům.

2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Značení ryb je využíváno již více než století, v jehož průběhu byly získány základní informace o biologii a ekologii mnoha druhů ryb (Thorsteinsson, 2002). Postupem doby byly vyvíjeny stále dokonalejší metody značení. V posledních desetiletích byly díky rozvoji elektroniky a její postupné miniaturizaci vyvinuty pokročilé způsoby značení ryb, umožňující i aktivní sledování pohybu jednotlivých ryb. Díky tomu je možné získávat široké spektrum informací o růstu, migraci, rozmnožování, ale i populační dynamice mnoha druhů sladkovodních i mořských ryb ve volných vodách. Značení ryb je také nutné pro efektivní chovatelskou činnost v rámci komerční akvakultury. V rámci šlechtitelské činnosti je možnost bezpečného rozlišení jedinců, případně skupin ryb různých plemen či původu, nezbytným předpokladem.

K identifikaci plemenných ryb se používá především mikročipových značek. U kaprů lýsců a línů lze použít značení matricemi vymraženými v kapalném dusíku. Plemenné (remontní a generační) ryby se označují individuálně. Mikročipové značky se implantují podkožně, vnitrosvalově nebo intraperitoneálně. Při značení povrchu těla matricemi vymraženými v kapalném dusíku se používá individuálních alfanumerických kódů. Plemenným materiálem ryb se rozumí sperma, oocyty, jikry v očních bodech, plůdek a násada. Plemennému materiálu se nepřidělují individuální identifikační značky, ale v době, kdy to umožní velikost a stav ryb, provádí se u skupin testovaného plůdku značení skupinové (zákon č. 154/2000 Sb.).

Základní požadavky na vhodnou metodu značení ryb shrnují Kelly (1967) a Wydoski a Emery (1983):

- Možnost identifikace jedince či skupiny ryb
- Neovlivnění růstu, přežití, chování a pravděpodobnosti ulovení označené ryby
- Životnost značky po dobu vyžadovanou účelem značení
- Snadná aplikace a následná identifikace značky
- Ekonomická efektivnost

3. ZÁKLADNÍ KRITÉRIA PRO VÝBĚR METODY ZNAČENÍ RYB

V současnosti je k dispozici značné množství metod značení ryb lišících se cenovou i časovou náročností aplikace a identifikace značky. Při volbě metody je třeba vzít v úvahu zejména účel za jakým je značení ryb prováděno a dále druh, velikost a počet značených ryb. Teprve po zvážení všech těchto kritérií je možno zvolit nejvhodnější metodu pro danou situaci, která přinese nejen požadované výsledky v co nejlepší kvalitě, ale bude pro uživatele i ekonomicky únosná.

3.1. Účel značení

Hledisko účelu, pro který je značení ryb prováděno, by měl uživatel zvážit jako první. Některé metody, postačující v běžné chovatelské praxi k základní identifikaci ryb, nejsou dostačující pro vědecké účely, kdy je vyžadováno maximální možné množství co nejpřesnějších údajů o označené rybě. Některé metody také vyžadují pro opětovnou identifikaci značky usmrcení odlovené ryby. Použití těchto metod je tedy limitováno na specifické případy (většinou vědecké experimenty). Metody značení ryb lze z hlediska účelu rozdělit do dvou základních skupin.

Skupinové značení slouží k vzájemnému odlišení více skupin ryb chovaných či vysazených do společného prostředí. Při tomto způsobu značení není dále možné identifikovat konkrétního jedince v rámci označené skupiny. Skupinové značení je tedy často využíváno v chovatelské praxi pro odlišení skupin ryb různého původu, plemena, pohlaví nebo ryb ošetřených a neošetřených různými veterinárními léčivými. Vzhledem k tomu, že se často jedná o velké (i tisíce kusů) skupiny ryb, zvolená metoda by měla být co nejméně časově a technicky náročná co do způsobu aplikace značky a zároveň by měla umožňovat jednoznačnou a snadnou opětovnou identifikaci značky. Důležitá je také cenová náročnost zvolené metody značení. Při značení velkých skupin ryb je také třeba, aby označení jednotlivých skupin ryb bylo co nejvíce rozdílné a umožňovalo snadné rozdělení označených ryb podle příslušnosti ke skupině i v provozních podmínkách (např. při výlovu) pracovníky bez zvláštních zkušeností. Vzhledem k nutnosti rozeznat pouze příslušnost jedince k určité skupině jsou způsoby značení, případně použité značky, většinou vhodné i pro malé jedince. V případě použití skupinového značení k vědeckým experimentům je možné sledovat přežití, popř. migraci různých skupin ryb, údaje o růstu označených ryb lze však získat pouze na základě porovnání průměrných počátečních a konečných hodnot.

Individuální značení poskytuje možnost identifikace konkrétního jedince. Díky tomu lze sledovat širokou škálu parametrů (růst, kondice,

migrace apod.) pro každou označenou rybu. Je rovněž využíváno pro značení generačních ryb ve šlechtitelských chovech. Metody jsou založeny na principu jedinečného označení ryby (vymražování) nebo implantaci značky s unikátním kódem. Samotné značky mají větší rozměry a zásah do rybiho organismu při jejich aplikaci bývá rozsáhlejší než při skupinovém značení. Proto jsou tyto metody většinou použitelné až pro starší (větší) jedince. Samotná aplikace značek bývá většinou časově a technicky náročnější, pro opětovnou detekci značek je často potřeba speciální vybavení. S tím souvisí i větší ekonomická náročnost individuálních metod značení. Metody individuálního značení můžeme dále rozdělit na **pasivní**, které pro identifikaci vyžadují opětovné odlovení označené ryby a **aktivní**, poskytující možnost kontinuálního sledování okamžité polohy označeného jedince.

3.2. Velikost (druh) značené ryby

Manipulace s rybou v průběhu značení i samotná aplikace značky vždy znamená pro značeného jedince stresovou situaci. U většiny metod rovněž dochází k narušení tělesné integrity ryby (vpich, poškození pokožky, ploutve apod.). Při plánování experimentu nebo značení ryb v chovu je tedy třeba volit metodu značení adekvátní velikosti značených jedinců. Jak již je uvedeno výše, označení by nemělo zásadně ovlivnit následné přežití, chování, růst a pravděpodobnost opětovného odlovení značené ryby. Aplikace příliš velké značky může u malých ryb vést k rozsáhlému poškození a následně ovlivnit jejich pohyb, růst, nebo vést až k úhynu označených ryb. Jak už je uvedeno výše, pro mladší ročníky, nebo ryby dorůstající menších velikostí, jsou často použitelné pouze metody skupinového značení. Veškerá manipulace s rybami v průběhu aplikace značek by měla probíhat v anestezii za použití vhodného anestetika (viz Kolářová a kol., 2012). Tím je nejen usnadněno samotné značení, ale také se snižuje možnost zranění ryby a snižuje se míra stresu značené ryby. Samozřejmě by pak měla být krátkodobá dezinfekční koupel bezprostředně po označení nebo dezinfekce zasaženého místa u větších ryb (viz Kolářová a Svobodová, 2009).

Při značení je nutno přihlídnout i ke druhu ryby, která bude značena. U ryb s vyššími nároky na kvalitu vody (např. lososovitě), nebo ryb citlivějších k poranění při manipulaci (např. okounovitě), je třeba volit maximálně šetrnou metodu vyžadující co nejnižší míru manipulace. Při plánování samotného značení je pak důležité zajistit dostatečné technické zázemí (dostatek nádrží, kvalitní vodu, provzdušňování apod.) vedoucí k minimalizaci rizika úhynu značených ryb. Při plánování značení je také vhodné přihlížet k době výtěru daného druhu ryby. V období výtěru jsou ryby obecně citlivější k veškerým

zásahům. Proto může značení ryb v době výtěru vést ke zvýšeným úhynům, zvláště u některých druhů (např. lipan podhorní, *Thymallus thymallus*, L.).

3.3. Náročnost značení a množství značených jedinců

Hledisko technické náročnosti a počtu ryb, které je třeba označit, je nutno vzít v úvahu zejména při plánování samotné značicí akce. Některé metody značení vyžadují možnost připojení k elektrické síti, popř. použití výpočetní techniky. Tomu je třeba přizpůsobit místo, kde chceme ryby značit. Rovněž je nutné zhodnotit časovou náročnost samotného značení. U většiny metod je potřeba, aby pracovníci, kteří provádí aplikaci značek, měli s danou metodou zkušenosti. Nezkušeným značitelům trvá aplikace značky déle, hrozí větší poškození značené ryby nebo vyšší míra ztrátivosti značek. Nezkušeným pracovníkům je vhodné umožnit „zkušební označení“ několika ryb, na nichž získají potřebné dovednosti. Pro tento účel můžeme použít ryby, kterých je dostatek a nejsou předmětem experimentu či chovu. Jejich případná ztráta neohrozí plánovaný experiment, respektive nezpůsobí ekonomickou ztrátu v chovu. To je výhodné zejména v případě, chystá-li se značení cenných (např. generačních), nebo citlivých ryb. Před samotným značením je tedy nutné zajistit odpovídající technické zázemí a dostatečný počet pracovníků, kteří budou značky aplikovat. Přitom je třeba kalkulovat s plánovaným počtem značených ryb a na samotnou značicí akci vyhradit rovněž potřebný čas. Pro vědecké experimenty je nutné předem naplánovat, jakými statistickými metodami budou získané výsledky zpracovávány a tomu přizpůsobit počet označených ryb (velikost vzorku).

3.4. Ekonomické hledisko

Vzhledem k rozdílné ceně značek používaných při jednotlivých metodách značení ryb a souvisejícím technickým vybavením potřebným pro aplikaci nebo opětovnou identifikaci značek, je důležité zvážit, jestli je zvolená metoda ekonomicky efektivní vzhledem k účelu značení. Jako příklad lze uvést remontní ryby různých plemen, z nichž budou teprve vyselektováni jedinci pro doplnění generačního hejna. Pro značení těchto ryb jsou výhodnější metody skupinového značení, které nejsou ekonomicky příliš náročné. Teprve jedince vybrané pro generační hejno je vhodné opatřit např. čipem, jehož cena již je řádově vyšší. Při značení ryb pro vědecké účely je pro volbu metody značení klíčové posouzení, jaké údaje je potřeba získat.

4. METODY ZNAČENÍ RYB

4.1. Využití morfologických znaků

Tento způsob rozlišení skupin ryb využívá odlišností morfologie různých plemen popř. barevných variant v rámci jednoho druhu ryby. V našich podmínkách se týká zejména šlechtitelských chovů kapra obecného (*Cyprinus carpio*, L.) a umožňuje provádět porovnání užitkovosti (přežití, růstu apod.) různých plemen. Principem je vysazení morfologicky odlišných (lysý x šupinatý) skupin ryb do stejného prostředí. V našich podmínkách přichází v úvahu ještě využití různého zbarvení (vyšlechtěné barevné variace, popř. albinotismus) u lína obecného (*Tinca tinca*, L.), perlína ostrobřichého (*Scardinius erythrophthalmus*, L.), jelce jesena (*Leuciscus idus*, L.), sumce velkého (*Silurus glanis*, L.), kapra obecného, karasa stříbřitého (*Carasius auratus*, L.) a jesetera malého (*Acipenser ruthenus*, L.). V případě karasa stříbřitého je možné uvažovat i o porovnání normální a dlouhoploutvé varianty. Využití morfologických znaků umožňuje experimenty i s ranými vývojovými stadii (nasazení váčkového plůdku), u kterých nejsou morfologické rozdíly ještě patrné. V tomto případě je nutno znát přesný genotyp rodičovských generačních ryb z důvodu fenotypového projevu potomstva. Pouze v tom případě máme jistotu, že se požadované morfologické rozdíly mezi skupinami skutečně objeví.

Výhodou je již zmíněná možnost využití pro nejranější věkové kategorie ryb, jednoznačná a snadná identifikace v provozních podmínkách (výlov rybníka apod.) i nezkušenými pracovníky, nulová cena a samozřejmě i trvalé odlišení skupin.

Nevýhodou je omezený počet druhů, pro které je tato metoda použitelná a rovněž limitovaný počet skupin, který je dán počtem morfologických variant daného druhu ryby.

V souvislosti s morfologickými znaky je nutné rovněž zmínit možnost identifikace jedinců podle unikátního uspořádání šupin, barevných skvrn popř. ploutví. Takto bývají na základě fotografií identifikováni např. trofejní kapři z privátních sportovních vod. Tento způsob je však prakticky nevyužitelný pro chovatelské či vědecké účely. To samé platí i pro identifikaci ryby na základě přesné znalosti unikátních meristických znaků, jako je počet šupin, ploutevnických paprsků, žaberních tyčinek a podobně. Tyto údaje je možné využít pouze pro identifikaci příslušnosti jedince např. ke geografické populaci tam, kde jsou tyto rozdíly v rámci druhu popsány.

4.2. Chemické značení

Metody chemického značení jsou většinou založeny na vystavení (koupeli) ryb určité chemické substanci, kterou lze detekovat i po delší době. Jedná se tedy o skupinové značení. V literatuře je popsáno např. značení pomocí skupiny antibiotik na bázi tetracyklinu (např. Meerbeek a Bettoli, 2005). Těmito metodami lze označit najednou větší množství jedinců i malých velikostí bez vysokých finančních nákladů. Identifikace označených ryb je však časově a finančně náročná a vyžaduje speciální vybavení a vyškolený personál.

4.3. Amputace (perforace) ploutví

Značení ryb amputací nebo perforováním ploutví je použitelné výhradně pro skupinové značení. Hned na úvod je třeba zmínit, že tyto zásahy lze provádět pouze pro vědecké účely nebo v chovu ryb, jinak jsou kvalifikovány jako týrání podle zákona 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání. Amputace ploutve se provádí odstřížením nejčastěji jedné z párových ploutví (možno i řitní či hřbetní ploutve) nůžkami (obr. 1). Perforace ploutví, nejčastěji horního nebo dolního laloku ocasní ploutve, se provádí kleštěmi, či průbojníkem. V zahraničí jsou lososi pocházející z umělého výtěru často značeni odstřížením tukové ploutvičky (v možné kombinaci s dalšími metodami). Vander Haegen a kol. (2005) uvádí, že tímto způsobem jsou ročně označeny milióny pacifických lososů. Co se týče možného ovlivnění přežití či růstu ryby označené amputací ploutve, v literatuře se objevují jak práce naznačující možný vliv (např. O'Grady, 1984; Hansen, 1988), tak studie, které žádný vliv neprokázaly (např. Zerrenner a kol., 2007; Bumgarner a kol., 2009). Lze předpokládat, že se ztrátou ploutve by se tedy ryba měla být schopna velmi rychle vyrovnat a kompenzovat ji (Wagner a kol., 2009). Důležité však je ošetření postiženého místa dezinfekcí (roztok KMnO_4 apod.), neboť to představuje možné vstupní místo pro případnou infekci či zaplísnění (Vander Haegen a kol., 2005). V případě nedostatečné dezinfekce hrozí zaplísnění, které v případě rozšíření může vést až k úhynu ryby. Obecně lze značení pomocí amputace ploutví označit jako přežitou a nemoderní metodu, která je v mnoha ohledech neslučitelná se současnými trendy v oblasti chovu i výzkumu ryb, i když je její využití zejména z ekonomických důvodů často tolerováno.

Finanční náročnost: minimální, potřeba jsou pouze nůžky a dezinfekční přípravek.

Náročnost značení: nízká, lze provádět samostatně, lépe však ve dvou, je možno označit několik ryb za minutu.

Náročnost identifikace: v období do 1 roku od označení většinou bezproblémová, později ovlivněna regenerací ploutve.

Výhodou je možnost použití i pro relativně malé ryby, technická i časová nenáročnost, nulová cena a poměrně snadná identifikace označených ryb.

Nevýhodou je významné narušení welfare ryb a již zmíněná možnost jejich zaplísnění či infekce. Limitující je rovněž skutečnost, že ploutve ryb po čase regenerují, což může ztížit identifikaci ryby po delší (více než rok) době od označení. U kapra bývá zastřížení ploutví každoročně obnovováno.



Obr. 1. Lín obecný označený amputací prsní ploutve (Foto J. Turek).

4.4. Kryogenní metoda, vymražování (značení pomocí tekutého dusíku)

Tento způsob značení spočívá v porušení inervace melanoforů v pokožce ryb pomocí nízké teploty a následné změny zbarvení ošetřeného místa. Provádí se přiložením kovové (nejčastěji hliníkové) matrice namražené ponořením do tekutého dusíku k pokožce ryby (obr. 2B). Matrice má tvar písmene nebo čísla, je tedy využitelná pro individuální i skupinové značení. Vzniklá jizva má stejný tvar jako použitá matrice a odlišné zbarvení než okolní pokožka a je vizuálně dobře identifikovatelná (obr. 2D). Její viditelnost se v průběhu času zhoršuje a po cca dvou letech je nutno značení opakovat. Tato metoda je používána u ryb se silnou kůží bez šupin, nebo s malými šupinami. Z našich ryb se jedná zejména o lysá plemena kaprů a lína, výjimečně byli takto značení generační pstruzi. Při značení je nutno dodržovat zásady bezpečnosti práce, spočívající v použití rukavic, obličejového štítu a plastové (gumové) zástěry (obr. 2A). Nádoba

s tekutým dusíkem musí být umístěna tak, aby bylo minimalizováno nebezpečí převrnutí. Při samotné manipulaci s rybami je vhodné použití anestezie nebo alespoň dokonalé znehybnění ryby na navlhčené podložce (hadr, molitan). To platí zejména při značení velkých ryb, např. generačních kaprů. Po označení je nutné postiženou oblast pokožky dezinfikovat, jinak hrozí zaplísnění (obr. 2C). Tato metoda značení je vhodná zejména pro větší chovatele, neboť je nutné mít zdroj tekutého dusíku pro namražení matric. Vzhledem k nutné minimální velikosti matric je kryogenní značení použitelné pro ryby až od určité velikosti (např. pro minimálně dvouleté kapry).

Finanční náročnost: počáteční náklady na pořízení matric, nádob na dusík a ochranných pomůcek jsou minimální. Nutno mít zdroj tekutého dusíku.

Náročnost značení: Minimální, nutno provádět alespoň ve dvou, označit 1 rybu s následnou dezinfekcí trvá zhruba 1 minutu.

Náročnost identifikace: Bezproblémová, po delší době ovlivněna regenerací.

Výhodou značení pomocí tekutého dusíku je jeho cenová nenáročnost v případech kdy má chovatel k dispozici tekutý dusík a vhodné matrice a rovněž malá časová a technická náročnost.

Nevýhodou je možnost zaplísnění označené ryby a postupné zhoršování rozeznatelnosti značky.



Obr. 2. Značení tekutým dusíkem. A: potřeby pro značení (polystyrenová nádoba na tekutý dusík, molitanová podložka, stříčka s dezinfekcí, matrice, obličejový štít). B: přiložení namražené matrice k pokožce ryby. C: dezinfekce místa značení roztokem manganistanu draselného. D: značka bezprostředně po aplikaci (Foto J. Turek).

4.5. Externí značky (přívěsné značky, terčíky apod.)

Přívěsné značky jsou jedním z nejstarších a nejčastěji používaných způsobů značení ryb. V minulosti byly často používané jednoduché identifikační prostředky jako barevné nitě, případně plastové nebo kovové terčíky připevněné k rybě nejčastěji nylonovou nití. Připevněny byly nejčastěji k hřbetní ploutvi nebo do svaloviny v jejím okolí. Dnes jsou v této podobě využívány především při sledování růstu ryb ve sportovních revírech, neboť jsou snadno detekovatelné a umožňují umístění informací pro rybáře, kam má údaje o ulovené rybě (popř. i samotnou značku) zaslat.

V současnosti jsou komerčně vyráběny různé typy přívěsných značek různých typů s různými způsoby připevnění k rybímu tělu. Mají podobu malých plastových terčíků, které se připevňují pomocí plastového vlákna, nebo podlouhlých plastových tyčinek s háčkem, pomocí kterého se ukotvují ve svalovině (obr. 3). Nejčastěji jsou aplikovány do svaloviny v oblasti hřbetní ploutve, kde se kotvicím háčkem zachytí o kosti vedoucí k jednotlivým paprskům ploutve. Jiné typy je možné aplikovat do tělní dutiny nebo přichytit pomocí umělohmotného lanka mělce do svaloviny v jiné části těla. Výrobci uvádí možnost objednávky různě dlouhých a barevných značek s popisem v různých jazycích. Některé typy značek se aplikují ručně, k jiným je možné objednat aplikátor umožňující rychlou a snadnou automatickou aplikaci velkého počtu značek. Vzhledem k unikátnímu kódu jsou přívěsné značky používány pro individuální značení, různé barvy značek usnadňují rozdělení ryb do skupin. Podrobné informace o různých typech externích značek lze nalézt na webech výrobců, např. HALLPRINT (www.hallprint.com) nebo FLOYTAG (www.floytag.com).

Finanční náročnost: střední, cena značek je stanovována podle požadavků zákazníka. Např. 100 ks nejmenších T-bar značek stojí cca 2 000 Kč (včetně popisu značek zadaného uživatelem), automatický aplikátor 1 330 Kč, náhradní jehly k aplikátoru 300 Kč/ks (Hallprint, 2014, osobní sdělení). Ceny dalších značek a vybavení lze na vyžádání zjistit od výrobců po zadání individuálních požadavků.

Náročnost značení: nízká až střední, možno provádět samostatně, lépe však ve dvou. Pomocí automatického aplikátoru lze označit i několik ryb za minutu, pomocí ručního aplikátoru trvá označení a následná dezinfekce zasaženého místa zhruba minutu v závislosti na typu značky.

Náročnost identifikace: většinou bezproblémová, v případě znečištění značky je nutné očištění.

Dodavatelé: např. HALLPRINT (www.hallprint.com); FLOYTAG (www.floytag.com). Zastoupení v ČR není autorům známo.

Výhodou tohoto typu značek je relativně snadná a rychlá aplikace, nízká

cena a velká variabilita typů a velikostí značek. Značky jsou rovněž dobře identifikovatelné, je možno na ně umístit mnoho údajů a mají dlouhou dobu retence.

Nevýhodou je nutnost zásahu do těla ryby a s tím související možnost nákazy či zaplísnění. Nutná je také určitá zkušenost personálu, který provádí značení. Vzhledem k nutné minimální velikosti značky je použití těchto značek možné až od určité velikosti jedince. Přesná identifikace kódu může být ohrožena oděrem značky, nebo nárůstem řas. U tohoto typu značek hrozí rovněž vyšší ztráty značek zejména při manipulaci s větším množstvím ryb v sítích.



Obr. 3. Různé typy externích značek (nahore), aplikace externí značky pod hřbetní ploutev (dole) (Foto Hallprint).

Dalším typem externích značek jsou terčíky, které se přichytávají k různým částem těla ryby, nejčastěji ploutvím, skřelím nebo i skrz hřbetní svalovinu. Jednou z prvních značek použitých pro studium rybích populací již na konci 19. století byl Petersonův disk (Latour, 2005). Jeho princip spočívá ve dvou plastových discích umístěných po stranách jedince spojených čepem či ocelovým drátkem skrz hřbetní ploutev nebo svalovinu pod ní. V dnešní době se již nevyužívá z důvodu značného ovlivnění života označeného jedince. V průběhu doby se však dočkal mnoha modifikací a je podkladem pro některé dnes používané značky, fungující na stejném principu. U nás jsou terčíky využívány zejména pro značení jeseterů, kterým jsou upevňovány na prsní ploutve, které jsou u těchto ryb anatomicky mimořádně vhodné pro umístění tohoto typu značek (obr. 4A). Stejně jako u ostatních přívěsných značek jsou tyto terčíky opatřeny unikátním kódem (vyraženým, nebo napsaným voděodolnou barvou) pro identifikaci konkrétního jedince. Jejich různé barvy pak opět umožňují velmi snadnou identifikaci skupinové příslušnosti označené ryby (pohlaví, věk, ošetření apod.). Jejich upevnění se provádí pomocí speciálních kleští (obr. 4B).

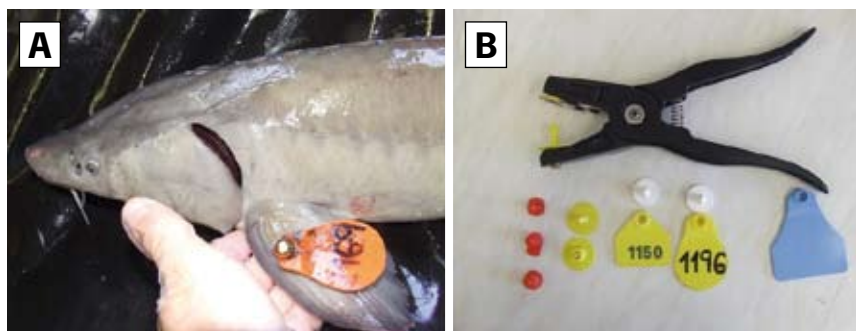
Finanční náročnost: nízká až střední, cena značek se pohybuje v rozmezí 5–15 Kč/ks, cena aplikačních kleští do 1 000 Kč.

Náročnost značení: nízká, možno provádět samostatně, lépe však ve dvou. Označení jedné ryby trvá zhruba minutu.

Náročnost identifikace: většinou bezproblémová, v případě znečištění značky je nutné očištění.

Dodavatelé: Dita Tábor (www.dita.cz); Hema Malšice (www.hema.cz).

Výhody a nevýhody přívěsných terčíků jsou totožné s výše popsányými externími značkami.



Obr. 4. A: přívěsný terčík upevněný na prsní ploutvi jesetera. B: různé velikosti přívěsných terčíků a kleště používané k jejich aplikaci (Foto J. Turek).

4.6. Kódované drátkové mikroznačky (Coded wire tags – CWT)

Tyto značky jsou kousky zmagnetizovaného drátku z nerezavějící oceli o průměru 0,25 mm, na nichž je laserem vypálen kód (obr. 5). Délka značek se pohybuje od 0,5 mm do 2,2 mm. Značky se aplikují pomocí aplikátoru, pracujícího na principu jehly s pístem uvnitř. Výrobce, americká firma Northwest Marine Technology (www.nmt.us), nabízí ruční i automatické aplikátory. Nejčastěji se umísťují do rostra (obr. 6) nebo lícního svalu. Vzhledem k velikosti značek je aplikace poměrně snadná a rozsah poranění značené ryby je minimální. Po znovudlovení ryby lze přítomnost značky detekovat pomocí čtečky, pracující na principu detektoru kovů. To lze využít pro skupinové značení. Pro možnost identifikace konkrétního jedince (individuální značení) je nutno značku vyjmout z těla ryby, což je v naprosté většině případů spojeno s nutností usmrcení. Kód vyleptaný na vyjmuté značce je poté možné přečíst pomocí binolupy, mikroskopu, případně speciální čtečky dodávané výrobcem. Kódované mikroznačky v kombinaci se zastřížením ploutve jsou nejčastějším způsobem značení lososovitých ryb v Severní Americe podle Vander Haegen a kol. (2005). Autor dále uvádí, že aplikace CWT značky nemá významný vliv na označené ryby.

Finanční náročnost (2014): značky: 152 USD/1 000 ks, ruční aplikátor 110 USD, ruční přenosný detektor 3 750 USD, přenosný zobrazovač 200 USD. Ceny dalšího vybavení na webu výrobce.

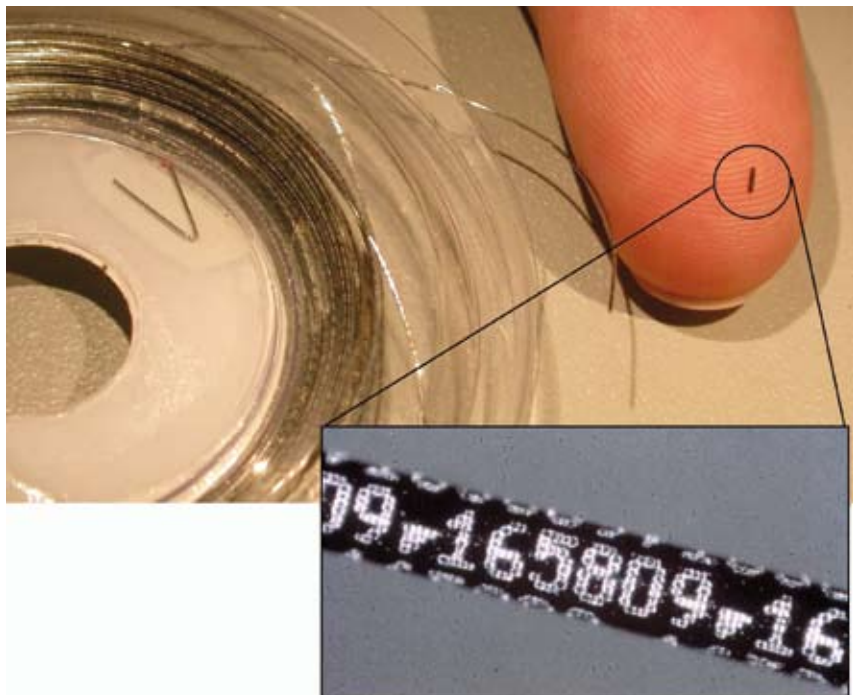
Náročnost značení: nízká až střední, možno provádět samostatně. Při ruční aplikaci lze označit několik ryb za minutu.

Náročnost identifikace: Samotná detekce značky pomocí detektoru snadná a rychlá. Čtení kódu na vyjmuté značce je náročné a je nutno mít k dispozici binolupu či mikroskop.

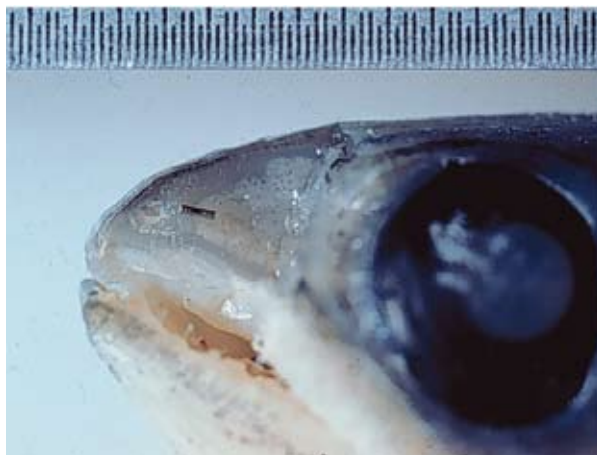
Dodavatelé: Northwest Marine Technology, (www.nmt.us). Zastoupení v ČR není autorům známo.

Výhodou CWT značek je možnost individuálního označení velmi malých ryb, snadná a rychlá aplikace a minimální rozsah poranění s ní spojeného. Předností je rovněž prakticky neomezená retence značek a jejich téměř nulová ztrátovost.

Nevýhodou je již zmíněná nutnost usmrcení ryby kvůli vyjmutí a následné identifikaci značky a časově náročná a pracná identifikace kódu na značce spojená opět s vlastnictvím vhodného zvětšovacího zařízení.



Obr. 5. Kódované mikroznačky CWT (Foto Northwest Marine Technology).



Obr. 6. CWT značka aplikovaná do rostra ryby (Foto Northwest Marine Technology).



Obr. 7. Značící sada pro aplikaci elastomerů (VIE) (Foto T. Randák).

4.7. Elastomery (Visible Implant Elastomer - VIE)

Elastomery jsou interní, vizuálně detekovatelné značky vytvořené podkožní aplikací dvousložkového biokompatibilního elastomeru (obr. 7). Jejich použití je vhodné zejména pro skupinové značení (různé barvy), aplikace více značek na jednoho jedince a jejich různá lokalizace však u malého počtu ryb (do 50 ks) umožňuje i individuální označení. Elastomery lze aplikovat i velmi malým rybám od velikosti cca 50 mm. Aplikace se provádí tenkou injekční jehlou (inzulínkou) ve speciálním aplikátoru (není nezbytný) pod průhlednou pokožku nejčastěji na hlavě, nebo mezi paprsky ploutví (obr. 8). Před samotnou aplikací je nutné smíchání vlastního elastomeru s tvrdidlem v poměru předepsaném výrobcem (Northwest Marine Technology, www.nmt.us). Smíchání obou složek způsobí, že aplikovaný, původně tekutý elastomer pod pokožkou ryby vytvrdne do podoby plastického válečku. Samotný elastomer je inertní a proto nepůsobí negativně na tkáň v okolí místa aplikace. Použití inzulinové jehly také působí jen drobné narušení pokožky ryby, a proto je minimalizované riziko zranění či následného zaplísnění nebo infekce. Elastomery jsou dodávány v 10 barevných variantách, z nichž některé jsou fluorescenční. Jejich detekovatelnost lze pak zlepšit použitím UV světla. Značky jsou okem identifikovatelné po dobu dvou let i déle (obr. 8), v závislosti na změnách zbarvení a průhlednosti pokožky v místě aplikace v průběhu růstu ryby. Ztrátovost VIE značek je ovlivněna místem aplikace, stupněm poškození tkáně při aplikaci a zkušenostmi značící

osoby. McMahon a kol. (1996) zaznamenali u 4 druhů lososovitých ryb ztráty značek VIE v průběhu 30–430 dnů po aplikaci v rozmezí 2–50 %, přičemž nejvýznamnější byly v průběhu prvních 100 dnů experimentu. U kaprovitých ryb (plotice obecné *Rutilus rutilus* L., jelce tlouště *Squalius cephalus* L. a jelce jesena) zjistil Bolland a kol. (2009) po prvním měsíci od označení nižší ztrátovost VIE značek (2–4%) při značení na hlavě než na ploutvích (10–22%). Ztrátovost po 6 měsících byla naopak nižší u značek umístěných v ploutvích (11–23%), než na hlavě (42–79%). Při jednoduchém skupinovém značení (rozdílné barvy pro každou skupinu) lze ztrátovost značek eliminovat aplikací více značek stejné barvy na každou rybu. Při značení ryb elastomery je třeba vždy použít vhodnou anestezii.

Finanční náročnost (2014): značky: 6 ml elastomeru s tvrdidlem (postačí pro označení řádově stovek ryb) a pomůckami pro aplikaci mimo ručního aplikátoru 110 USD, ruční aplikátor: 32 USD. Ceny dalšího vybavení na webu výrobce.

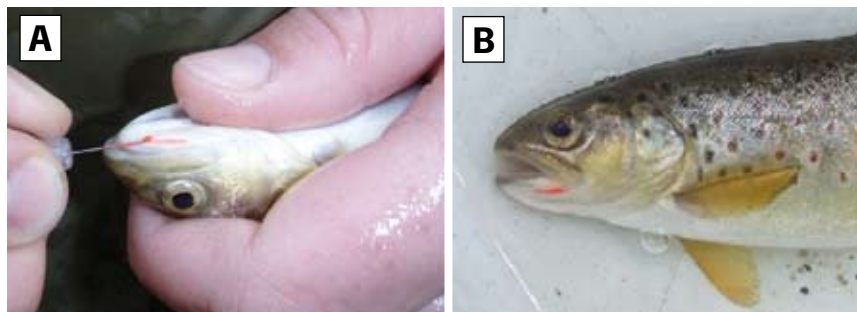
Náročnost značení: střední, závisí na zkušenostech značitele, možno provádět samostatně. Lze označit několik ryb za minutu.

Náročnost identifikace: vizuální, bezproblémová v době 1–2 roky po označení, později možné ztížení.

Dodavatelé: Northwest Marine Technology, (www.nmt.us). Zastoupení v ČR není autorům známo.

Výhodou této metody značení je relativně nízká pořizovací cena (včetně aplikátorů), minimalizace poškození značeného jedince a možnost aplikace i detekce značky v terénních podmínkách. Předností elastomerů je také možnost aplikace i malým rybám.

Nevýhodou je složitější aplikace značky, vyžadující od osoby provádějící značení jisté zkušenosti. Rozpoznatelnost značky může být ovlivněna změnou zbarvení či průhlednosti pokožky vlivem růstu označené ryby, značka pak může být snadno přehlédnuta.



Obr. 8. Aplikace elastomeru (vlevo). Pstruh obecný (*Salmo trutta*, L.) označený elastomerem (vpravo) (Foto J. Turek).

4.8. Alfanumerické štítky (Visible implant alpha - VIA tags)

Tyto značky určené pro individuální značení jsou tvořeny biokompatibilním plastickým (elastomer) štítkem o rozměrech 2,7 x 1,2 mm, na němž je černou barvou vytištěn kód sestávající z písmene a dvouciferného čísla. Výrobce (Northwest Marine Technology, www.nmt.us) dodává tyto značky ve čtyřech barevných variantách, z nichž každá má 2 500 možných kombinací kódu. Aplikace je prováděna aplikátorem pracujícím na principu ploché jehly s pístem. Značky jsou dodávány na plastové fólii, kde jsou v řadách překryty průhledným gelem (obr. 9). Před vlastní aplikací je vhodné potřebný počet odstřížených značek na fólii namočit do vody. Poté se značky nasunují do aplikátoru a po vpíchnutí hrotu aplikátoru pod průhlednou pokožku ryby (nejčastěji na hlavě) se vysunutím pístu umístí na požadované místo (obr. 10). Přitom je třeba dávat pozor, aby nedošlo k výraznému narušení pokožky v okolí místa aplikace, které by způsobilo vypadnutí značky. Implantace je poněkud náročnější z hlediska zručnosti značitele. Na jeho zkušenostech a šikovnosti závisí následná ztrátovost značek. Ta je udávána okolo 20 % (např. Rikardsen a kol., 2002). Ke ztrátám značek dochází většinou krátce po jejich aplikaci, vlivem poškození pokožky v okolí značky. Proto je při aplikaci těchto značek nezbytné použití anestezie. VIA štítky je možné aplikovat rybám od velikosti cca 10 cm. Po znovuodlovení ryb jsou značky vizuálně detekovatelné, stejně jako u elastomerů lze značku zvýraznit pomocí UV-světla. Různé barvy štítku umožňují rychlé a snadné rozdělení ryb do skupin při odlovu, kód poté umožní identifikaci konkrétní ryby.

Finanční náročnost (2014): střední, cena značky je 0,75 USD/ks, aplikátoru 130 USD. Ceny dalšího vybavení na webu výrobce.

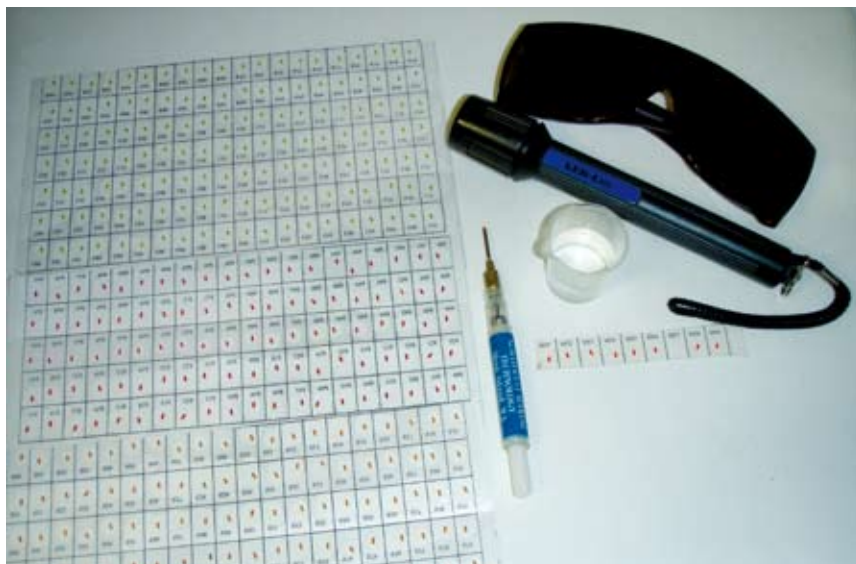
Náročnost značení: střední, závisí na zkušenostech značitele, možno provádět samostatně. Označení jedné ryby včetně nasunutí značky do aplikátoru trvá 1–3 minuty.

Náročnost identifikace: vizuální, většinou bezproblémová v době 1–2 roky po označení, později se zhoršuje.

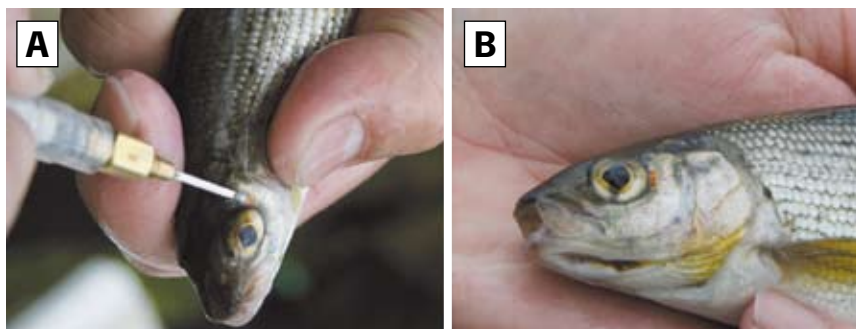
Dodavatelé: Northwest Marine Technology, (www.nmt.us). Zastoupení v ČR není autorům známo.

Výhodou VIA štítků je možnost aplikace i detekce v terénu, minimální poškození značeného jedince.

Nevýhodou je náročnější aplikace značky, vyžadující zručnost a zkušenosti značitele. Stejně jako u elastomerů může dojít ke zhoršení čitelnosti značky. Také je nutno počítat s vyšší ekonomickou náročností metody.



Obr. 9. Značící sada pro aplikaci VIA štítků (Foto T. Randák).



Obr. 10. Aplikace VIA značky (vlevo). Lipan podhorní s aplikovanou VIA značkou (vpravo) (Foto J. Turek).

4.9. Radiofrekvenční identifikační systémy (RFID – Radio frequency identification systems)

Tyto způsoby individuálního značení jsou založeny na implantaci transpondéru (nesprávně „čipu“) do těla ryby a jeho následné bezkontaktní aktivaci a detekci čtecím zařízením pomocí rádiových vln. Jde o častý způsob

značení zejména generačních ryb v plemených chovech. Pro značení ryb jsou používány pasivní transpondéry (tagy), nazývané PIT (Passive Integrated Transponder) tagy (obr. 11A). Jejich životnost není časově omezena. Jsou tvořeny paměťovým čipem s miniaturní cívkou a kondenzátorem zapouzdřeným biokompatibilním sklem do válečku o průměru 2 mm a délce 11–15 mm. Ty se injektují do těla ryby pomocí aplikátoru, pracujícího na principu jehly s pístem (obr. 11B). Nejčastější lokací transpondéru je hřbetní svalovina v oblasti prvního paprsku hřbetní ploutve. Jehla s transpondérem se zapíchne pod úhlem cca 30° do hloubky přibližně 1,5 cm (nutno korigovat dle velikosti značené ryby) a následně je transpondér stlačením pístu vysunut do tkáně ryby (obr. 11C). Při aplikaci je třeba dát pozor na vtlačení šupin, popř. zanesení nečistot do rány, jinak hrozí hnisání či infekce rány. To může ovlivnit zdravotní stav značené ryby a vést až k jejímu úhynu, ale rovněž zvyšuje riziko vypadnutí aplikovaného transpondéru z rány. Aplikátor je možné používat opakovaně pro několik ryb, předpokladem však je dezinfekce jehly (např. v etanolu). I při tomto způsobu značení by mělo být vždy použito anestetikum, které usnadní nejen manipulaci s rybou, ale minimalizuje i riziko jejího nenadálého pohybu a následného poranění v průběhu aplikace transpondéru. Po aplikaci je nutné místo vpichu ošetřit dezinfekčním prostředkem.

Vzhledem k velikosti transpondéru je možný PIT tag systémem značit ryby až od určité velikosti (cca 20 g). U menších ryb může mortalita způsobená aplikací „čipu“ dosahovat až 30 %, jak publikoval Richard a kol. (2013) na příkladu pstruhů o celkové délce menší než 55 mm. V případě větších ryb (nad 200 g) lze při dodržení všech pravidel a hygieny předpokládat, že aplikace transpondéru nebude mít vliv na růst a zdravotní stav značené ryby. Ztrátovost značky je v případě PIT tagů udávána do 4 % (Ombredane a kol., 1998; Prentice a kol., 1990).

Detekce implantovaného transpondéru probíhá bezkontaktně pomocí čtecího zařízení. Ve chvíli, kdy se transpondér ocitne v elektromagnetickém poli antény (čtečky), v cívce se indukuje napětí, které nabíjí kondenzátor. To umožní odeslat informaci uloženou v paměti do čtecího zařízení, které signál dekóduje a odešle na komunikační rozhraní. Vlastní kód, představovaný většinou číselnou řadou (např. 15místnou), se pak zobrazí na displeji čtečky. Zobrazený kód je možné přímo přenést a zobrazit v počítači (např. v programu Excel), který je možné s čtečkou propojit pomocí kabelu (např. USB). Pro komunikaci se čtecím zařízením je nutné nainstalovat do PC program dodávaný výrobcem zároveň se čtečkou (obr. 11D).

Touto metodou značení je možno při použití speciálních zařízení sledovat aktivně i pohyb označených ryb, např. jejich průchod rybím přechodem. Předpokladem je instalace čtecího rámu (brány) nad úzkou a mělkou část toku, do které jsou ryby směřovány.

Finanční náročnost (2014): střední až vysoká, cena jednoho transpondéru se pohybuje od 1,5 € za kus při objednávce přímo od výrobce (závisí na množství objednaných kusů) po 150–170 Kč/ks při objednávce od dodavatelů v ČR. Cena čteček se pohybuje v rozmezí 4–25 tis. Kč.

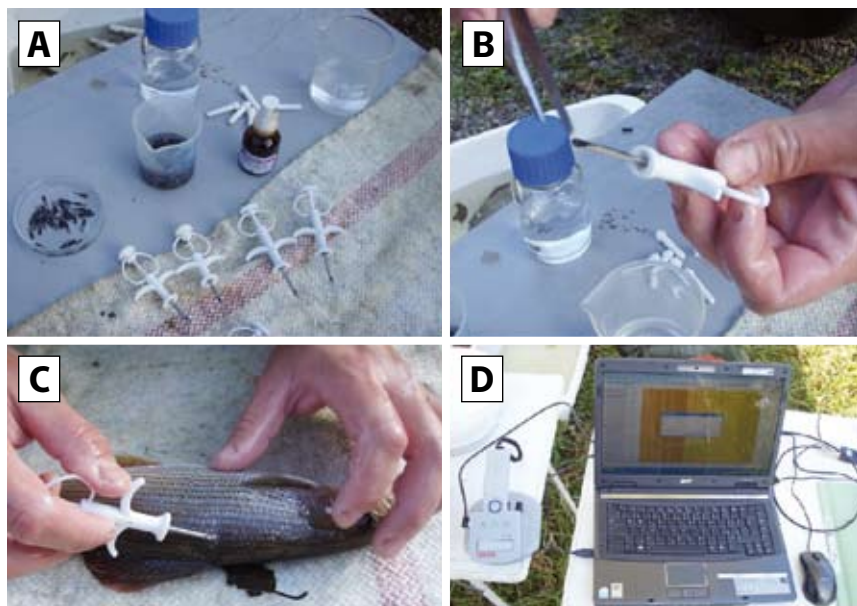
Náročnost značení: nízká, možno provádět samostatně, lépe ve dvou. Označení jedné ryby včetně nasunutí značky do aplikátoru trvá do 1 minuty včetně dezinfekce.

Náročnost identifikace: pomocí čtečky, bezproblémová i po dlouhé době po označení. Výhodou je připojení čtečky k notebooku.

Dodavatelé: www.trovan.com; www.aegid.de. V ČR např. Maria Vet s.r.o. (www.mikrocipy.cz).

Výhodou značení ryb transpondéry je prakticky nulová ztrátovost značek, jejich neomezená životnost a rychlá, jednoznačná detekce bez nutnosti použití aneszie.

Nevýhodou je především cena, a to jak samotné značky, tak nutná investice do detekčního zařízení (čtečky) a výpočetní techniky, nezbytné pro zaznamenání kódů. Jistou nevýhodou této metody představují možné zdravotní komplikace po implantaci transpondéru, především u menších ryb.



Obr. 11. A: pomůcky pro aplikaci transpondérů. B: Nasouvání transpondéru do aplikační jehly. C: aplikace transpondéru do svaloviny lipana podhorního. D: čtečka připojená k notebooku pro identifikaci ryb označených PIT tagy v terénu (Foto J. Turek).

4.10. Telemetrické metody

Telemetrické metody jsou založené na sledování volně žijících živočichů pomocí signálů produkovaných vysílači na různých frekvencích. Vzhledem k jejich finanční a technické náročnosti jsou využívány pouze pro sledování ryb v rámci vědeckých studií, v chovatelské praxi se nepoužívají. Jejich vznik a pozdější rozšíření jsou považované za jeden z nejdůležitějších kroků ve studiu chování ryb (Trefethen, 1956; Winter, 1996). Podle frekvencí se telemetrie dělí na akustickou využívající frekvenci 20–300 kHz a na radiotelemetrii využívající frekvenci 30–170 Mhz. Akustická telemetrie není limitovaná hloubkou vody nebo její vodivostí. Často se tak používá pro sledování ryb v mořích, jezerech nebo údolních nádržích (Lucas a Baras, 2001). Přesnost a celková funkčnost akustické telemetrie může být negativně ovlivněna vodní vegetací, termoklinami a vodními turbulencemi. Další limitací této metody je nutnost příjmu signálu hydrofonem ponořeným ve vodě. Mimo jiné je tak obtížné realizovat sledování v zimě pod ledem. Ryby rovněž nelze při migracích na velké vzdálenosti sledovat například z letadla, jak je tomu běžné při studiu migrací lososů pomocí radiotelemetrie.

Radiotelemetrie je naopak vhodná pro sladkovodní říční ekosystémy s vodivostí nižší než 800 μS a hloubkou nepřesahující 10 metrů (www.lotek.com). Negativní vliv hloubky a vodivosti na průchod radiového signálu vodou se sčítá. V případě nízké vodivosti (200 μS a nižší) tak lze uvažovat o využití radiotelemetrie v hlubších vodách a naopak. Pokud se hodnoty jmenovaných parametrů blíží stanoveným limitům, je před zahájením studie vždy vhodné provést měření průchodu signálu vodou s pomocí kontrolní vysílačky. Kromě parametrů vody je příjem signálu ovlivňován rovněž dalšími rušivými faktory, jako je přítomnost rozvodné sítě vysokého napětí nebo jiných výkonných vysílačů na lokalitě. Funkčnost radiotelemetrie tak může být značně omezena v intravilánu velkých měst. Výhodou radiotelemetrie je příjem signálu pomocí antény umístěné mimo vodní prostředí. Zaměření ryb je tak možné realizovat nejen ze břehu, ale i z automobilu nebo letadla (McCleave a kol., 1978). Překážkou pro průchod signálu není ani ledová pokrývka.

Z hlediska způsobu aplikace lze vysílačky rozdělit na externí, přichycené většinou ke hřbetní ploutvi, a vysílačky interní. Interní se dále dělí na vysílačky aplikované orální cestou a na vysílačky aplikované chirurgicky do intraperitoneální dutiny (obr. 12). Poslední jmenovaný typ vysílačky je nejrozšířenější a rovněž nejvíce univerzální z hlediska možností využití. Podrobnosti týkající se chirurgické implantace vysílaček včetně jejich doporučené velikosti uvádí Kolářová a kol. (2014).

Pro korektní interpretaci výsledků získaných pomocí telemetrických metod je nutné odhadnout přesnost určení pozice ryby na sledované lokalitě. Za tímto

účelem se používá opakované zaměření kontrolní vysílačky umístěné v různých částech toku. Obvyklá přesnost se u radiotelemetrie pohybuje v rozsahu jednoho až tří metrů (např. Slavík a Horký, 2009).

Telemetrické metody nabízí možnost sledovat pozici ryb v jednorozměrném, ale i dvou nebo trojrozměrném prostoru. Sledování v jednorozměrném prostoru se realizuje zejména v říčním prostředí, kde je předmětem zájmu pohyb ryb v podélném profilu toku (Marmulla a Ingendahl, 1996; Lucas a Frear, 1997). Pokud je cílem určit i vzdálenost ryby od břehu a obecně co nejpřesněji stanovit její pozici v dvourozměrném prostoru, používá se tzv. biangulace (White a Garrot, 1990). Při ní se ze dvou vzdálených bodů lokalizovaných pomocí GPS změří úhel určující směr, odkud na dané místo přichází nejsilnější signál. Průsečík přímků směřujících pod daným úhlem z bodů o známých souřadnicích následně určí odhadovanou pozici ryby (obr. 13). Sledování v trojrozměrném prostoru (třetím rozměrem je hloubka, ve které se ryba nachází) zůstává vyhrazené pro akustickou telemetrii realizovanou minimálně pomocí čtyř hydrofonů rozmístěných na lokalitě (Lucas a Baras, 2001). Pozice ryby je následně určená rozdílem mezi časy, kdy jednotlivé hydrofony zaznamenají signál vysílačky.

Získání dat o pozicích ryb je možné dvěma základními způsoby. Prvním je využití stacionární automatizované stanice (Eiler, 1995). Stanice v předem daných intervalech sbírá a ukládá veškeré ozvy získané pomocí stabilně umístěných antén/hydrofonů (obr. 14). Základní stacionární stanice slouží pouze k detekci přítomnosti označených jedinců ve sledovaném prostoru. Jejich využití je obvyklé například pro detekci překonání migrační překážky (Gowans a kol., 1999). Sofistikovanější stanice vybavené více anténami/hydrofony jsou schopné sledovat i habitatové preference a pohybovou aktivitu ryb vyskytujících se v dosahu antén (Horký a kol., 2007). Druhým možným způsobem získání dat o pozicích ryb je jejich manuální sledování pomocí přenosných přijímačů (obr. 15) a antén/hydrofonů. Zejména v případě radiotelemetrie se jedná o nejčastěji používaný postup (Lucas a Baras, 2001).

Využití telemetrických dat je velmi široké. Mimo jiné mohou sloužit k popisu migrační aktivity, její vzdálenosti, směru, načasování i cílového prostředí migrace (Fredrich, 2003). Pomocí telemetrie je možné rovněž sledovat diurnální rytmy (Harvey a Nakamoto, 1999), velikost a strukturu domácího okrsku (Winter, 1977), interakce mezi jedinci (Slavík a Horký, 2009), nebo jejich habitatové preference (Horký a kol., 2008). Prostorové informace lze v případě použití specifických vysílaček kombinovat s měřením teploty a hloubky okolního prostředí, případně svalové aktivity ryb (např. Cooke kol., 2004). Design každého telemetrického experimentu je nutné dopředu pečlivě naplánovat a proměnné jako je četnost lokalizace jedinců přizpůsobit požadovaným cílům. Za účelem získání adekvátních dat pro analýzu migrační aktivity je vhodné ryby lokalizovat v týdenních intervalech. Pro odpovídající analýzu diurnálních rytmů, domácího

okrsku a dalších podrobných charakteristik chování ryb lze jako dostatečnou považovat lokalizaci v tříhodinových intervalech během 24 hodin.

Finanční náročnost (2014): vysoká, cena jedné vysílačky se pohybuje v tisících Kč v závislosti na typu, cena přijímače v desítkách tisíc Kč.

Náročnost značení: vysoká, jedná se o operační zákrok, prováděný veterinárním lékařem. Aplikace jedné vysílačky trvá přibližně 5 minut.

Náročnost identifikace: vysoká, pomocí přijímače, nutno provádět většinou minimálně ve dvou. Možnost umístění detekčních rámců – automatická detekce.

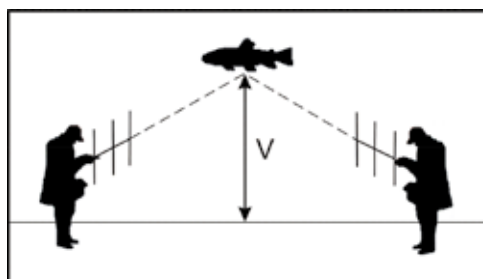
Dodavatelé: www.lotek.com. Zastoupení v ČR není autorům známo.

Výhodou telemetrických systémů je možnost lokalizace aktuální polohy označené ryby bez nutnosti jejího znovuodlovení. Lokalizaci je možné realizovat kdykoliv po dobu životnosti vysílačky.

Nevýhodou je pak cena samotných vysílaček a sledovacího zařízení, stejně jako personální a časová náročnost detekování označených ryb.



Obr. 12. Aplikace telemetrického vysílače do intraperitoneální dutiny (Foto P. Horký).



Obr. 13. Schematické znázornění principu určení pozice ryby pomocí biangulace (P. Horký).



Obr. 14. Umístění antén stacionární automatizované stanice na Labi ve Hřensku (Foto P. Horký).



Obr. 15. Telemetrický přijímač Lotek SRX 400 (Foto P. Horký).

4.11. Další metody elektronického značení

Vedle telemetrie byly v posledních letech vyvinuty další metody elektronického sledování použitelné pro ryby.

Jednou z metod je využití akustických značek (tagů), detekovatelných pomocí hydrofonů. Tato metoda je využívána většinou pro mořské prostředí, kde nelze použít klasickou telemetrii (více informací např.: www.htisonar.com). Další metody jsou založeny na interní či externí aplikaci elektronických značek, které průběžně zaznamenávají zeměpisnou polohu označeného jedince, hloubku a teplotu vody, ve které se pohybuje, rychlost pohybu, případně

i základní tělesné funkce, např. tepovou frekvenci. V některých případech je značka schopna pomocí systému GPS a družic odesílat naměřené údaje bez nutnosti znovuodlovení označené ryby. Jiné typy vyžadují pro získání naměřených údajů znovuzískání značky. To může být umožněno buď odlovením označené ryby a vyjmutím značky, nebo uvolněním externě připevněné značky po uplynutí stanovené doby a jejím vyplutím na hladinu. Zde pak značka vysílá signál, umožňující její lokalizaci. Další informace o těchto metodách lze nalézt např. na: <http://www.microwavetelemetry.com>; www.alphamach.com. Tyto metody elektronického značení jsou finančně náročné jak cenou značek, tak potřebného vybavení. Jsou využívány většinou v mořské biologii při studiu nejen ryb, ale i dalších mořských živočichů, včetně savců.

Vzhledem k technologickému pokroku lze očekávat vývoj dalších metod elektronického značení a miniaturizaci a zlevňování těch stávajících. Proto je možné, že v blízké budoucnosti budou některé z těchto metod použitelné a dostupné i pro výzkum ichtyofauny v ČR.

5. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

Vzhledem k rychlému vývoji nových a efektivnějších metod značení ryb, je třeba shrnout a poskytnout komplexní informace o v současnosti nejpoužívanějších způsobech značení, a to jak tradičních, tak nově vyvinutých. To umožní uživateli zorientovat se v aktuální nabídce a zvolit způsob značení ryb, vedoucí k dosažení maxima požadovaných výsledků vzhledem k technickým a finančním možnostem.

6. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika by měla být uplatněna chovateli ryb, majiteli soukromých sportovních revírů, organizacemi obhospodařujícími volné vody (rybářské svazy, správy CHKO, NP apod.) a výzkumnými institucemi, zaměřenými na ichtyologii. Poskytnuté informace by měly napomoci zefektivnit evidenci zejména generačních ryb v produkčních chovech. V managementu volných vod by uplatnění metodiky mělo napomoci k získání informací o přežití, růstu, populační dynamice či migraci ryb ve volných vodách. Tyto informace jsou nezbytné k zefektivnění obhospodařování volných vod, ochraně a podpoře ichtyofauny ČR.

7. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Metodika značení ryb poskytuje informace, umožňující uživateli efektivní výběr v současnosti nejpoužívanějších metod vzhledem k účelu, za jakým je značení prováděno. Shrnuje výhody a nevýhody jednotlivých způsobů značení

z hlediska použitelnosti pro různé druhy a velikostní kategorie ryb, finanční i technické náročnosti a efektivnosti (ztrátovosti značek, úspěšnosti detekce) značení. Na základě poskytnutých informací je tedy možné zvolit ekonomicky nejefektivnější způsob značení ryb pro získání požadovaných informací

8. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Bolland, J.D., Cowx, I.G., Lucas, M.C., 2009. Evaluation of VIE and PIT tagging methods for juvenile cyprinid fishes. *Journal of Applied Ichthyology* 25: 381–386.
- Bumgarner, J.D., Schuck, M.L., Blankenship, H.L., 2009. Returns of Hatchery Steelhead with Different Fin Clips and Coded Wire Tag Lengths. *North American Journal of Fisheries Management* 29: 903–913.
- Cooke, S.J., Thorstad, E.B., Hinch, S.G., 2004. Activity and energetics of free-swimming fish: insight from electromyogram telemetry. *Fish and Fisheries* 5: 21–52.
- Eiler, J.H., 1995. A remote satellite-linked tracking system for studying Pacific salmon with radio telemetry. *Transactions of the American Fisheries Society*, 124: 184–193.
- Fredrich, F., Ohmann, S., Curio, B., Kirschbaum, F., 2003. Spawning migrations of the chub in the River Spree, Germany. *Journal of Fish Biology* 63: 710–723.
- Gowans, A.R.D., Armstrong, J.D., Priede, I.G., 1999. Movements of adult Atlantic salmon in relation to a hydroelectric dam and fish ladder. *Journal of Fish Biology* 54: 713–726.
- Hansen, L.P., 1988. Effects of Carlin tagging and fin clipping on survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released as smolts. *Aquaculture* 70: 391–394.
- Harvey, B.C., Nakamoto, J.R., 1999. Diel and seasonal movements by adult Sacramento pikeminnow (*Ptychocheilus grandis*) in the Eel River, north-western California. *Ecology of Freshwater Fish* 8: 209–215.
- Horký, P., Slavík, O., Bartoš, L., Kolářová J., Randák, T., 2007. Behavioral pattern in cyprinid fish below the weir as detected by radio telemetry. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 679–683.
- Horký, P., Slavík, O., Bartoš, L., 2008. A telemetry study on the diurnal distribution and activity of adult pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), in a riverine environment. *Hydrobiologia* 614: 151–157.
- Kelly, W.H., 1967. Marking fish with dyes. *Transactions of the American Fisheries Society* 96: 163–175.
- Kolářová, J., Svobodová, Z., 2009. Léčebné a preventivní postupy v chovech ryb. *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 88, 30 s.
- Kolářová, J., Velíšek, J., Nepejchalová, L., Svobodová, Z., Kouřil, J., Hamáčková, J., Máchová, J., Piačková, V., Hajšlová, J., Holadová, K., Kocourek, V., Klimánková, E., Modrá, H., Dobšíková, R., Groch, L., Novotný, L., 2012. Anestetika pro ryby (aktualizované vydání z roku 2007). *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 77, 25 s.

- Kolářová, J., Slavík, O., Horký, P., Randák, T., 2014. Implantace telemetrických vysílaček do ryb. Vodňany. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 77, 25 s. (v tisku)
- Latour, R.J., 2005. Tagging methods and associated data analysis. In: Musick, J. A., Bonfil, R. (Eds). Management techniques for elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 474. FAO, Rome, 251 pp.
- Lucas, M.C., Frear, P.A., 1997. Effects of a flow-gauging weir on the migratory behaviour of adult barbel, a riverine cyprinid. *Journal of Fish Biology*, 50: 382–396.
- Lucas, M.C., Baras, E., 2001. *Migration of Freshwater Fishes*, Blackwell Science Ltd, 440 pp.
- Marmulla, G., Ingendahl, D., 1996. Preliminary results of a radio telemetry study of returning Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) in River Sieg, tributary of River Rhine in Germany. In: Baras, E., Philippart, J.C (Eds), *Underwater Biotelemetry*, University of Liège, Belgium, pp. 109–117.
- McCleave, J.D., Power, J.H., Rommel, S.A. Jr., 1978. Use of radio telemetry for studying upriver migration of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Fish Biology* 12: 549–558.
- McMahon, T.E., Dalbey, S.R., Ireland, S.C., Magee, J.P., Byorth, P.A., 1996. Field evaluation of visible implant tag retention by brook trout, cutthroat trout, rainbow trout, and arctic grayling. *North American Journal of Fisheries Management* 16: 921–992.
- Meerbeek, J.R., Bettoli, P.W., 2005. Mass-marking rainbow trout and brown trout fingerlings with oxytetracycline. *Journal of Freshwater Ecology* 20: 555–559.
- O'Grady, M.F., 1984. The effects of fin-clipping, floy-tagging, and fin-damage on the survival and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) stocked in Irish lakes. *Fish Management* 15: 49–58.
- Ombredane, D., Baglinière, J.L., Marchand, F., 1998. The effects of Passive Integrated Transponder tags on survival and growth of juvenile brown trout (*Salmo trutta* L.) and their use for studying movement in a small river. *Hydrobiologia* 371/372: 99–106.
- Prentice, E.F., Flagg, T.A. McCutcheon, C.S., 1990. Feasibility of using implantable Passive Integrated Transponder (PIT) tags in salmonids. *American Fisheries Society Symposium* 7: 317–322.
- Richard, A., O'Rourke, J., Caudron, A., Cattaneo, F., 2013. Effects of passive integrated transponder tagging methods on survival, tag retention and growth of age-0 brown trout. *Fisheries Research* 145: 37–42.
- Rikardsen, A.H., Woodgate, M., Thompson, D.A., 2002. A comparison of floy and soft Vialpha tags on hatchery Arctic charr, with emphasis on tag retention, growth and survival. *Environmental Biology of Fishes* 64: 269–273.

- Slavík, O., Horký, P., 2009. When fish meet fish as determined by physiological sensors. *Ecology of Freshwater Fish* 18: 501–506.
- Thorsteinsson, V., 2002. Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries. Report of Concerted Action FAIR CT.96.1394 (CATAG). Marine Research Institute Technical Report (79), Iceland, 179 pp.
- Trefethen, P.S., 1956. Sonic equipment for tracking individual fish. US Fish and Wildlife Service Special Science Report Fisheries 179, 11 pp.
- Vander Haegen, G.E., Blankenship, H.L., Hoffmann, A., Thompson, D.A., 2005. The Effects of Adipose Fin Clipping and Coded Wire Tagging on the Survival and Growth of Spring Chinook Salmon. *North American Journal of Fisheries Management* 25: 1161–1170.
- Wagner, C.P., Einfalt, L.M., Scimone, A.B., Wahl, D.H., 2009. Effects of Fin-Clipping on the Foraging Behavior and Growth of Age-0 Muskellunge. *North American Journal of Fisheries Management* 29: 1644–1652.
- White, G.C., Garrott, R.A., 1990. Analysis of Wildlife Radio-tracking Data. Academic Press, New York, USA, 383 pp
- Winter, J.D., 1996. Advances in underwater biotelemetry. In: Murphy, B.R., Willis, D.W. (Eds), *Fisheries Techniques*, 2nd Ed., American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, pp. 555–590.
- Winter, J.D., 1977. Summer Home Range movements and habitat use by four largemouth bass in Mary Lake, Minnesota. *Transactions of the American Fisheries Society* 106: 323–330.
- Wydoski, R.S., Emery, L., 1983. Tagging and marking. In: Nielsen, A., Johnsson, D.L. (Eds), *Fisheries techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA, pp. 215–237.
- Zerrenner, A., Josephson, D.C., Krueger, C.C., 2007. Growth, Mortality, and Mark Retention of Hatchery Brook Trout Marked with Visible Implant Tags, Jaw Tags, and Adipose Fin Clips. *The Progressive Fish-Culturist* 59: 241–245.
- <http://www.aegid.de> (cit. 2. 9. 2014)
- <http://www.alphamach.com> (cit. 25. 8. 2014)
- <http://www.dita.cz> (cit. 2. 9. 2014)
- <http://www.floytag.com> (cit. 25. 6. 2014)
- <http://www.hallprint.com> (cit. 3. 6. 2014)
- <http://www.hema.cz> (cit. 2. 9. 2014)
- <http://www.htisonar.com> (cit. 25. 8. 2014)
- <http://www.lotek.com> (cit. 25. 6. 2014)
- <http://www.microwavetelemetry.com> (cit. 25. 8. 2014)

<http://www.mikrocipy.cz> (cit. 2. 9. 2014)

<http://www.nmt.us> (cit. 25. 6. 2014)

<http://www.trovan.com> (cit. 25. 8. 2014)

9. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Kolářová, J., Svobodová, Z., 2009. Léčebné a preventivní postupy v chovech ryb. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 88, 30 s. (dedikace: QF3029, MSM6007665809)
- Kolářová, J., Velíšek, J., Nepejchalová, L., Svobodová, Z., Kouřil, J., Hamáčková, J., Máchová, J., Piačková, V., Hajšlová, J., Holadová, K., Kocourek, V., Klimánková, E., Modrá, H., Dobšíková, R., Groch, L., Novotný, L., 2012. Anestetika pro ryby (aktualizované vydání z roku 2007). Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 77, 25 s. (dedikace: (QF3029, MSM6007665809, CZ.1.05/2.1.00/01.0024, GA JU 047/2010/Z)
- Turek, J., Randák, T., Horký, P., Žlábek, V., Velíšek, J., Slavík, O., Hanák, R. 2010. Post-release growth and dispersal of pond and hatchery-reared European grayling *Thymallus thymallus* compared with their wild conspecifics in a small stream. *Journal of Fish Biology* 76: 684–693. (dedikace: MSM6007665809, QH71305, 80/2006/P-VURH)
- Turek, J., Horký, P., Velíšek, J., Slavík, O., Hanák, R., Randák, T., 2010. Recapture rate and growth of hatchery-reared brown trout (*Salmo trutta* m. *fario*, L.) in Blanice River and the effect of stocking on wild brown trout and grayling (*Thymallus thymallus*, L.). *Journal of Applied Ichthyology* 26: 881–885. (dedikace: MSM6007665809, QH71305, 80/2006/P-VURH, GA USB 047/2010/Z, CZ.1.05/2.1.00/0.1.0024)
- Turek, J., Horký, P., Žlábek, V., Velíšek, J., Slavík, O., Randák, T., 2012. Recapture and condition of pond-reared, and hatchery-reared 1+ European grayling stocked in addition to wild conspecifics in a small river. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 405. (dedikace: QH71305, GA JU 047/2010/Z, CZ.1.05/2.1.00/01.0024)
- Randák, T., Slavík, O., Kubečka, J., Adámek, Z., Horký, P., Turek, J., Vostradovský, J., Hladík, M., Peterka, J., Musil, J., Prchalová, M., Jůza, T., Kratochvíl, M., Boukal, D., Vašek, M., Andreji, J., Dvořák, P., 2013. Rybářství ve volných vodách. FROV JU, Vodňany, 434 s. (dedikace: CZ.1.05/2.1.00/01.0024, TD010045, RVO 60077344, NAZV QH81046)

Externí odborný oponent

Ing. Lukáš Vetešník, Ph.D.

Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno

Interní odborný oponent

Ing. Marek Rodina, Ph.D.

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

Oponent za státní správu

Ing. Vladimír Gall

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

Osvědčení o uplatněné certifikované metodice č. 154/89037/2014-16230

Nmet CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 23. 12. 2014

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

Ing. Jan Turek, Ph.D., turek@frov.jcu.cz (60 %)

doc. Ing. Tomáš Randák, Ph.D., trandak@frov.jcu.cz (10 %)

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod,
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný
ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

Ing. Pavel Horký, Ph.D., horky@af.czu.cz (20 %)

doc. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D., oslavik@af.czu.cz (10 %)

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových
a přírodních zdrojů, Katedra zoologie a rybářství,
Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbát, www.czu.cz

V edici Metodik (technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, www.frov.jcu.cz;

odborný editor: RNDr. Bořek Drozd, Ph.D., Ing. Antonín Kouba, Ph.D.,

redakce: Ing. Blanka Vykusová, CSc., Zuzana Dvořáková;

náklad: 200 ks, 1. vydání;

metodika uplatněna v roce 2014; vytištěna v roce 2014;

grafický design a technická realizace: Profi- tisk group, s.r.o.



Fakulta rybářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



ISBN 978-80-7514-016-6

Vydání a tisk metodiky je uskutečněno za finanční podpory projektu
OP Rybářství 2007–2013
Metodiky I (2014–2015), reg. č. CZ.1.25/3.1.00/13.00477



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ RYBÁŘSKÝ FOND
„Investování do udržitelného rybolovu“