



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

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

---

# Metodika hodnocení hygienické kvality masa ryb z hlediska obsahu cizorodých látek

---

V. Žlábek, D. Červený, R. Grabic, J. Turek, 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

# **Metodika hodnocení hygienické kvality masa ryb z hlediska obsahu cizorodých látek**

---

V. Žlábek, D. Červený, R. Grabic, J. Turek, T. Randák

**Vydání a tisk metodiky je uskutečněno za finanční podpory projektu  
OP Rybářství 2007–2013:**

Metodiky IV (2014–2015); reg. č. CZ.1.25/3.1.00/13.00479



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) – 40 %,  
projektu CENAKVA II(LO1205 v rámci programu NPU I) – 30 %

Optimalizace chovatelských aspektů rybníční a intenzivní akvakultury  
(GAJU 074/2013/Z) (10 %)

Terénní studie na rybářských revírech „Kontaminace ryb z volných vod 2006–2010“  
byla finančně podporována Ministerstvem zemědělství České republiky (20 %)

č. 157

**Vodňany**

ISBN 978-80-7514-021-0



<b>1. CÍL METODIKY</b>	<b>6</b>
<b>2. VLASTNÍ POPIS METODIKY</b>	<b>6</b>
2.1. Úvod	6
2.2. Významné kontaminující látky ve vodním prostředí	7
2.3. Odlov ryb a odběr vzorků pro analýzu	9
2.4. Chemické analýzy	11
2.5. Hodnocení hygienické kvality	12
2.5.1. Porovnání s hygienickými limity	12
2.5.2. Zhodnocení zdravotních rizik ( <i>health risks assessment</i> )	14
2.5.3. Porovnání s expozičními limity	16
2.6. Prezentace výsledků	19
<b>3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“</b>	<b>20</b>
<b>4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY</b>	<b>20</b>
<b>5. EKONOMICKÉ ASPEKTY</b>	<b>20</b>
<b>6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY</b>	<b>21</b>
<b>7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE</b>	<b>24</b>

## 1. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout potenciálním zájemcům účinný nástroj pro hodnocení kontaminace povrchových vod a posouzení hygienické kvality masa ryb pocházejících z volných vod i rybochovných zařízení. V metodice je uveden přehled a stručná charakteristika nejvíce problematických kontaminantů ohrožujících kvalitu rybiho masa a tedy i jeho konzumenty. Je zde popsán postup odběru a zpracování vzorků pro potřeby analytických stanovení významných polutantů. Dále jsou uvedeny aktuální legislativní hygienické a expoziční limity pro obsah cizorodých látek v rybách a popsán postup výpočtu maximálního doporučeného množství rybiho masa pro konzumaci z hlediska koncentrací cizorodých látek, které jsou v něm obsaženy. Metodika obsahuje konkrétní příklady pocházející z volných vod a chovů v ČR.

## 2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

### 2.1. Úvod

Hygienická kvalita potravin je průběžně sledována kontrolními orgány státní správy v rezortu zemědělství, především Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí (SZPI) a v případě živočišných produktů Státní veterinární správou (SVS). Vodní prostředí je neustále zatěžováno cizorodými látkami vypouštěnými v důsledku lidských aktivit a tyto látky mohou představovat zdravotní riziko pro konzumenty vodních organismů. Ryby představují ve vodním prostředí konečný článek potravního řetězce a lze u nich tedy předpokládat výskyt nejvyšších koncentrací cizorodých látek. Analýzou tkání ryb je možné moderními analytickými metodami detekovat širokou škálu polutantů, které mohou představovat zdravotní riziko i při relativně nízkých koncentracích. Celá řada cizorodých látek, které jsou přítomny ve vodním prostředí, nepodléhá biodegradaci a má schopnost kumulovat se v tkáních exponovaných organismů. Koncentrace těchto látek v tkáních rostou se zvyšujícím se věkem a trofickou úrovní organismu.

Sladkovodní ryby jsou v ČR obecně konzumovány v nízké míře. Celková roční spotřeba ryb se dlouhodobě pohybuje mezi 5–6 kg na osobu, z čehož sladkovodní ryby tvoří pouze necelého 1,5 kg na osobu. Výjimku tvoří nezanedbatelná skupina přibližně 300 000 sportovních rybářů a jejich rodin, kteří často konzumují významně vyšší množství ulovených ryb, než je celorepublikový průměr. Ze statistických údajů Českého a Moravského rybářského svazu (ČRS a MRS) vyplývá, že průměrná hmotnost ponechaných ryb sportovními rybáři činí téměř 10,5 kg na osobu.

# METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

Ryby nabízené v tuzemských obchodech podléhají kontinuální kontrole ze strany státních dozorových orgánů ČR a spotřebitelských organizací, takže jejich hygienická kvalita je dostatečně monitorována. Naproti tomu u ryb pocházejících z volných vod a přivlastňovaných sportovními rybáři žádná taková kontrola není z praktického hlediska možná. Jediným způsobem, jak hodnotit hygienickou kvalitu ryb z volných vod, je posouzení kontaminace u reprezentativního vzorku jedinců různých druhů ryb experimentálně odlovených na cílové lokalitě, jejich analýza a následná interpretace výsledků na základě této metodiky.

Z vědeckých prací publikovaných tuzemskými i zahraničními autory je zřejmé, že kontaminace ryb pocházejících z volných vod je u řady cizorodých látek řádově vyšší, než je tomu u ryb pocházejících z akvakultury (Kim a kol., 2012; Celechovska a kol., 2007; Svobodová a kol., 2002). To je způsobeno faktem, že volné vody slouží jako konečný recipient většiny odpadních vod, ať už částečně přečištěných – komunálních a průmyslových, nebo bez jakékoliv úpravy. Dále se díky zemědělské výrobě do vodního prostředí dostávají různé pesticidní přípravky či veterinární farmaka. Další cizorodé látky se do povrchových vod dostávají spolu se srážkami, které jsou významným zdrojem například rtuti (Hg) a donedávna také olova (Pb), jehož koncentrace ve srážkových vodách se však se zákazem používání olovnatých typů benzínu značně snížila.

Předkládaná metodika představuje komplexní nástroj pro hodnocení kontaminace ryb cizorodými látkami, a to jak u ryb pocházejících z volných vod, tak u produktů akvakultury obecně. Umožňuje zhodnocení zdravotních rizik pro konzumenty pomocí metod, jež se opírají o platnou národní a evropskou legislativu a všeobecně uznávaná toxikologická doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO) a agentury pro ochranu životního prostředí Spojených států amerických (US EPA).

---

## **2.2. Významné kontaminující látky ve vodním prostředí**

---

Jak již bylo uvedeno, do recipientů volných vod se dostává široké spektrum cizorodých látek, ovšem z hlediska nebezpečí, které představují pro konzumenty, jsou významné především látky s kumulativním charakterem. V současnosti nejvíce problematickými skupinami látek vykazujícími tyto vlastnosti jsou toxické kovy a perzistentní organické polutanty (POPs).

Mezi významné toxické kovy, jež jsou nacházeny v potravních řetězcích povrchových vod, patří především rtuť, kadmium a olovo. Obsah těchto kovů v potravinách je limitován na základě platné evropské legislativy (viz tab. 1).

**Tab. 1.** Hygienické limity pro obsah vybraných cizorodých látek v potravinách.

Kontaminant	Legislativní rámec	Limitní koncentrace (mg.kg <sup>-1</sup> svaloviny)	Matrice
Hg	ES č. 1881/2006	0,5 (úhoř, štika, jeseteři 1,0)	svalovina ryb
Pb	ES č. 1881/2006	0,3	svalovina ryb
Cd	ES č. 629/2008	0,05 (úhoř 0,1)	svalovina ryb
NDL-PCB (Σ6 indikátorových kongenerů)	ES č. 1259/2011	0,75	svalovina ryb z akvakultury
		0,125	svalovina ryb z volných vod
		0,300	svalovina úhoře z volných vod
Suma dioxinů (WHO-PCDD/F-TEQ)	ES č. 1259/2011	0,0000035 (3,5 pg.g <sup>-1</sup> )	svalovina ryb
Σ DDT a jeho metabolitů	ES č. 396/2005	1,0	svalovina hospodářských zvířat
γ-HCH (lindan)	ES č. 396/2005	0,02	svalovina hospodářských zvířat
HCB	ES č. 396/2005	0,2	svalovina hospodářských zvířat

Zvláštní význam má pak především rtuť, jejíž koncentrace nacházené ve svalovině některých druhů ryb z volných vod se na řadě lokalit v ČR blíží hranici hygienického limitu (Dusek a kol., 2005; Kensova a kol., 2010; Kružíková a kol., 2008a,b). V rybách se rtuť kumuluje ve svalovině, která tvoří nejčastěji konzumovanou část těla ryb a představuje tak pro spotřebitele možná zdravotní rizika. Methylrtuť (MeHg) je obecně považována za nejtoxičtější formu rtuti, která může ovlivňovat vodní organizmy a její podíl na obsahu celkové rtuti v rybí svalovině se pohybuje nejčastěji v rozmezí 83–90% (Lasorsa a kol., 1995; Kannan a kol., 1998; Maršálek a kol., 2006).

POPs představují širokou skupinu látek s některými podobnými vlastnostmi. Jedná se o organické látky, jež jsou v přírodě velice obtížně rozložitelné, mají schopnost kumulovat se v potravních řetězcích, ukládají se v organismu v tukových tkáních a u řady z nich byl prokázán negativní účinek na endokrinní systém – takové látky jsou označovány jako endokrinní disruptory (Yang



## METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

a kol., 2005; Szlinder-Richert a kol., 2010). Mezi hlavní zástupce POPs významných ve vodním prostředí patří polychlorované bifenylly (PCB), dioxiny, nebo organochlorované pesticidy (např. dichlordiphenyltrichlorethan – DDT, hexachlorbenzen – HCB, hexachlorocyclohexan – HCH). Obsah některých POPs v potravinách je limitován evropskou legislativou, jak je uvedeno v tab. 1. Často však nejsou stanoveny limity pro svalovinu ryb a tak je nutné vycházet z limitů pro svalovinu ostatních druhů hospodářských zvířat.

---

### 2.3. Odlov ryb a odběr vzorků pro analýzu

---

Odlov ryb na volných vodách v podmínkách ČR je možné realizovat nejlépe za použití elektrického agregátu (obr. 1), případně tenatových sítí. Na některých lokalitách je poměrně efektivní i využití rybářských udic – zde může dobře fungovat spolupráce se členy Českého a Moravského rybářského svazu. U rybochovných zařízení typu rybníka, či jiných umělých nádrží, je ideální provádět vzorkování v době pravidelného výlovu. Na sledované lokalitě je nutné odlovit dostatečné množství ryb, aby výsledky analýz měly dostatečnou vypovídající hodnotu. Počet odlovených jedinců jednoho druhu by neměl být nižší než 5. Také výběr druhů ryb pro vzorkování by měl danou lokalitu dobře



**Obr. 1.** Odlov ryb neseným elektrolovným zařízením.

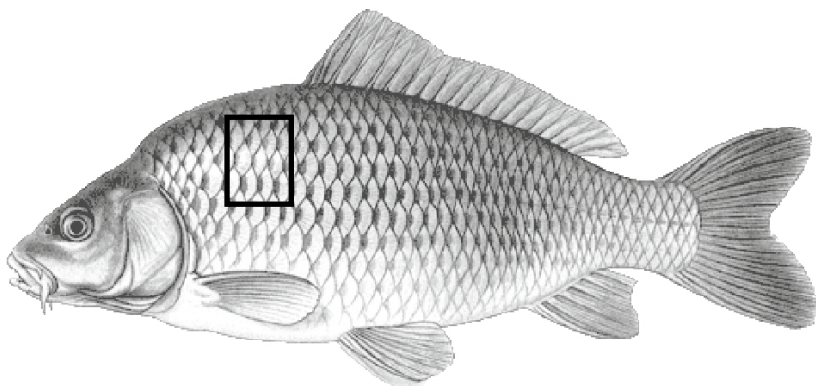
reprezentovat. Ihned po ulovení jsou ryby určeny pro vzorkování šetrným způsobem usmrceny a je zjištěna délka těla, hmotnost a pohlaví. Makroskopicky je posouzen jejich zdravotní stav a jsou odebrány šupiny pro určení věku ryb. Ten je důležitým údajem pro posouzení kontaminace, neboť koncentrace látek s kumulativním charakterem vzrůstá s věkem a trofickou úrovní organismu.

Vzorky svaloviny pro chemické analýzy je možné odebrat přímo na vzorkované lokalitě a s využitím termoizolovaného boxu s chladícím médiem je dopravit do laboratoře ke zpracování. Po omezenou dobu (max. 48 hodin) je možné vzorky skladovat při teplotách do 4 °C, poté musí být skladovány při -18 °C a méně až do provedení analýz. Pokud je vzorkovací skupina vybavena zařízením na přepravu živých ryb, je možné výše popsané úkony provést až v laboratoři, kam jsou ryby dopraveny živé. V takovém případě je vhodné pro přepravu ryb použít vodu přímo ze sledované lokality, aby nedošlo ke kontaminaci ryb během převozu vodou z jiného zdroje.

Pro hygienické hodnocení masa ryb je vhodné odebírat vzorek ze hřbetní oblasti v přední části těla ryby (obr. 2), kde je nejmohutnější vrstva svaloviny. Pro analýzu toxických kovů odebíráme svalovinu bez kůže, kterou stáhneme pomocí pinzety nebo kleští ještě před odřezáním svalové hmoty. Vzorek pro analýzu POPs odebíráme společně s kůží ze stejného místa na druhém boku ryby. Protože je pro POPs charakteristické ukládání v tukových tkáních, které se u ryb nacházejí ve větší míře právě pod kůží, je nutné tuto tkáň do analýz zahrnout. Kůže bývá navíc po kuchyňské úpravě ryb často konzumována spolu se svalovinou. Velikost vzorku závisí na množství uvažovaných analýz. V případě toxických kovů se běžně jedná o 2–3 analýzy (Hg, Cd + Pb, případně ještě As), přičemž dostatečná velikost vzorku pro tento typ stanovení je 1–3 g pro každou dílčí analýzu. V případě POPs je velikost vzorku závislá na rozsahu analýz a použitých metodách při úpravě vzorku a vlastních analýzách (obvykle 50–100 g). Běžně se provádí stanovení obsahu PCB, DDT, HCH, HCB a dioxinů. Velikost vzorku je úzce spojena také se způsobem jeho balení. Menší vzorky (např. pro analýzu toxických kovů) je možné ukládat do uzavíratelných zkumavek typu Eppendorf. Použití tohoto způsobu balení je velice jednoduché a rychlé, protože zkumavky se snadno popisují pomocí fixu a jednoduše uzavírají. Na druhou stranu jsou s touto metodou spojeny vyšší náklady na spotřební materiál. Další možností je použití polyethylenových sáčků (např. sáčky určené k zamražení potravin). Do jednoho sáčku je možné umístit několik vzorků (dle velikosti sáčku až 10). Jednotlivé vzorky jsou v tomto případě umístěny do samostatných „kapes“ a uzavřeny gumičkou. Vzorky je nutné při balení pečlivě označit názvem lokality, datem odlovu, číslem a typem vzorku, a to nejlépe lepícím štítkem a obyčejnou tužkou (v případě použití PE sáčků), aby nedošlo k rozpití znaků po rozmrazení vzorku před analýzou.

## METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

V některých případech je vhodné při vzorkování lokality vytvořit směsný vzorek z několika jedinců stejného druhu (jedná se zejména o ekonomické aspekty). Směsný vzorek připravíme tak, že odebereme stejným způsobem vždy stejné množství (hmotnost) svalové tkáně od definovaného počtu jedinců. Takto připravený směsný vzorek je pak nutné dokonale homogenizovat za použití vhodné techniky (mixér, mlýnek na maso) a výsledný homogenát použít k analýze. Tímto způsobem snížíme počet finančně náročných chemických analýz, ale na druhou stranu může být výsledek ovlivněn přítomností svaloviny pocházející ze značně kontaminovaného jedince (např. velmi stará ryba, nebo ryba migrující z jiné lokality) ve vzorku. Při přípravě směsného vzorku je tedy vhodné použít jedince stejného stáří – to je však v praxi velmi obtížné.



**Obr. 2.** Místo odběru vzorku svaloviny.

---

### 2.4. Chemické analýzy

---

Analýzu svalové tkáně ryb provádí akreditovaná laboratoř zaměřená na tento typ analýz podle příslušných evropských norem – EN ISO/IEC 17 025, 13 804, 13 805, 14 084. Analýza celkové rtuti se provádí nejčastěji metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS) – lze využít například přímou analýzu vzorku v jednoúčelovém analyzátoru rtuti (AMA-254, Altec), další možnou metodou je ICP-MS po vhodné mineralizaci vzorku. Stanovení methylrtuti je možné metodou plynové chromatografie s detektorem elektronového záchytu (GC/ECD). Ostatní toxické kovy lze analyzovat po mineralizaci stejnými metodami za využití atomizace v grafitové peci (GF-AAS) nebo metodou ICP-MS.

Polychlorované bifenylly (PCB) se vyskytují celkem ve 209 izomerech, tzv. kongenerech. Pro účely hodnocení kontaminace bylo v evropské legislativě stanoveno 6 indikátorových kongenerů, které jsou označovány jako ICES-6 (PCB 28, 52, 101, 138, 153 a 180), pro jejichž sumu byl stanoven hygienický limit. Koncentrace DDT je vyjádřena jako suma DDT a jeho metabolitů p,p'-DDE; p,p'-DDD; o,p'-DDT a p,p'-DDT. HCH se ve tkáních ryb vyskytuje v řadě izomerů, z nichž nejnebezpečnější je izomer  $\gamma$ -HCH (lindan), pro který je evropskou legislativou stanoven hygienický limit. Nejčastěji používanou metodou pro stanovení PCB, OCP a dalších POP látek je plynová chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií (GC/MS), nebo selektivním detektorem elektronového záchytu (GC/ECD). Tyto postupy jsou standardizovány např. Úřadem pro ochranu životního prostředí Spojených států amerických (US EPA) – metody 1613B, 1656A, 1668A.

Analýzy sledovaných látek je nutné provést v akreditované laboratoři, která vydá příslušný protokol o zkoušce.

---

## 2.5. Hodnocení hygienické kvality

---

### 2.5.1. Porovnání s hygienickými limity

---

Hodnocení probíhá na základě porovnání zjištěných koncentrací jednotlivých kontaminantů u jednotlivých vzorků s aktuálními hygienickými limity, tak jak jsou uvedeny v tab. 1. Výsledným hodnocením je tedy: koncentrace cizorodých látek v analyzovaném vzorku nepřekračují hygienický limit, jedinec je jako potravinu v pořádku a může být využit k lidské spotřebě, nebo koncentrace některého ze sledovaných kontaminantů překračuje hygienický limit, jedinec je jako potravinu závadný a nemůže být využit k lidské spotřebě. Přičemž hranice mezi těmito velice rozdílnými hodnoceními je striktní a je dána jediným ukazatelem – koncentrací kontaminantu ve svalovině, bez zohlednění množství a frekvence příjmu takové potravinu. Tab. 2 a 3 uvádí příklady ze studie prováděné v letech 2006–2010, kde na některých lokalitách v rámci ČR bylo ve svalovině ryb zjištěno překročení hygienického limitu pro Hg a PCB. Celkový počet odlovených ryb během této studie byl více než 700 ks (Cervený a kol., 2014).

Ze zmíněných dat, stejně jako z jiných prací tuzemských i zahraničních autorů vyplývá, že především rtuť je významným kontaminantem volných vod (Kannan a kol., 1998; Lepom a kol., 2012; Maršálek a kol., 2005, 2006; Žlábek a kol., 2005) a je nutné se zabývat možnými riziky její přítomnosti v rybím mase na lidské zdraví.

# METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

**Tab. 2.** Příklady některých vzorků z lokalit v ČR, u kterých zjištěná koncentrace rtuti přesáhla hygienický limit 0,5 mg.kg<sup>-1</sup> svaloviny (Cerveny a kol., 2014).

Lokalita	Druh ryby	Počet jedinců (ks)	Koncentrace MeHg	Rok hodnocení
		Individuální směsný vzorek*	(mg.kg <sup>-1</sup> w.w.)	
Berounka – Praha	<i>Aspius aspius</i> (L., 1758)	4*	0,672	2010
	– bolen dravý			
Labe – Svádov	<i>Aspius aspius</i> (L., 1758)	5*	0,896	2006
	– bolen dravý			
Labe – Obříství	<i>Cyprinus carpio</i> (L., 1758)	2*	0,503	2007
	– kapr obecný			
	<i>Aspius aspius</i> (L., 1758)	4*	2,180	
	– bolen dravý			
Lužnice – Majdalena	<i>Perca fluviatilis</i> (L., 1758)	5*	0,580	2010
	– okoun říční			
Odra – Ostrava	<i>Abramis brama</i> (L., 1758)	1	0,500	2007
	– cejn velký			
	<i>Squalius cephalus</i> (L., 1758)	5*	0,533	
	– jelec tloušť			
	<i>Barbus barbus</i> (L., 1758)	4*	0,523	
	– parma obecná			
	<i>Aspius aspius</i> (L., 1758)	3*	0,630	
	– bolen dravý			
	<i>Silurus glanis</i> (L., 1758)	2*	0,586	
	– sumec velký			
Otava – Strakonice	<i>Abramis brama</i> (L., 1758)	1	0,571	2010
	– cejn velký			
	<i>Perca fluviatilis</i> (L., 1758)	5*	0,557	
	– okoun říční			
ÚN Slezská Harta	<i>Sander lucioperca</i> (L., 1758)	3*	0,557	2007
	– candát obecný			
	<i>Squalius cephalus</i> (L., 1758)	5*	0,620	
	– jelec tloušť			
	<i>Anguilla anguilla</i> (L., 1758)	4*	0,537	
	– úhoř říční			
ÚN Žermanice	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758) – perlič ostrobříchý	5*	0,776	2007

Poznámka: Směsný vzorek byl vytvořen z uvedeného počtu jedinců odebráním stejného množství svaloviny od každého jedince; w.w., čerstvá váha (wet weight); ÚN, údolní nádrž

**Tab. 3.** Přehled vzorků z lokalit v ČR, u kterých zjištěná koncentrace PCB přesáhla hygienický limit 0,125 mg.kg<sup>-1</sup> svaloviny (Cervený a kol., 2014).

Lokalita	Druh ryby	Počet ryb ve smíšeném vzorku (ks)	Koncentrace PCB (ICES-6) (mg.kg <sup>-1</sup> w.w.)	Rok hodnocení
Labe – Obříství	<i>Aspius aspius</i> (L., 1758) – bolen dravý	4	0,200	2007
Odra – Ostrava	<i>Abramis brama</i> (L., 1758) – cejn velký	5	0,164	2007
	<i>Barbus barbus</i> (L., 1758) – parma obecná	4	0,196	
	<i>Aspius aspius</i> (L., 1758) – bolen dravý	3	0,191	
	<i>Silurus glanis</i> (L., 1758) – sumec velký	1	1,170	
Dalešice	<i>Aspius aspius</i> (L., 1758) – bolen dravý	1	0,131	2009
ÚN Žermanice	<i>Anguilla anguilla</i> (L., 1758) – úhoř říční	5	1,670	2007

Poznámka: viz tab. 2

### 2.5.2. Zhodnocení zdravotních rizik (*Health risks assessment*)

Možná zdravotní rizika plynoucí z konzumace ryb z volných vod je možné zhodnotit na základě porovnání hodnoty referenční dávky (RfD) pro sledovaný kontaminant, míry příjmu rybiho masa konzumenty a koncentrací sledovaného polutantu v mase ryb. Výsledná hodnota představuje index rizika (Hazard index, H). Pokud je hodnota H menší než 1, jedná se o malé riziko, při kterém nelze předpokládat výskyt toxického efektu kontaminantu. Hodnoty referenčních dávek pro významné kontaminanty byly stanoveny agenturou pro ochranu životního prostředí Spojených států amerických (U.S. Environmental Protection Agency, US EPA) a jsou celosvětově uznávané. Míra příjmu masa sladkovodních ryb u běžné populace je v České republice v posledních letech na úrovni 1,5 kg/osobu/rok, ovšem u sportovních rybářů je tato hodnota řádově vyšší – 10,5 kg/osobu/rok (statistická data ČRS). Dále je uveden příklad výpočtu indexu rizika s použitím RfD pro rtuť – 0,3 µg/kg tělesné hmotnosti/den (US EPA, 1989) a použití výše uvedené míry příjmu pro běžnou populaci a sportovní

## METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

rybáře. Tab. 4 znázorňuje výsledky hodnocení zdravotních rizik pro některé lokality volných vod v ČR na základě koncentrace rtuti analyzované ve svalovině jelce tlouště (*Squalius cephalus*) odloveného na těchto lokalitách (Sedláčková a kol., 2014). Jak je z tabulky patrné, konzumace ryb na sledovaných lokalitách nepředstavuje z hlediska kontaminace rtutí riziko (na žádné nepřekračuje index rizika hodnotu 1).

### **Postup při výpočtu indexu rizika (H)**

$$D = c \times \left( \frac{1}{W} \times 1\,000 \right)$$

D – dávka kontaminantu přijatá konzumentem ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  tělesné hmotnosti /den)

c – průměrná koncentrace polutantu ve svalovině ryb z lokality ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

l – míra příjmu rybí svaloviny (běžná populace –  $4,11\text{ g}\cdot\text{den}^{-1}$ ; sportovní rybáři –  $28,77\text{ g}\cdot\text{den}^{-1}$ )

W – průměrná tělesná hmotnost konzumenta (70 kg)

$$H = \frac{D}{R_f D}$$

H – index rizika

RfD – hodnota referenční dávky (rtuť –  $0,3\ \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  tělesné hmotnosti/den)

**Tab. 4.** Příklad posouzení zdravotních rizik spojených s konzumací ryb z volných vod (Sedláčková a kol., 2014), upraveno.

Lokalita	Index rizika (H)	
	Běžná populace	Sportovní rybář
Vltava – Vraňany	0,03	0,31
Ohře – Louny	0,01	0,10
Labe – Obříství	0,03	0,28
Labe – Děčín	0,02	0,20
Berounka – Srbsko	0,01	0,09
Otava – Topělec	0,01	0,14
Lužnice – Bechyně	0,01	0,14
Sázava – Nespeky	0,02	0,19
Odra – Bohumín	0,02	0,20
Morava – Lanžhot	0,02	0,17
Dyje – Pohansko	0,02	0,19
Svratka – Židlochovice	0,02	0,17

### 2.5.3. Porovnání s expozičními limity

Pro sportovní rybáře a další konzumenty ryb z volných vod je velice užitečné znát míru rizika spojenou převážně s dlouhodobou konzumací ryb během života. Přesto, že koncentrace polutantů u většiny jedinců ryb vyskytujících se na určité lokalitě nepřekračují hygienické limity, dlouhodobá pravidelná konzumace ryb se zvýšenou koncentrací např. methylyrtuti může mít vliv na lidské zdraví. Hodnoty methylyrtuti u ryb pocházejících z neznečištěných vod se v našich podmínkách pohybují do  $0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$  svaloviny (Svobodová a kol., 1987; Kružíková a kol., 2008a,b). K posouzení takového dlouhodobého rizika je možné použít expoziční limity stanovené Světovou zdravotnickou organizací (WHO), Organizací pro výživu a zemědělství (FAO), nebo Evropským úřadem pro ochranu potravin (EFSA).

Tyto limity lze použít pro výpočet množství masa ryb, které je možné za jednotku času (týden, měsíc) konzumovat celoživotně, bez obavy z možných zdravotních rizik. Výpočty vychází vždy z koncentrací cílových polutantů zjištěných analýzou v mase ryb odlovených na sledované lokalitě. Názorný příklad expozičních limitů pro některé vybrané polutanty je uveden v tab. 5.

**Tab. 5.** Expoziční limity stanovené WHO/FAO (WHO Technical Report Series 896/2000, 922/2004, 960/2011, FAO Plant Production and Protection Paper 163/2001) a Evropským úřadem pro ochranu potravin (EFSA, 2012)(situace 2014).

Polutant	EXPOZIČNÍ LIMITY		
	Expoziční limit		Jednotky
MeHg	1,3	TWI	$\mu\text{g.kg t. hm.}^{-1}.\text{týden}^{-1}$
Hg (celková)	4	PTWI	$\mu\text{g.kg t. hm.}^{-1}.\text{týden}^{-1}$
Cd	25	PTMI	$\mu\text{g.kg t. hm.}^{-1}.\text{měsíc}^{-1}$
$\Sigma$ DDT a jeho metabolitů	10	PTDI	$\mu\text{g.kg t. hm.}^{-1}.\text{den}^{-1}$
$\gamma$ -HCH	8	ADI	$\mu\text{g.kg t. hm.}^{-1}.\text{den}^{-1}$
PCDD	70	PTMI	$\text{pg.kg t. hm.}^{-1}.\text{měsíc}^{-1}$
PCDF	70	PTMI	$\text{pg.kg t. hm.}^{-1}.\text{měsíc}^{-1}$

Poznámka: TWI (tolerable weekly intake – tolerovatelný týdenní příjem); PTWI (provisional tolerable weekly intake – podmíněný tolerovatelný týdenní příjem); PTMI (provisional tolerable monthly intake – podmíněný tolerovatelný měsíční příjem); PTDI (provisional tolerable daily intake – podmíněný tolerovatelný denní příjem); ADI (acceptable daily intake – přípustný denní příjem);  $\mu\text{g.kg t.hm.}^{-1}.\text{týden}^{-1}$ , mikrogram na kilogram tělesné hmotnosti a týden.



## METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

Výpočet množství masa, které je možné bez obav dlouhodobě konzumovat lze provést s použitím uvedených vzorců, které vycházejí z platných expozičních limitů. Množství masa je na základě analýzou zjištěných koncentrací polutantů vypočítáno pro ulovené druhy ryb. Ze škály analyzovaných cizorodých látek je jedna vždy vyhodnocena jako limitní pro konzumaci – tzn., že její obsah ve svalovině je ze spektra sledovaných nejbližší svému expozičnímu limitu. Při přepočtu na množství masa poté pro tento kontaminant vychází maximální počet porcí, které je možné dlouhodobě konzumovat bez obav ze zdravotních rizik.

### **Vzorce pro výpočet tolerovatelného množství konzumovaných porcí:**

$$\text{NTL} = \frac{EL \times W}{c} \qquad \text{PP} = \frac{\text{NTL}}{P}$$

NTL – hmotnost rybí svaloviny pro naplnění expozičního limitu – (kg/den, týden, měsíc – dle příslušného tox. limitu),

EL – expoziční limit ADI, PTWI, PTDI (WHO/FAO),

W – průměrná tělesná hmotnost konzumenta (kg), obecně se uvádí 70 kg,

c – obsah polutantu ve svalovině ryb ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  čerstvé hmoty),

PP – počet porcí, které může konzument sníst za dané období (porce/den, týden, měsíc),

P – hmotnost jedné porce (obvykle 170 g).

Jako názorný příklad lze opět uvést data z již zmíněné studie z let 2006–2010. Na více než 30 rybářských revírech byla analyzována svalovina u nejčastěji lovených ryb sportovními rybáři. V tab. 6 je znázorněn rozdíl v počtu porcí pro cejna velkého (*Abramis brama*) na jednotlivých lokalitách. Cejn byl v této studii zvolen jako referenční druh pro porovnání kontaminace sledovaných lokalit mezi sebou. Z tabulky je patrné, že limitujícím kontaminantem pro svalovinu cejna byla na všech lokalitách methylrtuť, pro kterou vychází nejnížší počet porcí. Vyšší úroveň kontaminace sledovanými polutanty byla během této studie pozorována u dravých druhů ryb. Například u štiky obecné (*Esox lucius*) a bolena dravého (*Aspius aspius*) se tolerovaný měsíční příjem pohyboval v rozmezí 2–21 a 1–24 porcí (průměrně 10 a 7 porcí). V případě kapra obecného (*Cyprinus carpio*) je kontaminace cizorodými látkami obecně řádově nižší než u jiných ryb pocházejících z volných vod, protože kapr je odchovávan v rybničním prostředí a vysazován do volných vod většinou v lovné velikosti. Tolerovaný měsíční příjem u kapra se ve zmíněné studii pohyboval v rozmezí 6–244 porcí (průměrná hodnota byla 77 porcí).

Hodnota methylrtuti u této studie byla stanovena z celkové rtuti na základě informací z literatury. Řada autorů uvádí podíl methylrtuti z celkové rtuti ve

svalovinně ryb v rozmezí 83–90 %, hodnota methylrtuti byla tedy stanovena jako 0,85 x hodnota celkové rtuti. Tento způsob stanovení je určitou alternativou k exaktnímu analytickému stanovení metodou plynové chromatografie uvedenou v oddílu 4 – chemické analýzy. Je to postup ekonomicky přijatelnější, ale nese s sebou potenciální riziko určité chyby (vzhledem k mnohokrát publikovanému uvedenému rozpětí je chyba velmi malá).

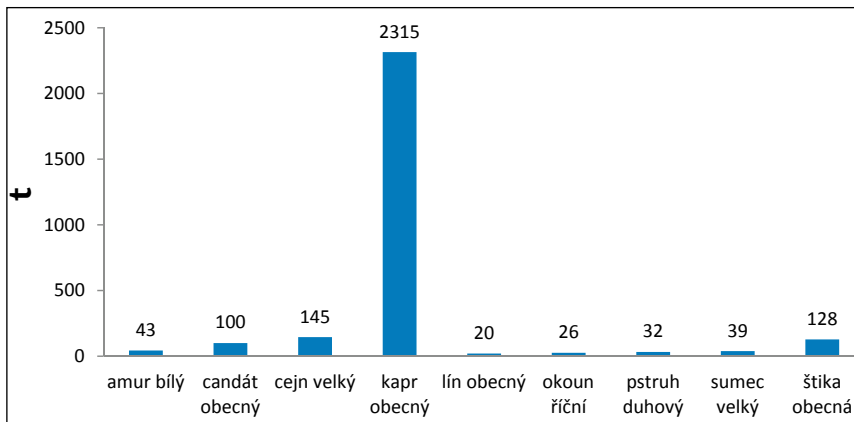
**Tab. 6.** Maximální tolerovaný příjem masa cejna velkého (*Abramis brama*) z různých lokalit ČR vyjádřený jako počet porcí za měsíc (Cervený a kol., 2014).

Lokalita	MeHg	Cd	Σ DDT a jeho metabolitů	Rok hodnocení
	počet porcí za měsíc*			
Berounka – Praha	13	nd	6946	2010
Labe – Obříství	8,5	nd	46 880	2007
Labe – Pardubice	15,5	nd	65 882	2007
Labe – Svádov	19,0	nd	1 424	2006
Lužnice – Majdalena	27	nd	22 2576	2010
Lužnice – Soběslav	14,5	nd	17 362	2010
Odra – Ostrava	7,5	1 281	3 778	2007
ÚN Jesenice	62,5	nd	40 172	2009
ÚN Kořensko	8	nd	64 506	2009
ÚN Lipno	21	nd	138 022	2007
ÚN Skalka	6	3 843	89 840	2007
ÚN Těrlicko	48,5	2 477	24 955	2008
ÚN Trnávka	29,5	nd	92 186	2010
ÚN Větrov	115,5	5 764	18 576	2009

Poznámka: nd – nedetekováno; tučně vyznačené hodnoty indikují limitující kontaminant na dané lokalitě.

Výběr vhodných indikátorových druhů ryb závisí vždy na sledované lokalitě a také na poptávce zadavatele (např. sportovních rybářů). Jedná se většinou o obecně používané indikátorové druhy (cejn velký, jelec tloušť, okoun říční, pstruh obecný), dále pak o takové druhy, které jsou v konkrétní lokalitě preferovány sportovními rybáři. Vycházet je možné také ze statistických údajů ČRS a MRS o podílu jednotlivých druhů na celkovém výlovku ryb z volných vod sportovními rybáři – viz obr. 3.

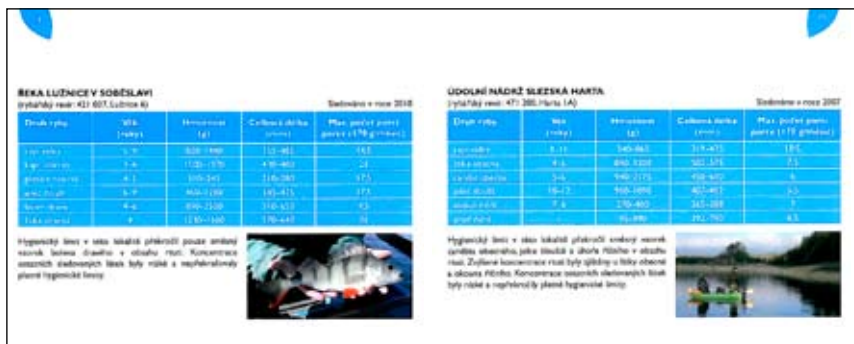
# METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK



**Obr. 3.** Průměrné roční ponechané úlovky sportovními rybáři nejvíce preferovaných druhů ryb na revírech Českého rybářského svazu (průměrné hodnoty za období 1990–2012; zdroj dat: statistiky ČRS).

## 2.6. Prezentace výsledků

Výsledky je vhodné uspořádat do přehledných letáků či prezentací, které musí být srozumitelné i široké veřejnosti, tzn. i lidem bez odborného vzdělání v dané problematice. Příkladem zpracování výsledků studie zaměřené na hodnocení kontaminace rybiho masa je i vytvoření informační brožurky pro rybářskou veřejnost o kontaminaci a konzumovatelnosti ryb ve významných rybářských revírech ČR, jejíž výsledky jsou výše několikrát komentovány (obr. 4).



**Obr. 4.** Příklad prezentace výsledků formou prakticky využitelnou sportovními rybáři na revírech rybářských svazů (zdroj: brožura publikovaná MZe ČR, 2011).

Po porovnání s toxikologickým limitem byla úroveň kontaminace v rybí svalovině pro zjednodušení převedena na počet porcí (1 porce = 170 g), které může konzument (sportovní rybář) zkonsumovat za měsíc. Konzumace tohoto množství rybího masa pro člověka o průměrné hmotnosti 70 kg neznámá zdravotní riziko. V tabulkách jsou uvedeny velikostní charakteristiky analyzovaných ryb a maximální počet porcí doporučených pro konzumaci konkrétního druhu v dané velikostní kategorii. Při hodnocení nebyly brány v úvahu ostatní možné zdroje vystavení člověka sledovaným chemickým látkám.

### 3. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

Hodnocení hygienické kvality ryb je v ČR prováděno porovnáním s příslušnými hygienickými limity. Tento typ hodnocení pouze zařadí vzorky jako konzumovatelné nebo nekonzumovatelné pouze s ohledem na legislativní limit. Nehodnotí rizika plynoucí z konzumace ryb s obsahem cizorodých látek nižším než hygienický limit. Navrhovaná metodika zpracování a prezentace dat umožňuje popsat riziko pro konzumenta rybí svaloviny vzhledem k aktuální koncentraci cizorodých látek u ryb z dané lokality. Porovnání zjištěných koncentrací ve svalovině ryb s expozičními limity umožňuje vyhodnocení rizik pro člověka z pohledu dlouhodobé konzumace ryb ze sledovaných lokalit.

### 4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena příslušným orgánům státního dozoru (dozorové orgány) v působnosti Ministerstva zemědělství (Státní veterinární správa, Státní zemědělská a potravinářská inspekce) a Ministerstva zdravotnictví (orgány ochrany veřejného zdraví). Metodika může být využita Rybářskými svazy ČR pro deklaraci hygienické kvality ryb z volných vod.

### 5. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Zavedení této metodiky do praxe není spojeno se zvyšováním nákladů na realizaci studií zaměřených na hodnocení kontaminace ryb. Metodika umožňuje přesnější, lépe vypovídající a veřejností lépe „uchopitelnou“ analýzu a interpretaci výsledků analýz vzorků rybího masa zaměřených na nejčastěji sledované kontaminanty ovlivňující jeho hygienickou kvalitu.

Rybářský svaz využije metodiku k deklaraci vysoké hygienické kvality ryb, především kapra obecného z obhospodařovaných lokalit. Jasně, srozumitelně a široce prezentované výsledky mohou představovat ekonomický přínos pro

## METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

uživatele v podobě navýšení prodeje povolenek k rybolovu až o 10 %. Jasně deklarovaná hygienická kvalita ryb výrazně podpoří důvěru veřejnosti ke konzumaci sladkovodních ryb.

Ekonomický přínos pro uživatele výsledků zpracovaných dle této metodiky představuje zdravotní profit, se všemi navazujícími ekonomickými aspekty, vyplývajícími z prevence příjmu zdraví ohrožujících dávek environmentálních polutantů.

### 6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Celechovska, O., Svobodova, Z., Zlabek, V., Macharackova, B., 2007. Distribution of metals in tissues of the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Veterinaria Brno* 76: 93–100.
- Cerveny, D., Zlabek, V., Velisek, J., Turek, J., Grabic, R., Grabicova, K., Fedorova, G., Rosmus, J., Lepic, P., Randak, T., 2014. Contamination of Fish in Important Fishing Grounds of the Czech Republic. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 109: 101–109.
- Dusek, L., Svobodova, Z., Janouskova, D., Vykusova, B., Jarkovsky, J., Smid, R., Pavlis, P., 2005. Bioaccumulation of mercury in muscle tissue of fish in the Elbe River (Czech Republic): multispecies monitoring study 1991–1996. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 61: 256–267.
- EFSA European Food Safety Authority, 2012. Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). *EFSA Journal* 10 (12): 2985–3326.
- European Commission (EC), 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs. *Official Journal of the European Union* 49: 5–24.
- European Commission (EC), 2008. Commission Regulation (EC) No 629/2008 of 2 July 2008 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs. *Official Journal of the European Union* 51: 6–9.
- European Commission (EC), 2011. Commission Regulation (EC) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in food stuffs. *Official Journal of the European Union* 54: 18–23.

- European Commission (EC), 2005. Commission Regulation (EC) No 396/2005 of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC. Official Journal of the European Union 48: 1–16.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2001. Pesticide residues in food – 2000 (report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group). FAO Plant Production and Protection Paper, 163.
- Kannan, K., Smith, R.G. Jr., Lee, R.F., Windom, H.L., Heitmuller, P.T., Macauley, J.M., Summers, J.K., 1998. Distribution of total mercury and methylmercury in water, sediment, and fish from South Florida estuaries. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 34: 109–118.
- Kensova, R., Celechovska, O., Doubravova, J., Svobodova, Z., 2010. Concentrations of metals in tissues of fish from the Vestonice reservoir. Acta Veterinaria Brno 79: 335–345.
- Kim, C. K., Lee, T. W., Lee, K. T., Lee, J. H., Lee, C. B., 2012. Nation wide monitoring of mercury in wild and farmed fish from fresh and coastal waters of Korea. Chemosphere 89: 1360–1368.
- Kružíková, K., Randák, T., Kenšová, R., Kroupová, H., Leontovyčová, D., Svobodová, Z., 2008a. Mercury and methylmercury concentrations in muscle tissue of fish caught in major rivers of the Czech Republic. Acta Veterinaria Brno 77: 637–643.
- Kružíková, K., Svobodová, Z., Valentová, O., Randák, T., Velišek, J., 2008b. Mercury and methylmercury in muscle tissue of chub from the Elbe River main tributaries. Czech Journal of Food Science 26: 65–70.
- Lasorsa, B., Allen-Gil, S., 1995. The methylmercury to totalmercury ratio in selected marine, freshwater, and terrestrial organisms. Water, Air and Soil Pollution 80: 905–913.
- Lepom, P., Irmer, U., Wellmitz, J., 2012. Mercury levels and trends (1993–2009) in bream (*Abramis brama* L.) and zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) from German surface waters. Chemosphere 86: 202–211.
- Marsalek, P., Svobodova, Z., Randak, T., Svehla, J., 2005. Mercury and methylmercury contamination of fish from the Skalka reservoir: A case study. Acta Veterinaria Brno 74: 427–434.
- Maršálek, P., Svobodová, Z., Randák, T., 2006. Total mercury and Methylmercury contamination in fish from various sites along the Elbe river. Acta Veterinaria Brno 75: 579–585.

## METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

- Sedláčková, L., Kružíková, K., Svobodová, Z., 2014. Mercury speciation in fish muscles from major Czech rivers and assessment of health risks. *Food Chemistry* 150: 360–365.
- Svobodová, Z., Gelnarová, J., Justýn, J., Krupauer, V., Máchová, J., Simanov, L., Valentová, V., Vykusová, B., Wohlgemuth, E., 1987. *Toxikologie vodních živočichů*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 231 s.
- Svobodová, Z., Žlábek, V., Čelechovská, O., Randák, T., Máchová, J., Kolářová, J., Janoušková, D., 2002. Content of metals in tissues of marketable common carp and in bottom sediments of selected ponds of South and West Bohemia. *Czech Journal of Animal Science* 47: 339–350.
- Szlinder-Richert, J., Usydus, Z., Pelczarski, W., 2010. Organochlorine pollutants in European eel (*Anguilla anguilla* L.) from Poland. *Chemosphere* 80: 93–99.
- US EPA: Method 1668, Revision A: Chlorinated Biphenyl Congeners in Water, Soil, Sediment, and Tissue by HRGC/HRMS, United States Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA No. EPA-821-R-00-002, December 1999
- World Health Organisation (WHO), 2000. Evaluation of certain food additives and contaminants (53rd report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 896.
- World Health Organisation (WHO), 2004. Evaluation of certain food additives and contaminants (61st report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 922.
- World Health Organisation (WHO), 2011. Evaluation of certain food additives and contaminants (73rd report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 960.
- Yang, F.X., Xu, Y., 2005. Hydroxylated metabolites of polychlorinated biphenyls and their endocrine disrupting mechanism. *Progress in Chemistry* 17: 740–748.
- Žlábek, V., Svobodová, Z., Randák, T., Valentová, O., 2005. Content of mercury in muscle of fish from the Elbe River and its tributaries. *Czech Journal of Animal Science* 50: 528–534.

## 7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Cerveny, D., Zlabek, V., Velisek, J., Turek, J., Grabic, R., Grabicova, K., Fedorova, G., Rosmus, J., Lopic, P., Randak, T., 2014. Contamination of Fish in Important Fishing Grounds of the Czech Republic. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 109: 101–109. (CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024, USB GAJU 087/2013/Z, P503/11/1130).
- Kružíková, K., Svobodová, Z., Valentová, O., Randák, T., Velíšek, J., 2008b. Mercury and methylmercury in muscle tissue of chub from the Elbe River main tributaries. *Czech Journal of Food Science* 26: 65–70. (Projects No. MSM 6215712402, MSM 6007665809, SP/2e7/229/07).
- Kružíková, K., Randák, T., Kenšová, R., Kroupová, H., Leontovyčová, D., Svobodová, Z., 2008a. Mercury and methylmercury concentrations in muscle tissue of fish caught in major rivers of the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno* 77: 637–643. (SP/2E7/229/07, MSM6007665809)
- Maršálek, P., Svobodová, Z., Randák, T., 2007. The content of total mercury and methylmercury in common carp from selected Czech ponds. *Aquaculture International* 15(3–4): 299–304. (MSM6215712402).
- Maršálek, P., Svobodová, Z., Randák, T., 2006. Total mercury and Methylmercury contamination in fish from various sites along the Elbe river. *Acta Veterinaria Brno* 75: 579–585. (MSM6215712402, VaV/650/5/03).
- Marsalek, P., Svobodova, Z., Randak, T., Svehla, J., 2005. Mercury and methylmercury contamination of fish from the Skalka reservoir: A case study. *Acta Veterinaria Brno* 74: 427–434. (MSM6215712402).
- 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. (CENAKVA CZ.1.05/2.1.00/01.0024, GA JU 047/2010/Z, TAČR TD010045, AV ČR RVO 60077344, MZe NAZV QH81046)
- Randák, T., Žlábek, V., Pulkrabová, J., Kolářová, J., Kroupová, H., Šíroká, Z., Velíšek, J., Svobodová, Z., Hajšlová, J., 2009. Effects of pollution on chub in the River Elbe, Czech Republic. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72: 737–746. (MSM6007665809, SP/2e7/229/07, MSM6046137305).



## METODIKA HODNOCENÍ HYGIENICKÉ KVALITY MASA RYB Z HLEDISKA OBSAHU CIZORODÝCH LÁTEK

- Svobodová, Z., Žlábek, V., Randák, T., Máchová, J., Kolářová, J., Hajšlová, J., Suchan, P., Dušek, L., Jarkovský, J., 2004. Profiles of PCBs in tissues of marketable common carp and bottom sediments from selected ponds in south and West Bohemia. *Acta Veterinaria Brno* 73: 133–142. (MSM122200003 and MZe ČR (Department of Food Production))
- Svobodová, Z., Žlábek, V., Randák, T., Máchová, J., Kolářová, J., Hajšlová, J., Suchan, P. 2003: Profiles of organochlorine POPs in tissues of marketable carp and in bottom sediments of selected ponds of South and West Bohemia. *Acta Veterinaria Brno* 72: 295–309. (MSM126100003 and MZe ČR (Department of Food Production)).
- Svobodová, Z., Žlábek, V., Čelechovská, O., Randák, T., Máchová, J., Kolářová, J., Janoušková, D. 2002: Content of metals in tissues of marketable common carp and in bottom sediments of selected ponds of South and West Bohemia. *Czech Journal of Animal Science* 47(8): 339–350. (MSM122200003 and MZe ČR (Department of Food Production)).
- Žlábek V., Randák T., Svobodová Z., Valentová O., Čelechovská O., Máchová J., Kolářová J., Hajšlová J., Dušek L., 2006. Hygienická kvalita ryb z rybníků ČR. *Bulletin VÚRH Vodňany* 42 (3): 97–100. (MSM126100003 a MZe ČR – Oddělení potravinové produkce).
- Žlábek, V., Svobodová, Z., Randák, T., Valentová, O., 2005. Content of mercury in muscle of fish from the Elbe River and its tributaries. *Czech Journal of Animal Science* 50 (11): 528–534. (MSM 6007665809 and MŽP ČR Project No. VaV/650/5/03).
- Zpráva [http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Berankova/Kvalita\\_ryb\\_2010\\_new.pdf](http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Berankova/Kvalita_ryb_2010_new.pdf), Ministerstva zemědělství, Těšnov 17, 117 05 Praha 1, [www.mze.cz](http://www.mze.cz), [www.bezpecnostpotravin.cz](http://www.bezpecnostpotravin.cz). (Navštíveno 21. 7. 2014)

*Poznámky*

---



*Poznámky*

---



**Externí odborný oponent**

Ing. Jan Rosmus

Státní veterinární ústav Praha, Sídlištní 136/24, 165 03 Praha 6 – Lysolaje

**Interní odborný oponent**

prof. MVDr. Zdeňka Svobodová, CSc.

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

**Oponent za státní správu**

Ing. Vladimír Gall

MZe Praha

Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybnářství (16230)

Těšnov 17, 117 05 Praha 1

**Osvědčení o uplatněné certifikované metodice č. 157/89037/2014-16230 Nmet  
CERTIFIKOVANÁ METODIKA ze dne 23. 12. 2014**

Vydalo: Ministerstvo zemědělství, úsek lesního hospodářství, Sekce lesního hospodářství, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybnářství,  
Těšnov 17, 117 05 Praha 1.

**Adresa autorského kolektivu**

doc. Ing. Vladimír Žlábek, Ph.D. – 30 %

Ing. Daniel Červený – 30 %

doc. Mgr. Roman Grabic, Ph.D. – 10 %

Ing. Jan Turek, Ph.D. – 10 %

doc. Ing. Tomáš Randák, Ph.D. – 20 %

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz a Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany,  
[www.frov.jcu.cz](http://www.frov.jcu.cz)

V edici Metodik (technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, Vodňany, [www.frov.jcu.cz](http://www.frov.jcu.cz);

odborný editor: RNDr. Božek 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 rybnářství  
a ochrany vod  
Faculty of Fisheries  
and Protection  
of Waters

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



ISBN 978-80-7514-021-0

Vydání a tisk metodiky je uskutečněno za finanční podpory projektu  
OP Rybnářství 2007–2013:  
Metodiky IV (2014–2015); reg. č. CZ.1.25/3.1.00/13.00479



**EVROPSKÁ UNIE**  
**EVROPSKÝ RYBNÁŘSKÝ FOND**  
„Investování do udržitelného rybolovu“