



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

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



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

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

Metodický postup vyšetřování havarijních úhynů ryb

Z. Svobodová, J. Máchová, P. Chloupek,
V. Večerek



ISBN 978-80-7514-128-6





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

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

Metodický postup vyšetřování havarijních úhynů ryb

Z. Svobodová, J. Máchová, P. Chloupek, V. Večerek

Vodňany



EVROPSKÁ UNIE
Evropský námořní a rybářský fond
Operační program Rybářství

Příprava a vydání publikace byly uskutečněny v rámci

Operačního programu Rybářství 2014–2020:

*Projekt Metodika IV, reg. č. CZ.10.5.109/5.2/4.0/19_014/0000887
byl spolufinancován Evropskou unií*

Obsahová část publikace byla zpracována

za finanční podpory následujících projektů:

*Šetrné a efektivní hospodaření na rybnících s maximálním využitím
stávajícího trofického potenciálu a udržení dobré kvality vody i rybí
produkce (MZe ČR QH82117)*

*Veterinární aspekty bezpečnosti a kvality potravin
(výzkumný záměr MSM6215712402)*

*CENAKVA – Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity
hydrocenóz (OP VaVpl, CZ.1.05/2.1.00/01.0024)*

*Chovatelské a environmentální aspekty akvakultury a hydrocenóz
(GA JU 047/2010/Z)*



č.107

ISBN 978-80-7514-128-6

OBSAH

1. ÚVOD	7
1.1. Cíl metodiky	7
1.2. Vlastní popis metodiky	8
1.3. Srovnání "novosti postupů"	8
1.4. Popis uplatnění metodiky	8
1.5. Ekonomické aspekty	8
2. HAVARIJNÍ ÚHYN RYB A JEJICH PŘÍČINY	9
3. DIAGNOSTIKA HAVARIJNÍHO ÚHYN RYB	12
3.1. Právní rámec řešení úhynu ryb	12
3.2. Místní šetření	14
3.3. Hydrochemické vyšetření	20
3.4. Biologická zkouška toxicity vody	24
3.5. Vyšetření ryb	25
3.6. Hydrobiologické vyšetření	28
3.7. Vyšetření sedimentů dna	29
3.8. Vyšetření krmiva	30
4. VYPRACOVÁNÍ VYŠETŘOVACÍHO PROTOKOLU	30
5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ	31
5.1. Seznam použité související literatury	31
5.2. Seznam použitých právních předpisů a norem	32
6. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	33

1. ÚVOD

Jak již název Fakulty rybářství a ochrany vod napovídá, jednou z důležitých oblastí, na které se tato instituce zaměřuje, je péče o vodu a její ochrana. Nutno podotknout, že počátek tohoto snažení musíme hledat již řadu let před tím, než byla založena tato fakulta, a to v období, kdy zde fungoval jako samostatná jednotka Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický (VÚRH), který se stal v roce 1996 součástí Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a poté v roce 2009 jednou z fakult této univerzity. Ale již za éry VÚRH patřila ochrana vody k jeho důležitým aktivitám. Jeho pracovníci pravidelně vyjížděli s pojezdovou laboratoří na kontroly kvality vody v rybnících nejen Jihočeského kraje, pro rybáře připravili terénní soupravu, s jejíž pomocí mohou jednoduše průběžně kontrolovat základní parametry kvality vody důležité z pohledu chovu ryb. Již v tomto období zde také fungovala poradenská a vyšetřovací činnost, byly pořádány kurzy a školení (včetně mezinárodních). Jak se zvyšovala intenzita rybářského hospodaření a zemědělské i průmyslové výroby, narůstal i počet havárií ve vodním prostředí často doprovázených úhynem ryb. A tak lze říci, že sama praxe si vyžádala sestavení určitých základních pokynů a pravidel, jak se v takovýchto kritických situacích chovat a jak postupovat, aby se zvýšila pravděpodobnost odhalení původce těchto havárií. A tak vznikla první metodika s názvem Metodické pokyny k vyšetřování havarijního úhynu ryb (Svobodová a kol., 1994). Na tuto publikaci navázala obdobně zaměřená metodika Metodický postup vyšetřování havarijních úhynů ryb (Svobodová a kol., 2010), jež vyšla v nákladu 200 výtisků, které si postupně našly své uživatele. Proto se autoři rozhodli pro nové vydání, kde byly aktualizovány odkazy na v současné době platnou legislativu a doplněny další zkušenosti autorů. Věříme, že i tato metodika si najde své uživatele a uvítáme zpětné vazby z praxe.

1.1. Cíl metodiky

Cílem metodiky je shrnout základní postupy, které je nutno dodržovat při zjištění havarijního úhynu ryb. Každým rokem je na našem území zaznamenána řada větších či menších havarijních úhynů ryb. Ale pouze přibližně polovina těchto případů bývá zcela objasněna. Není-li příčina takové havárie objasněna, zůstává viník nepotrestán a finanční ztráty vzniklé při havárii zatěžují majitele revíru (farmy). Z dlouholetých zkušeností autorů v této oblasti vyplývá, že nejcitlivější místo v celém náročném procesu diagnostiky havarijního úhynu ryb je místní šetření. Proto autoři metodiky pokládají za užitečné shrnout hlavní zásady vedení místního šetření v těchto havarijních situacích.

1.2. Vlastní popis metodiky

Metodika přehledně uvádí, jak postupovat v případě havarijního úhynu ryb. V první části metodiky jsou uvedeny hlavní příčiny havarijních úhynů ryb a v druhé části vlastní diagnostické postupy a doporučení jak pro místní šetření, tak pro diagnostické laboratoře.

1.3. Srovnání "novosti postupů"

Od vydání první metodiky uplynulo již 27 let, v průběhu kterých autoři nashromáždili řadu nových zkušeností, o které je nová publikace obohacena. Rovněž legislativní zázemí doznalo určitých změn, které předložená metodika zohledňuje. Vedle dlouholetých zkušeností autorů jsou v metodice uplatněny nejnovější postupy využívané jak při místním šetření, tak v diagnostických laboratořích. Obecně platné zásady jsou zde doplněny řadou vlastních postřehů, praktických poznatků a zkušeností.

1.4. Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena především pracovníkům Státní veterinární správy ČR, praktickým veterinárním lékařům a diagnostickým laboratořím ve státních veterinárních ústavech. Dále je určena všem institucím a pracovníkům zabývajícím se ochranou povrchových vod a vyšetřováním havarijních úhynů ryb (referáty životního prostředí, hygienické a vodohospodářské instituce, rybářské organizace, policie atd.). Předložená metodika může také vhodným způsobem doplnit studijní materiály škol, jejichž výuka je zaměřena na problematiku ochrany vodního prostředí.

1.5. Ekonomické aspekty

Ekonomický přínos vychází z předpokladu zvýšeného podílu objasněných případů havarijních úhynů ryb. Využívání předloženého metodického postupu povede k zefektivnění a zkvalitnění diagnostiky příčin havarijních úhynů ryb, což se projeví zvýšeným procentem jejich objasněnosti. Předpokládáme, že podíl objasněných případů havarijních úhynů ryb se zvýší o cca 5–10 %, což bude představovat pro chovatele ryb a správce povodí finanční částku ve výši min. 100 000 Kč ročně. Další přínosy metodiky spočívají ve zvýšení zodpovědnosti a posílení vědomí lidí, že poškozování životního prostředí nezůstává bez postihu. To znamená, že kromě ekonomického hlediska je důležitým aspektem i hledisko morální.

2. HAVARIJNÍ ÚHYNY RYB A JEJICH PŘÍČINY

Pod pojmem havarijní úhyn se rozumí náhlý, nepředvídaný úhyn ryb v tocích, údolních nádržích, rybnících, rybochovných objektech, ale i v akvariijním chovu. Je obvykle vyvolán náhlou změnou životního prostředí nebo onemocněním ryb, v některých případech též závadným krmivem. **Nejčastější příčiny náhlé změny životního prostředí ryb jsou následující:**

Havarijní znečištění vodního prostředí

Toto znečištění je možno charakterizovat jako náhlé, nepředvídané a obvykle krátkodobé a přechodné zhoršení kvality povrchové vody, které má vliv na zhoršení některých vlastností vody, a způsobuje biologické, hygienické, estetické nebo technické závady (Vučka a kol., 1984). Je obvykle způsobeno výtokem odpadních vod, haváriemi při transportu chemických látek a přípravků (bodové znečištění), splachem z polních kultur ošetřených chemickými přípravky nebo zasažením povrchových vod při leteckém ošetření polních a lesních kultur (plošné znečištění). Látky, které se takto dostávají do vodního prostředí, působí na ryby buď přímo toxicky, anebo je poškozují nepřímě. Nejčastějším případem nepřímého poškození je vznik deficitu kyslíku ve vodě způsobený znečištěním vodního prostředí snadno rozložitelnými organickými látkami nebo vytvořením souvislého filmu na vodní hladině a zabráněním přístupu atmosférického kyslíku do vody. Organické látky se rozkládají a při tomto procesu dochází k odčerpání kyslíku rozpuštěného ve vodě. V případě poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku na hodnoty letální koncentrace dochází k úhynu ryb udušením. Obdobně působí náhlé zvýšení teploty vody, které urychlí rozklad organických látek přítomných ve vodě a zvýší tak nároky na spotřebu kyslíku (Lloyd, 1992; Di Giulio a Hinton, 2008; Svobodová a kol., 2017).

Náhlá změna životního prostředí a porucha rovnováhy ve vodním prostředí

Nejčastější příčinou náhlé změny životního prostředí jsou různé druhy bodového a plošného znečištění. Porušení rovnováhy fyzikálně-chemických a hydrobiologických podmínek ve vodním prostředí může mít nejrůznější příčiny. Na příklad byl zaznamenán úhyn ryb v důsledku působení kovů, které se uvolnily ze sedimentů do vodné fáze poté, co byly do rybníka zaústěny důlní vody s nízkým pH a deficitem kyslíku. Tak byly vytvořeny podmínky pro nastartování remobilizačních procesů a uvolnění kovů (především železa a hliníku) do vodné fáze.

K narušení rovnováhy procesů probíhajících ve vodním prostředí dochází také v rybnících, které jsou dlouhodobě zatěžovány organickým znečištěním (komunální odpadní vody, odpadní vody z potravinářského průmyslu a ze zemědělství, splachy z polí). V takových rybnících lze očekávat úhyny ryb zejména v důsledku kyslíkových deficitů a nadměrně vysokých koncentrací amoniaku, které vytvářejí vhodné podmínky pro vznik toxické žaberní nekrózy. Další příčinou úhynu ryb je kyslíkový deficit, ke kterému dochází často na podzim při náhlém zamrznutí hladiny eutrofizované vodní nádrže. Nebezpečí vzniku kyslíkového deficitu ještě vzrůstá, jestliže je led pokryt vrstvou sněhu. Tím se silně omezí průchod světla do vody a dochází k výraznému snížení nebo k úplnému zastavení fotosyntetické činnosti zelených řas. Úhyny ryb jsou v těchto případech zjišťovány obvykle se značným zpožděním, většinou až poté, kdy roztaje led.

K poškození a úhynu ryb však může dojít také při přesycení vody kyslíkem (200–300 %) (např. při převozu váčkového plůdku pod kyslíkovou atmosférou nebo při výrazném přesycení vody kyslíkem v letním období vyvolaném intenzivní fotosyntetickou asimilací zelených organismů). To jsou problémy, které se týkají převážně raných vývojových stadií ryb. Přesycení vody kyslíkem však lze zaznamenat i v důsledku zavzdušnění vody, ke kterému může dojít při přečerpávání vody nebo při zvýšení teploty vody (a snížení rozpustnosti plynů). V těchto případech se jedná o přesycení vody nejen kyslíkem, ale i dalšími plyny obsaženými v atmosféře. Za těchto okolností jsou ohroženy i starší věkové kategorie ryb, k jejichž poškození a úhynu může dojít, i když zaznamenáme podstatně nižší nasycení vody kyslíkem (do 150 %, nasycení vody dusíkem a dalšími plyny obvykle nemáme možnost změřit).

Nedodržení technologických postupů v rybářství a ve vodním hospodářství

Jedná se především o náhlou změnu teploty vody při přesazování ryb, o pokles koncentrace kyslíku ve vodě při omezení, příp. zastavení průtoků v rybochovných objektech nebo při poruchách aeračního zařízení. V posledním období se často setkáváme zejména v recirkulačních systémech s otravou ryb dusitany v důsledku nedostatečné funkce biologických filtrů, na kterých probíhá nitrifikace (biochemický proces, při kterém dochází k přeměně amoniaku na dusitany a v konečné fázi na dusičnany). Nutno také počítat s tím, že nitrifikace je proces, při kterém dochází ke snižování hodnot pH vody. Pokles hodnot pH může být natolik významný, že dojde k poškození, nebo dokonce k úhynu ryb. V rybářství a vodním hospodářství je využívána řada chemických látek a přípravků k aplikaci do vodního prostředí (herbicide, algicide, dezinfekční prostředky, léčebné a preventivní koupele ryb). V případě nesprávné aplikace nebo při předávkování dochází k poškození a k úhynu rybí obsádky.

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

Další významnou a častou příčinou havarijního úhynu ryb mohou být různá onemocnění ryb. U většiny onemocnění bývá hynutí ryb protahované, obsádka ryb uhne v průběhu 3–7, případně 14 dnů. Časté jsou však i případy náhlého úhynu ryb, kdy celá obsádka uhne v průběhu 3 až 5 hodin. Jako příklad je možno uvést ichtyobodózu raného plůdku kapra a lína, flavobakteriózu lososovitých a ichtyoftiriózu sumců a dalších druhů ryb a další závažná onemocnění (např. bakteriózy u akvariálních ryb). K těmto náhlým úhynům dochází většinou u ryb odchovávaných v rybochovných objektech na oteplené vodě a v akvariálních podmínkách. Při zpětném šetření se často zjišťuje, že tyto ryby byly oslabeny (např. podáváním krmiva v nedostatečném množství a kvalitě, deficitem kyslíku, náhlou změnou teploty vody apod.) (Wolf, 1988; Austin a Austin, 1987; Lom a Dyková, 1992; Inglis a kol., 1993; Willoughby, 1994; Schlotfeldt a Alderman, 1995).

Také záměna krmiva nebo krmivo nevhodné kvality může být příčinou náhlého úhynu ryb. Např. u kaprů s vysokou intenzitou krmení krmivem s vysokým obsahem dusíkatých látek za současného působení stresových faktorů, zejména náhlého deficitu kyslíku, změny teploty vody aj., dochází k havarijním úhynům v důsledku autointoxikace amoniakem. Je znám také případ úhynu pstruhů duhových, kterým byly omylem jako krmivo předloženy pelety Talonu (antikoagulační rodenticid) místo peletované krmné směsi.

Rovněž byly popsány případy úhynu plůdku pstruha duhového při použití krmiva s vyšším obsahem aflatoxinu B₁. Časté jsou také případy náhlých úhynů raných stadií plůdku zejména lína a býložravých ryb v odchovných při krmení planktonem s výskytem dravých buchanek a jejich naupliových a kopepoditových stadií. Buchanky napadají plůdek, mechanicky ho poražují, okusují, dochází k poruše homeostázy a následně k jeho úhynu.

Z uvedeného výčtu příčin havarijního úhynu ryb vyplývá, že se jedná o velmi složitou situaci, ve které většinou spolupůsobí několik faktorů. Mnohé případy havarijních úhynů ryb se periodicky opakují, jiné jsou naopak svým vznikem a průběhem jedinečné. Hynutí ryb se navíc často zjišťuje se zpožděním a odběr průkazního materiálu není proveden včas. V takových případech jsou příznaky otravy nebo onemocnění ryb zastřeny nastupujícími postmortálními změnami a z míst odběru vzorků vody jsou toxické látky již odpuleny. Úspěch diagnostiky havarijního úhynu ryb proto závisí nejen na kvalitě práce diagnostických laboratoří, ale na všech, kteří se šetření zúčastní. Záleží na tom, zda se včas podaří odebrat reprezentativní vzorky zachycující aktuální stav, který byl příčinou úhynu ryb. Na této práci se podílejí pracovníci Státní veterinární správy ČR, terénní veterinární lékaři, pracovníci referátů životního prostředí, vodohospodářských organizací, hygienických stanic, policie, hasičských sborů a rovněž členové rybářských svazů a chovatelé ryb. Na jejich práci a jejich pohotovém a správném rozhodování tedy záleží úspěch šetření především.

Laboratorní diagnostiku havarijních úhynů ryb provádějí v České republice státní veterinární ústavy, Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně a Fakulta rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Dílčím způsobem se na této práci podílejí vodohospodářské, hygienické a další laboratoře, které především zajišťují chemické analýzy. Uvedené diagnostické laboratoře využívají všech dostupných informací a výsledků analýz vody, ryb a dalších složek vodního ekosystému (sedimentů dna, nárostů), popřípadě krmiv ke stanovení diagnózy havarijního úhynu ryb.

3. DIAGNOSTIKA HAVARIJNÍHO ÚHYNU RYB

3.1. Právní rámec řešení úhynu ryb

Základním právním předpisem v oblasti ochrany vod je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon definuje havárii jako mimořádné závažné zhoršení nebo mimořádné závažné ohrožení jakosti povrchových nebo podzemních vod. Za havárii se vždy považují případy závažného zhoršení nebo mimořádného ohrožení jakosti povrchových nebo podzemních vod ropnými látkami, zvláště nebezpečnými látkami, popřípadě radioaktivními zářiči a radioaktivními odpady, nebo dojde-li ke zhoršení nebo ohrožení jakosti povrchových nebo podzemních vod v chráněných oblastech přirozené akumulace vod nebo v ochranných pásmech vodních zdrojů. Dále se za havárii považují případy technických poruch a závad zařízení k zachycování, skladování, dopravě a odkládání výše uvedených látek, pokud takovému vniknutí předcházejí. Kdo způsobí nebo zjistí havárii, je povinen ji neprodleně hlásit Hasičskému záchrannému sboru České republiky nebo jednotkám požární ochrany nebo Policii České republiky, případně správci povodí. Ten, kdo způsobil havárii, je povinen činit bezprostřední opatření k odstraňování příčin a následků havárie. Přitom se řídí havarijním plánem, popřípadě pokyny vodoprávního úřadu a České inspekce životního prostředí. Náležitosti havarijního plánu, způsobu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků upravuje vyhláška č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků.

Dojde-li k úhynu vodních živočichů v důsledku použití přípravků na ochranu rostlin, postupuje se podle zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů. Osoba, jíž přísluší výkon rybářského práva, oznámí úhyn neprodleně příslušnému orgánu Státní veterinární správy. Příslušný orgán Státní veterinární správy v součinnosti

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

s Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským provede místní šetření. Má-li pochybnosti o příčině úhynu v souvislosti s použitím přípravku, zajistí odběr vzorků, jejich vyšetření odborným ústavem a informování osoby, již přísluší výkon rybářského práva, o výsledku tohoto vyšetření. Podrobnosti o odběrech vzorků jsou uvedeny ve vyhlášce č. 327/2012 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin. Vzorek ryb čerstvě uhynulých nebo ryb s příznaky otravy se odebírá v nádržích s jednodruhovou obsádkou v počtu 5 až 20 kusů podle hmotnosti a okolností úhynu. V nádržích s vícedruhovou obsádkou a v tekoucích vodách se odebírá 3 až 5 kusů od druhů nejčastěji se objevujících mezi rybami s příznaky otravy nebo uhynulými rybami. Současně se vždy odebírají vzorky znečištěné vody v množství 4 litrů a sedimentů dna o hmotnosti 2 kg.

Postup v případě úhynu vodních živočichů v důsledku nákazy upravuje zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon) ve znění pozdějších předpisů. Podle tohoto zákona vlastník nebo nájemce rybníka nebo zvláštního rybochovného zařízení, jakož i další osoby podílející se na chovu a lovu ryb, které vzhledem ke svému povolání, kvalifikaci a zkušenostem mohou rozpoznat příznaky nasvědčující podezření z výskytu nebezpečné nákazy nebo nemoci přenosné ze zvířat na člověka, jsou povinni neprodleně uvědomit krajskou veterinární správu nebo zajistit její uvědomění o tomto podezření. Seznam nebezpečných nákaz je uveden v příloze č. 2 veterinárního zákona. Podrobnosti k opatřením pro předcházení a zdolávání některých nákaz vodních živočichů jsou upraveny ve vyhlášce č. 290/2008 Sb., o veterinárních požadavcích na živočichy pocházející z akvakultury a na produkty akvakultury, o opatřeních pro předcházení a zdolávání některých nákaz vodních živočichů.

Pokud je podezření na zdravotní závadnost krmiv, postupujeme podle zákona č. 91/1996 Sb., o krmivech ve znění pozdějších předpisů. Podle tohoto zákona každý, kdo používá krmné produkty, včetně krmení zvířat pro potřebu živočišné prvovýroby, musí na všech stupních své činnosti zajistit, aby krmné produkty splňovaly požadavky stanovené zákonem a prováděcími právními předpisy. Krmiva nesmí obsahovat zakázané látky a nesmí překračovat limity stanovené pro nežádoucí látky. Podrobnosti jsou stanoveny ve vyhlášce č. 295/2015 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech ve znění pozdějších předpisů. Má-li osoba důvodné podezření nebo zjistí-li, že krmný produkt nespĺňuje požadavky stanovené zákonem a prováděcími právními předpisy, informuje o tom Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a učiní neprodleně opatření k zabránění dalšímu šíření nebezpečí pro zdraví zvířat, lidí a životní prostředí.

Každý úhyn ryb může být také posuzován z pohledu zákona č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání ve znění pozdějších předpisů. Za týrání se považuje tímto zákonem zakázané jednání, v jehož důsledku dojde k utrpení zvířete. Za utrpení se považuje stav zvířete způsobený jakýmkoliv podnětem nebo zákrokem, kterého se zvíře nemůže samo zbavit a který u zvířete způsobuje bolest, zranění, zdravotní poruchu anebo smrt. Pokud by k úhynu došlo v důsledku zanedbání péče chovatele, mohlo by se jednat o chov zvířat v nevhodných podmínkách, který je také považován za týrání. Dozorem nad dodržováním tohoto zákona jsou pověřeny krajské veterinární správy, které mohou v případě potřeby provádět místní šetření a odebírat potřebné vzorky.

3.2. Místní šetření

Cílem místního šetření při havarijním úhynu ryb je shromáždit veškeré dostupné údaje a co možná nejpřesněji zdokumentovat situaci vzniklou na dané lokalitě nebo v daném rybochovném objektu. Tyto získané anamnestické údaje jsou zásadní při zjišťování příčiny havarijního úhynu ryb. Jsou proto také uváděny jako součást vyšetřovacího protokolu.

Při havarijním úhynu ryb je nutno v první řadě hlásit tuto skutečnost výše uvedeným orgánům (viz kapitola 3.1.) a dále zajistit spolehlivý důkazní materiál pro určení viníka havárie. Tento zásadní moment bývá často při vzniku havarijního úhynu ryb opomíjen ve prospěch další významné činnosti – snahy o minimalizaci následků. Především členové rybářských organizací se dopouštějí té chyby, že v upřímné snaze o záchranu hynoucích ryb zapominají na nutnost shromáždění maxima objektivních podkladů pro další šetření havárie a vyhodnocení jejích příčin.

Při odběru vzorků z kanalizace potenciálního původce havárie se doporučuje spoluúčast zástupce daného podniku. Odebraný vzorek je vhodné rozdělit (zástupce podniku si tuto část vzorku ponechává pro možnost provedení nezávislých analýz – nebezpečí záměny vzorku ze strany potenciálního znečišťovatele). Není to však podmínkou, jak se mnohdy zástupci znečišťovatelů mylně domnívají. Zástupci uvedených organizací pak provádějí šetření, jehož cílem je zjištění příčin úhynu, jeho viníka a následků. Doporučuje se, aby z časových důvodů bylo vzorkování zahájeno neprodleně. Jistě není třeba zdůrazňovat zásadní důležitost rychlého postupu při úhynu na tekoucích vodách. Při havárii na stojaté vodě (nádrži, rybníce) nehraje časový faktor obvykle tak významnou roli, přesto i v těchto případech je vhodné s odběry vzorků neotálet.

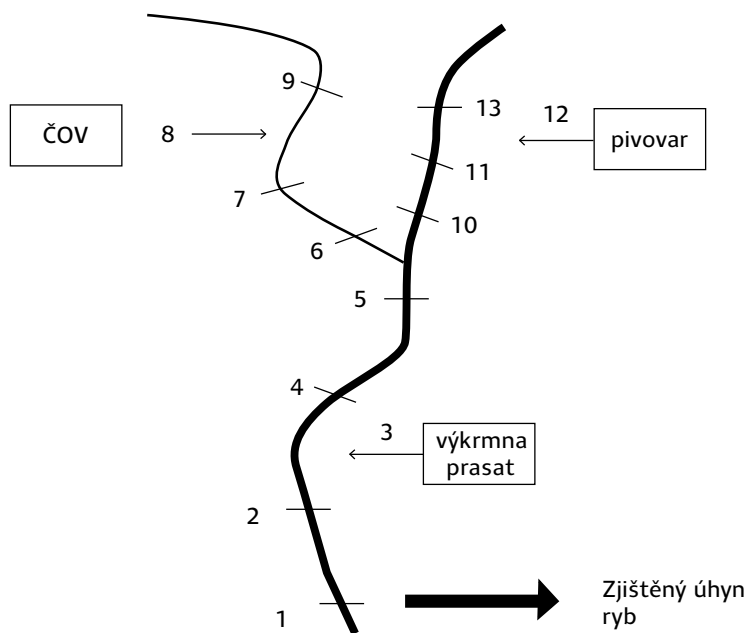
METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

Na pracovišti, u kterého se předpokládá aktivní účast na místním šetření, by bylo vhodné mít v předstihu připravený tzv. „pohotovostní balíček“. Jedná se o následující základní vybavení pro výjezd k havarijnímu úhynu ryb:

- osobní ochranné pomůcky – gumové rukavice, gumová obuv;
- dostatek (alespoň 10 ks) čistých suchých lahví na odběr vody (vhodné jsou PET lahve od neochucené vody) + lahve skleněné (pro případ ropné havárie);
- dostatek (cca 10 ks) suchých čistých sklenic s širším hrdlem (např. dobře vymyté sklenice /ne saponátem!/ od dětské výživy) pro odběr vzorku planktonu, příp. bentosu nebo nárostů;
- pevné igelitové nebo mikrotenové sáčky na odběr sedimentů, čerstvě uhynulých ryb, případně jiných materiálů, gumičky nebo provázky na uzavření sáčků;
- vhodný teploměr na měření teploty vody a vzduchu (např. skleněný lihový);
- oximetr, případně mobilní souprava na základní analýzu vody, především na stanovení kyslíku. V případě, že toto není k dispozici, je potřebné navázat spolupráci s firmou či organizací, která má tyto pomůcky k dispozici. V tomto případě by měl být v „balíčku“ kontakt na spolupracující organizaci;
- vhodná odběrová zařízení – lahev na tyči nebo na provazu, lopatka na odběr sedimentů, sak na odběr ryb, případně vhodná škrabka, pinzeta nebo zubní kartáček na odběr nárostů, planktonní síťka na odběr planktonu;
- termotašky na odebrané vzorky – důležité je, aby odebrané vzorky nebyly v průběhu prováděného šetření vystaveny vysokým teplotám, a nedošlo tak ke změnám jejich kvality;
- štítky na označení lahví a sáčků, vhodné psací potřeby;
- poznámkový blok pro vypracování situačního plánu a dalších poznámek;
- velká (např. 50litrová) konev se širokým hrdlem („barel“) pro případ, že se podaří odchytil živé ryby s příznaky poškození, které jsou při zjišťování příčiny úhynu velmi přínosné a v podstatě nenahraditelné. Je doporučeno mít s sebou i vytištěný vzor protokolu a přímo do něj zaznamenávat zjištěné údaje (protokol potom podepisují všichni účastníci místního šetření);
- vzor protokolu;
- kanystr s čistou vodou, mýdlo, ručník pro případ, že by v místě šetření nebyla k dispozici voda na umytí rukou.

Výše uvedené pomůcky je vhodné mít stále připravené a složené např. v čistém barelu na ryby s přiloženým seznamem věcí, které je nutno před výjezdem doplnit. Díky této přípravě lze vyjet na místo havárie téměř bezprostředně po jejím nahlášení.

Pro vyšetření je nutno odebrat nejméně tři vzorky vody: nad předpokládaným zdrojem znečištění, z něj a po smísení s vodou recipientu. Je-li na toku více potenciálních znečišťovatelů, je nutno volit místa odběrů tak, aby byla podchycena všechna možná místa úniku škodlivých látek (obr. 1). (Pozor! Na odběr vzorků nad potenciálním znečišťovatelem se často zapomíná, a pokud zde není stav zdokumentován, nelze prokázat, jakou měrou se na výsledném znečištění toku podílel námi označený znečišťovatel).



Obr. 1. Situační nákres míst odběru vzorků vody při zjištění úhynu ryb.

Nejprve odebíráme vzorek z místa úhynu ryb (na obr. 1 vzorek č. 1), dále nad úhynem ryb (vzorek č. 2). Tento vzorek reprezentuje současně kvalitu vody pod zdrojem potenciálního znečištění. V praxi se však může jednat o dlouhý úsek toku. V tom případě je vhodné odebrat v tomto úseku ještě další vzorky. Podobně je tomu u vzorků č. 7 a 11. Vzorek 3 (a podobně vzorky č. 8 a 12) se

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

odebírají pro kontrolu kvality vody, která vytéká z objektů, které se jeví jako potenciální znečišťovatelé. V každém případě je nutné odebrat vzorky vody i nad potenciálními znečišťovateli (jedná se o vzorky č. 4, 9, 13), aby bylo možno porovnat kvalitu vody v řece nad a pod zaústěním znečištění. Vzorek č. 5 reprezentuje kvalitu vody pod soutokem dvou řek. Aby bylo možno zhodnotit, která z řek přivedla znečištění, odebírají se dále vzorky z jednotlivých přítoků (vzorky č. 6 a 10).

Na tomto místě je třeba zdůraznit, že pro schéma odběru vzorků neexistuje žádná univerzální šablona, a že je vždy třeba postupovat podle aktuální situace. V každém případě je třeba zkontrolovat směrem proti proudu, zda k úhynu ryb nedošlo ještě výše proti proudu, neboť místo, kde byl pozorován úhyn ryb, nemusí odpovídat místu vzniku havárie. Při prozkoumávání terénu je vhodné zaměřit se na klidné části toku a tišiny, kde mohou být zadržovány další uhynulé ryby. Dále se snažíme ve vhodných časových intervalech zachytit postup toxické vlny až po její eventuální doznění. Velmi účelné je rovněž prověřit co nejdříve stav zarybnění nad a pod možnými zdroji úniku znečištění použitím elektrolovu. I s větším časovým odstupem (do 1 až 2 dnů) je možné prověřit podezřelé zdroje znečištění odběrem zoobentosu, případně nárůstů nad a pod nimi.

Při úhynech na nádržích postupujeme obdobně, zde odebíráme následující vzorky: samotná nádrž, potenciální zdroj znečištění, přítok do nádrže a odtok z ní. Je-li zdroj znečištění na přítoku, doplňujeme vzorkování o odběr nad zdrojem a pod ním. Vzorky vody odebíráme v množství 1–4 litry (v případě podezření na otravu pesticidy 4 litry), odběr provádíme do PET lahví, v případě ropné havárie do skleněných lahví.

O detailech odběru a případné konzervaci vzorků vody a ryb pojednávají příslušné kapitoly. V souvislosti s místním šetřením je však třeba zdůraznit některé elementární zásady, které bývají bohužel v praxi často zanedbávány:

- 1) Vzorky musí být přesně a nesmazatelně popsány.**
- 2) Místa odběru vzorků musí být zřetelně a srozumitelně zakreslena v připojeném schematickém náčrtku toku (nádrže). Pro specifikaci místa odběru je vhodné využít GPS souřadnice.**
- 3) K vyznačení míst odběru vzorků je nutno připojit čas odběru.**
- 4) Odebrané vzorky vody a ryb je nutno doručit co nejdříve ke zpracování, resp. vyšetření, teplotu a koncentraci kyslíku ve vodě je nutno stanovit na místě.**
- 5) Popis příznaků hynutí, chování a případných morfologických změn ryb má mnohdy zásadní význam, proto nesmí být opomenut.**

6) Je vhodné připojit poznámky k možné příčině úhynu ryb nebo o situacích, které úhynu předcházely (přívalový déšť, dlouhotrvající vysoké teploty, náhlý příchod mrazů a zamrznutí hladiny, stavební a terénní úpravy v blízkém okolí, aplikace hnojiv či jiných prostředků v okolí aj.).

O odběrech vzorků se sepisuje protokol, který podepisují všichni účastníci místního šetření (viz vzor protokolu).

Závěrem je nutno opakovaně zdůraznit, že řádně zdokumentovaný průběh havarijního úhynu ryb je zásadním předpokladem úspěšnosti dalších šetření a postupů v záležitosti náhrady vzniklé škody a prevence před jejím případným opakováním.

Velmi důležitý je také výběr laboratoře, která provede příslušné analýzy. Při výběru laboratoře je nutno respektovat, že k usvědčení původce havárie jsou nutná fakta založená na kvalifikovaně provedených analýzách. Proto se s analýzami vzorků obracíme na laboratoře, jejichž práce je pod soustavnou vnější kontrolou (např. akreditované laboratoře nebo laboratoře, které se pravidelně účastní mezilaboratorního porovnávání vzorků). Přednost dáváme laboratořím státních veterinárních ústavů, které provedou kompletní vyšetření, tzn. vyšetření ryb, vody a dalších odebraných vzorků.

K rozhodování, na co zaměřit pozornost při odběru průkazního materiálu a při dalším vyšetřování, může pomoci schéma uvedené na obr. 2. Toto schéma pomůže i v odhadu příčiny havarijního úhynu ryb. Je nutno zdůraznit slovo odhad, neboť se opravdu jedná pouze o předpokládanou příčinu úhynu a teprve po vyhodnocení všech analýz a vyšetření může být původní odhad potvrzen, nebo vyvrácen. Nesmí se přitom zapomenout, že havarijní úhyn ryb může mít i více příčin (např. deficit kyslíku a onemocnění žaber, deficit kyslíku a otrava amoniakem, nevhodná manipulace s nakrmeným plůdkem, snížené hodnoty pH a uvolnění železa z dnových sedimentů aj.), z nichž žádnou nelze vynechat. V žádném případě nesmí v celkovém hodnocení stavu chybět výsledky hydrochemických analýz a vyšetření zdravotního stavu ryb. Velmi důležité jsou informace získané od chovatelů či svědků (vzor protokolu, bod 17), neboť mohou vhodným způsobem doplnit výsledky provedených vyšetření a pomoci tak odhalit příčinu vzniku havárie.

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

Vzor protokolu:

Protokol o odběru vzorků při podezření z havarijního úhynu ryb

1. Den, hodina zjištění havárie:
2. Účastníci šetření (organizace):
3. Lokalita:
4. Vlastník/Hospodařící organizace:
5. Délka (rozloha) postiženého úseku:
6. Rozsah úhynu (druhy, kategorie a množství uhynulých ryb):
7. Popis chování a makroskopických změn na rybách:
8. Možné zdroje znečištění:
9. Odběr vzorků vody (místo a čas odběru, označení vzorků):
10. Stanovení provedená na místě (teplota, barva, průhlednost, pach, O₂, pH, příp. další; místo a čas, označení lokality):
11. Odběr vzorků ryb (uhynulé, živé, místo a čas, označení lokality, druh, kategorie, počet, množství):
12. Vzorky odeslány (kam):
 - a) voda
 - b) ryby
 - c) jiné
13. Jiné důležité skutečnosti (průtok, počasí v době odběru vzorků a v předcházejícím období, výsledky posledních kontrolních vyšetření kvality vody a zdravotního stavu ryb* aj.):
14. Vyjádření účastníků šetření:
15. Podpisy, datum, čas:
16. Připojený situační náčrtek s vyznačením významných lokalit odběrů, zdrojů a dalších skutečností (např. postup toxické vlny):
17. Případné informace získané od chovatelů či svědků:

* Tyto údaje se předpokládají zejména v provozech intenzivních chovů ryb, které mají vypracovány provozní řády. V těchto řádech jsou obsaženy základní postupy, které musí provozovatel dodržovat a současně pokyny pro případ mimořádných událostí (náhlé změny kvality vody, chování ryb, případně úhyn ryb apod.).

V případě podezření na otravu ryb pesticidy se protokol rozšiřuje o následující údaje a záznamy:

Den a hodina ošetření kultury:

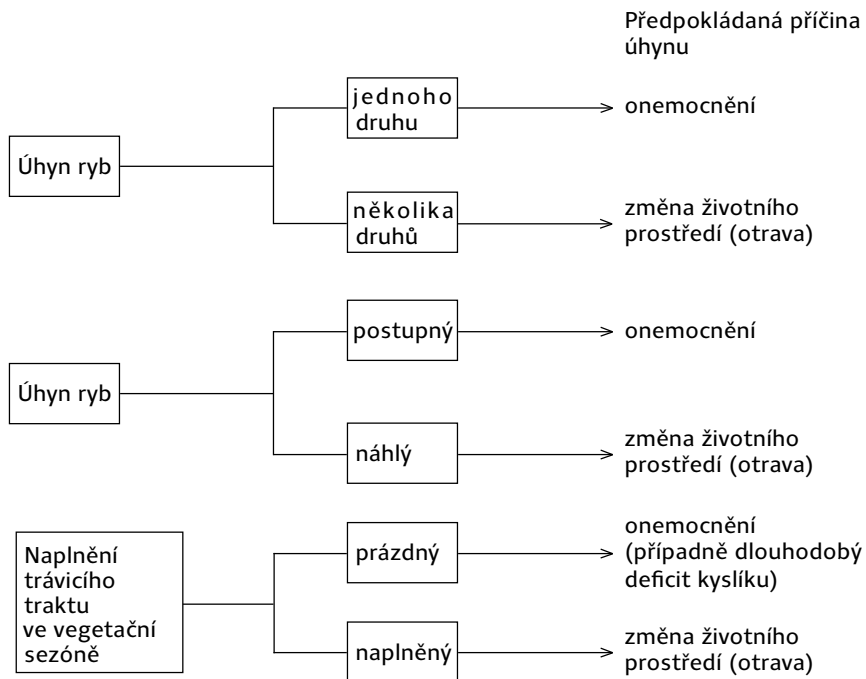
Použitý přípravek a jeho množství:

Způsob aplikace:

Název a adresa firmy, která aplikaci prováděla:

Čas, kdy byly zaznamenány první příznaky otravy ryb:

Počasí v době ošetření porostu a v období mezi aplikací přípravku a pozorovaným úhynem ryb (zejména směr a síla větru, srážky):



Obr. 2. Rozhodovací diagram při zjišťování příčin úhynu ryb.

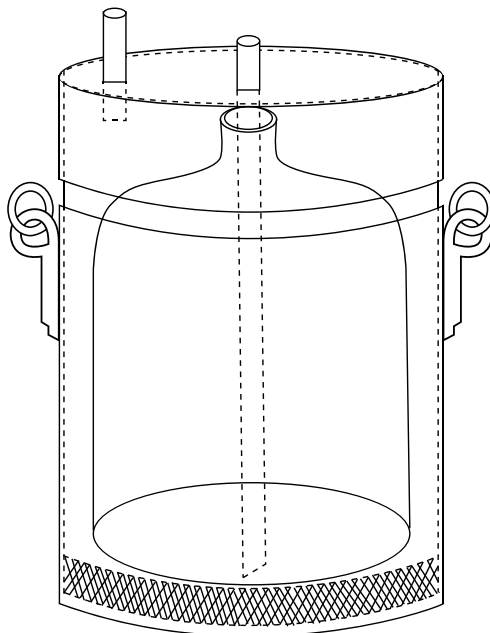
3.3. Hydrochemické vyšetření

Základním předpokladem úspěšné práce je volba míst pro odběry vzorků, což bylo popsáno v předchozí kapitole. Vzorky vody se nedoporučuje odebírat v blízkosti břehu, obvykle se vzorky odebírají 1 až 2 m od břehu. Při ponořování lahve se nesmí zvířit bahno nebo jiné usazeniny dna. Zde je třeba opatrnost zejména, když je vzorek odebírán po přímém vstupu do recipientu. V tom případě je třeba vzorek vody odebrat co nejdále před sebou – v místech, které nebylo ovlivněno vířením sedimentů při chůzi.

Při odběrech vzorků vody v údolních nádržích a rybnících je nutné odebírat vzorky z různých vrstev vodního sloupce. Odběr z různých vrstev nebo ode dna se provádí pomocí speciálních odběrových lahví (např. Friedingerova odběrová lahev), vzorky vody na stanovení kyslíku je třeba odebírat do speciálních lahví (např. Hrbáčkova vytěšňovací lahev – obr. 3, Valentová a kol., 2009).

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

Pro získání spolehlivých poznatků o vyšetřované vodě je třeba co nejvíce zkrátit dobu mezi odběrem vzorku a jeho analýzou. Pro přepravu vzorků je třeba používat tepelně izolované boxy a v laboratoři umístit lahve se vzorky do chladničky při teplotě 3 až 4 °C. Pro některé analýzy však uvedená opatření nestačí. V tom případě se musí příslušná analýza provést ihned po odběru, nebo je nutné vzorek konzervovat vhodným konzervačním činidlem, jak je podrobně uvedeno v tab. 1.



Obr. 3. Hrbáčkovo odběrové zařízení (upraveno dle Valentová a kol., 2009).

Některá stanovení je nutno provádět ihned na místě (např. měření teploty vody, koncentrace kyslíku, průhlednosti, barvy, pachu apod.). Lepší orientaci v dané situaci nám umožní provedení některých dalších analýz přímo v terénu. K tomu účelu se využívají přenosné oxi a pH metry, další rozborů lze provádět pomocí zjednodušených chemických analýz, ke kterým je možno využít soupravy, které jsou na trhu k dispozici (např. Combi, Merck aj.).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku. Ve vodě s vegetačním základem musíme brát v úvahu fotosyntetickou činnost zelených rostlin, která probíhá za denního světla. Díky fotosyntetické činnosti můžeme zaznamenat za slunečného počasí přesycení vody kyslíkem

a vzrůst pH vody v denních (a zvláště v odpoledních) hodinách, a naopak v noci, kdy rostliny odčerpávají kyslík, může dojít ke vzniku deficitu kyslíku, nebo dokonce k jeho úplnému vyčerpání z vodního sloupce. Tento stav bývá zaznamenáván obvykle v ranních hodinách před východem slunce. Proto při podezření na výskyt tzv. ranních kyslíkových deficitů je třeba provést měření koncentrace rozpuštěného kyslíku v časných ranních hodinách (před východem slunce). Během dne, zvláště za slunečného počasí, potom koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě rychle stoupá. To platí zvláště o povrchových dobře prosvětlených vrstvách vody. Z toho důvodu je třeba obsah rozpuštěného kyslíku měřit nejen u hladiny, ale i v různých vrstvách vodního sloupce a do protokolu uvést také hodinu odběru a údaje o intenzitě slunečního svitu. Kyslík se měří přímo v terénu kyslíkovou sondou (oximetrem), nebo se odebírají vzorky vody do tzv. kyslíkových lahvíček. Odběr vzorku vody je vhodné provést pomocí tzv. Hrbáčkovy vytěšňovací lahve (obr. 3), do které se kyslíková lahvička umístí. Vzorky vody pro toto stanovení je nutné ihned na místě fixovat podle metodiky stanovení obsahu rozpuštěného kyslíku. Je třeba si uvědomit, že právě deficit kyslíku je velmi častou příčinou úhynu ryb. Bez znalosti kyslíkových poměrů nelze tuto příčinu úhynu ani potvrdit a ani vyvrátit. Dále je nutné vědět, že nelze stanovit koncentraci kyslíku ve vzorku vody skladovaném běžným způsobem. V případě, že oximetr nebo speciální odběrové zařízení vzorků vody na stanovení kyslíku není k dispozici, je nutno navázat spolupráci s firmou či organizací, které tyto pomůcky vlastní.

V laboratoři se provádí základní hydrochemický rozbor (pH, CHSK, BSK₅, amoniak, KNK_{4,5}, NO₂⁻, NO₃⁻). Výběr speciálních analýz (stanovení chlóru, fenolů, kovů, ropných látek, chlorovaných uhlovodíků, pesticidů apod.) se provádí na základě místního šetření, jestliže se podaří vytipovat potenciální zdroj znečištění a je důvodné podezření na kontaminaci vodního prostředí konkrétní látkou nebo skupinou látek.

Výsledky hydrochemických analýz se porovnávají s nejvyššími přípustnými koncentracemi (NPK) nebo letálními koncentracemi (LC₅₀) uváděnými pro jednotlivé látky u vybraných druhů ryb a dalších vodních živočichů (Svobodová a kol., 1987, 2017; Velíšek a kol., 2018). Toxicitu některých látek (např. amoniaku, kovů, dusitanů, kyanidů) je nutno hodnotit v souvislosti s dalšími parametry kvality vody (pH, suma vápníku a hořčíku, kyselinová neutralizační kapacita, koncentrace chloridů apod.). Pokud hodnoty NPK nebo LC₅₀ nejsou k dispozici, lze naměřené hodnoty porovnat s imisními a emisními standardy uvedenými v Přílohách č. 1 a č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v aktuálním znění, a posoudit tak alespoň orientačně míru znečištění analyzované vody.

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

Tab. 1. Způsoby konzervace vzorků pro potřeby stanovení jednotlivých ukazatelů (podle ČSN EN ISO 5667-3 Jakost vod – Odběr vzorků – část 3: Návod pro konzervaci vzorků a manipulaci s nimi).

Stanovovaný ukazatel	Způsob konzervace
Všechny organoleptické vlastnosti	Nelze konzervovat
pH, oxid uhličitý, kyselinová neutralizační kapacita (KNK), zásadová neutralizační kapacita (ZNK), biochemická spotřeba kyslíku (BSK ₅), konduktivita, nerozpuštěné, rozpuštěné	Ochlazením na 1 až 5 °C
Rozpuštěný kyslík	Způsob konzervace je součástí analytického stanovení
Fenoly	Okyselením vzorku H ₂ SO ₄ na pH < 4
Ag, As, Al, Ca, Co, Cr, Cd, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, U, V, Zn	Okyselením vzorku koncentrovanou HNO ₃ na pH 1 až 2
Hg	Okyselením vzorku na pH 1–2 a přidavek K ₂ Cr ₂ O ₇ (výsledná koncentrace 0,05 g na 100 g roztoku)
Ropa a její deriváty, chlorovaná rozpouštědla, dusičnany, oleje a tuky, železo (II)	Okyselením vzorku koncentrovanou HCl na pH 1 až 2
Amoniakální dusík (volný i ionizovaný), dusík celkový, fosfor celkový, ortofosforečnany celkové, celkový organický uhlík (TOC), chemická spotřeba kyslíku (CHSK), tenzidy aniontové	Okyselením vzorku H ₂ SO ₄ na pH 1 až 2
Kyanidy celkové a snadno uvolnitelné	Alkalizací vzorku NaOH na pH > 12
H ₂ S a sulfidy	Vzorkovnice se zcela naplní, aby se vyloučil styk se vzduchem. Vzorek se fixuje přidavkem 2 ml 10% roztoku octanu zinečnatého, jestliže je vzorek chlorován, přidá se před analýzou do vzorkovnice na každých 100 ml vzorku 80 mg kyseliny askorbové.

Podrobnosti a další informace o konzervaci vzorků jsou uvedeny ve výše uvedené normě ČSN EN ISO 5667-3.

Výsledky fyzikálně-chemického rozboru vody je třeba posuzovat ve vztahu k výsledkům analýz ostatního odebraného materiálu a v souvislosti s hydrobiologickým rozbohem, příp. s provedenými biologickými zkouškami akutní toxicity na vodních organismech. Jednotlivé ukazatele hydrochemického rozboru nelze hodnotit odděleně, neboť toxicita jednotlivých látek a přípravků pro ryby a vodní bezobratlé je ovlivňována charakterem celého vodního

prostředí. Např. velmi dobře je známo ovlivnění toxicity různých látek koncentrací rozpuštěného kyslíku, hodnotami pH apod. Všeobecně platí, že se snižující se koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě se zvyšuje citlivost vodních organismů k cizorodým látkám.

vliv pH se výrazně projevuje při posuzování toxicity amoniaku, kdy se s rostoucím pH vody zvyšuje podíl nedisociovaného amoniaku ve vodě, který je pro vodní živočichy vysoce toxický. Opačná je situace při otravě kyanidy, kdy se při nižším pH zvyšuje množství HCN oproti CN⁻. HCN je biodostupnější, a tudíž také více toxický. Tato skutečnost opět potvrzuje nutnost komplexního přístupu k vyhodnocování všech získaných údajů. Podrobnější informace o spolupůsobení různých faktorů ovlivňujících toxicitu cizorodých látek pro vodní organismy jsou uvedeny v publikacích např. Svobodová a kol. (1987, 2017), Velíšek a kol. (2018).

3.4. Biologická zkouška toxicity vody

Při vyšetřování zdroje a příčiny havarijní situace v recipientu se provádí vedle hydrochemického a hydrobiologického vyšetření také biologická zkouška toxicity vody (Truelle, 1957). Testuje se část vzorku vody zaslaného k fyzikálně-chemickému vyšetření. Pro tento účel nesmí být vzorek vody konzervován žádným konzervačním prostředkem. Ke zkoušce se obvykle používají akvarijní ryby, např. živorodka duhová (*Poecilia reticulata*) a dánio pruhované (*Danio rerio*). Tyto ryby sice nepatří mezi nejcitlivější druhy, ale jejich předností je snadná dostupnost po celý rok. Z vodních bezobratlých se nejčastěji používají hrotnatky velké – perloočky (*Daphnia magna*), které patří mezi nejcitlivější vodní organismy k většině cizorodých látek. Naproti tomu jsou tyto organismy velmi odolné vůči deficitu kyslíku, zvýšeným hodnotám pH a vyšším koncentracím toxického amoniaku (LC₅₀ nad 8 mg.l⁻¹). Proto v těchto případech nejsou vhodnými indikátory.

Vlastní biologická zkouška toxicity vody se provádí tak, že se do objemu vzorku vody 50–100 ml (vytemperované na teplotu místnosti) umístí 10 kusů perlooček *D. magna*. Pro test na rybách se připraví 300–500 ml vytemperované vody a nasadí se 3 až 5 kusů akvarijních ryb. Při dostatečném objemu vzorku vody zaslaného k vyšetření se provádí zkouška na obou organismech. Vedle zkoušených vzorků se připraví kontrolní kádinky s nezávadnou vodou o stejném objemu a stejným počtem organismů. K provádění zkoušek na rybách se také osvědčily krystalizační misky, kde je nízký sloupec vody, čímž je zajištěna dostatečná difuze kyslíku ze vzduchu do vody. V průběhu 24–48 h trvání biologické zkoušky se sleduje chování a stav organismů. Jestliže je výsledek zkoušky negativní, tzn., že nedošlo k úhynu testovacích organismů

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

ani ke změnám jejich chování ve srovnání s kontrolou, může se s určitou pravděpodobností předpokládat, že zkoušený vzorek vody neobsahuje toxické látky v akutně škodlivých nebo letálních koncentracích. V případě, že dochází ke změnám chování a úhynu použitých vodních organismů, je zapotřebí souběžně zjišťovat příčinu otravy fyzikálně-chemickými nebo dalšími metodami.

Pomocí biologické zkoušky toxicity vody se sice nezjistí bezprostřední příčina havárie nebo úhynu ryb a dalších vodních organismů, ale její výsledek nám pomáhá příčinu havárie hledat. Proto je tato zkouška velmi významným pomocníkem v celém procesu prováděné diagnostiky. K biologickým zkouškám toxicity vody je možno použít i další vodní organismy, např. pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*), kapra obecného (*Cyprinus carpio*) nebo buchanky *Cyclops* sp. Ovšem tyto druhy nejsou dostupné po celý rok, pstruh duhový a kapr obecný vyžadují navíc větší objemy vzorku a vzduchování vody. Metodika provádění biologických zkoušek toxicity vody není standardizovaná, volba metodiky a testovacích organismů vychází z aktuální situace vzniku a průběhu havárie a z možností laboratoře.

3.5. Vyšetření ryb

Počet ryb, který je třeba vyšetřit nebo odeslat k vyšetření, aby se mohla stanovit diagnóza, není vždy stejný. Při podezření na otravu nebo udušení ryb způsobené znečištěním vody se odebere 3 až 5 kusů od více druhů, které se objevují mezi hynoucími nebo uhynulými nečastěji. Při zjištění úhynu v nádržích (rybnících) s obsádkou jednoho druhu ryb se odebírá 5 až 20 kusů podle hmotnosti, věku a dalších okolností.

Zdárný výsledek celkového vyšetření je závislý na stavu ryb. Zasílat k vyšetření ryby v nastupujícím rozkladu, nebo dokonce silně hnilobně rozložené je bezpředmětné. Nejvhodnější je doručit ryby živé, s klinickými příznaky poškození. V tom případě je vhodné ryby přepravovat ve vodě odebrané z recipientu z místa úhynu ryb. Není-li možné doručit ryby živé, je bezpodmínečně nutné dodržovat zásadu, aby uhynulé ryby byly doručeny na místo vyšetření v čerstvém a neporušeném stavu. Ryby se vloží do mikrotenových sáčků a přepravují se v tepelně izolovaném boxu. V žádném případě se uhynulé ryby nesmějí zasílat ve vodě. U ryb zasílaných k celkovému vyšetření nelze použít konzervační prostředky (formalín, líh apod.), protože by se tím znemožnilo stanovení diagnózy. V případech, kdy se ryby zasílají pouze k chemicko-toxikologickému vyšetření na obsah kovů, na rezidua pesticidů a dalších cizorodých látek, se doporučuje odebrané vzorky ihned zamrazit a k vyšetření zaslat ve zmrazeném stavu.

U ryb čerstvě uhynulých nebo u ryb s klinickými příznaky poškození se provádí podrobné vyšetření zdravotního stavu. Vyloučíme-li infekční onemocnění, je nutno specifikovat příčinu náhlé změny životního prostředí, která vyvolala úhyn nebo změnu chování ryb. V první fázi vyšetřování se posoudí klinické příznaky uvedené v protokolu místního šetření, poté následuje patologicko-anatomická pitva a v odůvodněných případech chemicko-toxikologické vyšetření orgánů a tkání ryb, popřípadě další vyšetření.

Klinické příznaky a patologicko-anatomický obraz nejčastějších příčin poškození a otrav ryb jsou podrobně popsány v Toxikologii vodních živočichů (Svobodová a kol., 1987) a ve Veterinární toxikologii v klinické praxi (Svobodová a kol., 2017). Klinické příznaky otravy ryb jsou ve většině případů charakterizovány stupňujícím se neklidem, zrychleným dýcháním, nekoordinovaností pohybu, s následnou fází excitace (tonickoklonické křeče, výskoky nad hladinu, zvýšená reakce na podráždění) a poté fází útlumu, agonie a úhynem. U některých látek a přípravků (amoniak, chlór, fenoly a další) převažuje fáze excitace, u jiných (pesticidy na bázi kyseliny methylchlorfenoxycetové, triazinů, diazinů a další) fáze útlumové, pro otravu některými látkami a přípravky (železo, měď, chróm, tenzidy aj.) jsou charakteristické poruchy dýchání. Také časový průběh otravy je různý. Například otrava kyanidy nebo pesticidy na bázi organických sloučenin fosforu proběhne v několika minutách. Naproti tomu průběh otravy ryb pesticidními přípravky na bázi triazinů a diazinů je protrahovaný.

V patologicko-anatomickém obrazu otrav ryb vystupují ve většině případů do popředí zvýšené zahlenění povrchu těla, vnitřní strany skřelí a žaber, překrvení žaber a zvýšený nástřik cév vnitřních orgánů. Pro úhyn ryb v důsledku deficitu kyslíku je charakteristická výrazně světlá barva kůže, žábry jsou cyanotické, žaberní lístky spleené, v přední komoře oční i v kůži skřelí jsou drobné krváceniny. U většiny dravých ryb je tlama křečovitě rozevřená a víčka skřelového krytu jsou výrazně odchlípnutá. Při úhynu ryb v důsledku přesycení vody kyslíkem, který byl vyvolán zavzdušněním vody (jedná se tedy o přesycení vody nejen kyslíkem, ale i dalšími plyny, které se vyskytují v atmosféře, zejména dusíkem), lze pozorovat pouhým okem na povrchu ryb, zejména na ploutvích, drobné bublinky a při mikroskopickém vyšetření drobné bublinky v krevních kapilárách a mezi žaberními lístky. Po otravě ryb některými látkami a přípravky je patologicko-anatomický obraz otravy charakteristický, a je proto významným pomocníkem při stanovení diagnózy. Pro patologicko-anatomický obraz otravy ryb kyanidy je charakteristické jasně červené zbarvení krve a žaber, v některých případech i přítomnost transudátu s příměsí krve v dutině tělní. Při poškození ryb sloučeninami železa jsou žábry pokryty vláknitými koloniemi železitých bakterií, které jsou nejdříve bezbarvé, později hnědnou vysráženými sloučeninami železa. Pro otravu ryb dusitany je charakteristické rezavě hnědé

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

zbarvení krve a žaber v důsledku přítomnosti methemoglobinu. Chronická otrava chromem je doprovázena nahromaděním oranžově žluté tekutiny v dutině tělní. Pro patologicko-anatomický obraz otravy ryb pesticidy na bázi organických sloučenin fosforu je charakteristické ztmavnutí povrchu těla a při vysokých koncentracích pesticidů drobné tečkovité krváceniny na žábřácích. Otravy ryb pesticidy na bázi nitrovaných fenolů jsou charakterizovány žlutým zbarvením povrchu těla, které je patrné zejména u kaprů lysců na spodině tělní. Velmi intenzivní žluté zbarvení bylo zjištěno na vnitřní straně skřelí. Charakteristickým patologicko-anatomickým příznakem otravy ryb pesticidy na bázi triazinů je tvorba transudátu v dutině tělní a v trávicím ústrojí, zejména u pstruhů duhových. Přítomnost transudátu vyvolává zřetelné zvětšení tělní dutiny.

Chemicko-toxikologické vyšetření orgánů a tkání je jednou z neobjektivnějších, ale zároveň nejnáročnějších metod diagnostiky otrav. Při podezření na otravu ryb kovy má své nezastupitelné místo. Zvýšená koncentrace kovů je nejčastěji zjišťována v parenchymatózních orgánech a žábřácích ryb. Například diagnózu akutní otravy mědí je možno stanovit na základě chemické analýzy žaber ryb, kde se koncentrace mědi několikanásobně zvyšuje. Podobně i akutní případy otravy ryb sloučeninami hliníku (obsaženými např. ve vodárenských kalech nebo důlních vodách) byly diagnostikovány na základě analýzy žaber uhynulých ryb. Obsah hliníku v žábřácích těchto ryb se mnohonásobně zvyšuje.

Chemicko-toxikologické vyšetření ryb se také provádí při stanovení otravy pesticidními přípravky. Např. diagnostiku otravy ryb pesticidy na bázi organických sloučenin fosforu je možno provádět jednak přímým stanovením těchto látek nebo jejich metabolitů v orgánech a tkáních a jednak nepřímým průkazem, založeným na inhibici acetylcholinesterázy zejména v mozku ryb. Stejnou metodu je možno použít pro diagnostiku otravy ryb pesticidy na bázi karbamátů. K diagnostice otrav ryb pesticidy s obsahem dinitro-o-kresolu (DNOK) a dinitro-o-butylfenolu (DNBP) lze doporučit kvalitativní průkaz jedu ze skřelí a kůže ryb. K průkazu reziduí triazinů doporučujeme analyzovat žábry a játra.

Další chemicko-toxikologickou metodou používanou v diagnostice otrav je průkaz fenolů v rybách (v kůži a svalovině). Otravu a autointoxikaci ryb amoniakem je možno diagnostikovat pomocí stanovení obsahu amoniakálního dusíku v krevní plazmě a v mozku ryb. Odběr krve a mozku však musí být proveden v průběhu otravy nebo ihned po úhynu; bezprostředně po odlovení ryb na místě. Ryby nemohou být transportovány v konvích nebo pytlích do laboratoře, protože v průběhu transportu by se mohla koncentrace amoniakálního dusíku v plazmě i v mozku výrazně změnit. Ihned po odběru musí být odebrané vzorky zmrazeny (-18 °C) a analýzy musí být provedeny co nejdříve, nejlépe do

48 hodin. Při nedodržení těchto podmínek mohou být výsledky analýz značně zkresleny. Jako příklad je možno uvést koncentraci $1\,533\ \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ amoniakálního dusíku u tržních kaprů s klinickými příznaky otravy amoniakem v zimním období a její pokles na $203\ \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ krevní plazmy za 24 h po zotavení ryb v čisté vodě. Fyziologická koncentrace amoniaku však velmi kolísá v závislosti na teplotě vody, ročním období, naplněnosti trávicího traktu a kvalitě pozřitého krmiva (množství dusíkatých látek). V zimě se pohybuje v rozmezí $50\text{--}100\ \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, v letním období od $400\text{--}700\ \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$. Dále se koncentrace amoniaku zvyšuje po působení různých negativních faktorů (zejména deficitu kyslíku). Proto není možné určit diagnózu otravy a autointoxikace ryb amoniakem pouze stanovením amoniakálního dusíku v mozku nebo v krvi, ale konečná diagnóza musí vycházet z komplexního vyšetření kvality vody a zdravotního stavu ryb. Metodu chemicko-toxikologického vyšetření tkání nelze použít při diagnostice otrav ryb látkami, jako jsou např. chlor a sulfan.

3.6. Hydrobiologické vyšetření

Vodní organismy reagují na přítomnost cizorodých látek ve vodním prostředí s rozdílnou citlivostí. Proto jsou odběry vzorků pro hydrobiologická vyšetření neopomenutelnou součástí místního šetření při havarijních úhynech ryb.

Na základě změn ve složení vodních biocenóz lze po proběhlé otravě usuzovat na působení konkrétní skupiny toxických látek. Některé vodní organismy jsou k působení určitých toxikantů extrémně citlivé, takže svým úhynem indikují velmi spolehlivě přítomnost těchto látek ve vodním prostředí. Například vodní měkkýši, pijavky, ploštěnky a nezmaři jsou vysoce citliví na přítomnost mědi, podobně blešivci na zinek, perloočky na organofosfáty, lososovité ryby na deficit kyslíku a zvýšené koncentrace toxického amoniaku.

Havarijní úhyny ryb jsou obvykle spojeny s vysokými koncentracemi toxických látek, které vedou i k úhynu vodních bezobratlých a rostlin. Hydrobiologické vyšetření tak může pomoci přesně lokalizovat i místo úniku škodlivých látek. Jeho předností je, že můžeme s jeho provedením počkat do následujícího dne. Srovnání oživení dna nad a pod podezřelým zdrojem může určit (nebo vyloučit) lokalitu, kde vnikla toxická látka do toku. Delší časový odstup (více než dva dny) od havárie však může vést ke zkresleným výsledkům v důsledku kolonizace těchto lokalit splavávajícími organismy nebo živočichy, kteří se ukryli před působením toxikantu do hlubších vrstev (hyporeálu).

Významné místo v hydrobiologickém vyšetření má rovněž vyšetření nárostů. Jedná se o společenství vodních organismů přirostlých nebo přichycených k určité podložce, např. ke stonkům vyšší vodní vegetace, ke kamenům, k vodním stavbám, k ponořenému dřevu apod. Nárosty svou kvalitou a kvantitou indikují

METODICKÝ POSTUP VYŠETŘOVÁNÍ HAVARIJNÍCH ÚHYNŮ RYB

průměrnou jakost vody ve sledované lokalitě. Krátkodobé a málo významné změny jakosti vody se ve společenstvu nárostů zpravidla neprojevují. Při haváriích, kde jde většinou o krátkodobý průběh toxické vlny, při které uhynou volně žijící organismy a jsou odplaveny, mohou poškozené nárosty poskytnout informace nejen o prošlé vlně, ale také o kvalitě vody v předcházejícím období.

Jestliže při místním šetření nacházíme v recipientu živé vodní organismy a dalším vyšetřením není zaznamenáno ani poškození nárostů, a navíc biologická zkouška toxicity vody je negativní, lze předpokládat, že havarijní úhyn ryb nebyl způsoben únikem toxické látky do recipientu a naši pozornost je nutné zaměřit především na další možné příčiny úhynu (kyslíkový deficit, nevhodné krmivo, onemocnění ryb).

K hydrobiologickému vyšetření vody lze použít nekonzervované vzorky vody odebrané na hydrochemické vyšetření. Ihned při jejich odběru se zaznamenává přítomnost živých, případně uhynulých vodních organismů (viz protokol o místním šetření). Kontrola bentosu se provádí pomocí speciálních odběrových zařízení (sondy, drapáky s uzavíratelnými čelistmi apod.). Odebraný vzorek bahna se propírá na sítu s oky 0,5 mm velkými, zjišťuje se přítomnost živých (nebo uhynulých) organismů a výsledek sledování se zaznamenává do protokolu o místním šetření. Nárosty na vodních rostlinách, kamenech a vodních stavbách se odebírají v závislosti na charakteru lokality různými pomůckami – v mělkých vodách pomocí dlouhé pinzety, v hlubších vodách pomocí škrabky na holi apod., nárosty z povrchu ponořených konstrukcí lze snadno získat otíráním podlouhlým laboratorním kartáčkem připevněným na vhodný držák. Vzorky nárostů se převádějí do širokohrdých lahví a co nejdříve po odběru se vyšetřují. Pokud není možno provést vyšetření ihned po odběru, uchovávají se tyto vzorky na chladných místech v otevřených lahvích, aby byl zajištěn přístup vzduchu.

3.7. Vyšetření sedimentů dna

Sedimenty dna se odebírají a analyzují zejména při podezření na znečištění recipientu ropnými produkty, kovy, některými pesticidy, PCB a dalšími látkami, které se kumulují v této matici. Ropné látky se ve vodním prostředí velmi pomalu rozkládají a kumulují se v sedimentech toků a nádrží. Také u kovů není směrodatným ukazatelem znečištění vodního ekosystému koncentrace kovu ve vodě, ale jeho obsah v sedimentech dna. Typickým příkladem je rtuť, která přechází z vody do sedimentů, kde se hromadí většinou ve formě sulfidů. Pokud jde o pesticidní látky, je analýza sedimentů dna významná především pro stanovení znečištění pesticidy na bázi chlorovaných uhlovodíků (izomerů HCH, endosulfanu).

Odběr vzorků sedimentů není nijak standardizován a je třeba vždy vycházet z konkrétních podmínek. Zásadou je odebírat především povrchové vrstvy sedimentů dna z několika míst zkoumané lokality a k analýze vzít směsný vzorek z těchto odběrů. Samotný odběr se provádí v závislosti na charakteru lokality pomocí různých drapáků s uzavíratelnými čelistmi (odběr na rybnících a tocích), v mělkých recipientech se vzorky sedimentů odebírají lopatkou, v údolních nádržích musí odběr provést potápěči. Vzorky sedimentů se většinou odebírají do mikrotenových sáčků nebo širokohrdlých polyetylenových lahví, pro jejich transport se využívají termostabilní brašny, po příjezdu do laboratoře se vzorky zamrazují a uchovávají ve zmrazeném stavu.

3.8. Vyšetření krmiva

V odůvodněných případech, tj. při podezření na havarijní úhyn ryb v důsledku podávání závadného krmiva, je prováděno vyšetření krmiva. K vyšetření se odebírá vzorek 0,5–1 kg krmiva do igelitových sáčků. Vyšetření krmiva na přítomnost mykotoxinů, na číslo kyselosti, na peroxidové a thiobarbiturové číslo a případně další vyšetření provádí státní veterinární ústavy a Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně. V případě úhynu raných stadií plůdku odchovaného na rybochovných objektech při použití živého zooplanktonu jako krmiva se provádí test na dravost buchanek. Vzorek zooplanktonu používaného ke krmení se umístí do kádinky s vodou společně s několika kusy váčkového plůdku. Jsou-li buchanky dravé (útočné), napadají váčkový plůdek a zakusují se do něho, což je patrné i pouhým okem. Dravost buchanek se tímto testem prokáže během 1 až 2 min.

4. VYPRACOVÁNÍ VYŠETŘOVACÍHO PROTOKOLU

Ve vyšetřovacím protokolu se podrobně uvedou anamnestické údaje havarijního úhynu ryb a výsledky provedených vyšetření. V závěru vyšetřovacího protokolu je provedeno celkové zhodnocení a shrnutí všech získaných výsledků. Pokud je to možné, je uvedena přesná diagnóza bezprostřední příčiny úhynu ryb, případně její zdroj (původ). V případě onemocnění ryb jsou doporučeny léčebné a preventivní postupy. Dále se uvádí další opatření směřující ke zmírnění ztrát na rybách, příp. ztrát ekologických. Pokud není možné s jistotou stanovit přesnou diagnózu úhynu ryb, uvádí se předpokládaná příčina a původ. Pokud nelze na základě anamnestických údajů a výsledků vyšetření vyslovit ani předpokládanou příčinu úhynu ryb, uvede se jednoznačně v závěru „diagnóza nestanovena“. I v těchto případech jsou uváděna doporučení směřující ke zmírnění ztrát a prevenci dalšího poškození ryb.

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ

5.1. Seznam použité související literatury

- Austin, B., Austin, D.A., 1987. Bacterial fish pathogens: Diseases in farmed and wild fish. New York, John Wiley and Sons, 364 pp.
- Di Giulio, R.T., Hinton, D.E., 2008. The toxicology of fishes. CRC Press, Boca Raton, 1071 pp.
- Inglis, V., Roberts, R.J., Bromage, N.R., 1993. Bacterial diseases of fish. Cambridge, Blackwell Science Ltd., 312 pp.
- Lom, J., Dyková, I., 1992. Protozoan parasites of fishes. Amsterdam, Elsevier, 316 pp.
- Lloyd, R., 1992. Pollution and freshwater fish. Fishing News Books, Oxford, UK, 192 pp.
- Schlotfeldt, H.J., Alderman, D.J., 1995. What should I do? Weymouth, EAFP, Warwick Press, 60 pp.
- Svobodová, Z. a kol., 1987. Toxikologie vodních živočichů. SZN, Praha, 232 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Vykusová, B., Adámek, Z., 1994. Metodické pokyny k vyšetřování havarijního úhynu ryb. Metodika č. 6, Praha, ÚZPI, 26 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Chloupek, P., Večerek, V., 2010. Metodický postup vyšetřování havarijních úhynů ryb (1. vyd.). Edice Metodik, FROV JU, č. 107, 32 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Kroupová, H., 2017. Otravy ryb. In: Svobodová, Z. (Ed.): Veterinární toxikologie v klinické praxi (2. aktualizované vydání), Profi Press, s. 217–237.
- Truelle, M.A., 1957. Biologické zkoušky při posuzování jakosti vod. Československé rybářství, Praha, 178 s.
- Valentová, O., Máchová, J., Faina, R., Kroupová, H., Svobodová, Z., 2009. Souprava Combi – terénní analýzy vody. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 90, 28 s.
- Velíšek, J., Svobodová, Z., Blahová, J., Máchová, J., Stará, A., Dobšíková, R., Šíroká, Z., Modrá, H., Valentová, O., Randák, T., Štěpánová, S., Kocour Kroupová, H., Maršálek, P., Grabic, R., Zusková, E., Bartošková, M., Stancová, V., 2018. Vodní toxikologie pro rybáře. 2. upravené vydání, FROV JU, Vodňany, 658 s.
- Vučka a kol., 1984. Havarijní stavy v čistotě vod. SZN Praha, 207 s.
- Willoughby, L.G., 1994. Fungi and fish diseases. Stirling, Pisces Press, 57 pp.
- Wolf, K., 1988. Fish viruses and fish viral diseases. London, Comstock Publishing Associates a Division of Coenell University Press, 476 pp.

5.2. Seznam použitých právních předpisů a norem

ČSN EN ISO 5667-3 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 3: Návod pro konzervaci vzorků a manipulaci s nimi. ČNI Praha 2004, 34 s.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech v aktuálním znění.

Vyhláška č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků v aktuálním znění.

Vyhláška č. 290/2008 Sb., o veterinárních požadavcích na živočichy pocházející z akvakultury a na produkty akvakultury, o opatřeních pro předcházení a zdolávání některých nálezů vodních živočichů.

Vyhláška č. 327/2012 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin.

Vyhláška č. 295/2015 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů.

6. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Faina, R., Svobodová, Z., 1997. Vliv dravých buchanek na raná stadia ryb. Edice Metodik, VÚRH JU, Vodňany, č. 44, 9 s.
- Hartman, P., Příkryl, I., Štědranský, E., 2005. Hydrobiologie. 2. vydání. Praha, Informatorium, 364 s.
- Horáková, M. a kol., 2003. Analytika vody. VŠCHT Praha, 335 s.
- Pitter, P., 2009. Hydrochemie. 4. aktualizované vydání. VŠCHT Praha, 579 s.
- Roberts, R.J. a kol., 2001. Fish Patology. 3rd edition. London, W. B. Saunders, 492 pp.
- Svobodová, Z. a kol., 1987. Toxikologie vodních živočichů. SZN, Praha, 232 s.
- Svobodová, Z., Lloyd, R., Máchová, J., Vykusová, B., 1993. Water quality and fish health. EIFAC Technical Paper 54, FAO, Rome, 67 pp.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Vykusová, B., Adámek, Z., 1994. Metodické pokyny k vyšetřování havarijního úhynu ryb. Metodika č. 6, Praha, ÚZPI, 26 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Vykusová, B., Piačka, V., 1996. Kovy v ekosystémech povrchových vod. Edice Metodik, VÚRH JU, Vodňany, č. 49, 19 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Veselý, V., Modrá, H., Svoboda, M. a kol., 2003. Veterinární toxikologie. Praktická cvičení, část I. VFU Brno, 179 s.
- Svobodová, Z., Kolářová, J., Navrátil, S., Veselý, T., Chloupek, P., Tesarčík, J., Čítek, J., 2007. Nemoci sladkovodních a akvariálních ryb. 4. přepracované vydání, Informatorium Praha, 264 s.
- Svobodová, Z., Máchová, J., Chloupek, P., Večerek, V., 2010. Metodický postup vyšetřování havarijních úhynů ryb (1. vyd.). Edice Metodik, FROV JU, č. 107, 32 s.
- Truelle, M.A., 1957. Biologické zkoušky při posuzování jakosti vod. Československé rybářství, 12, 178 s.
- Valentová, O., Máchová, J., Faina, R., Kroupová, H., Svobodová, Z., 2009. Souprava Combi – terénní analýzy vody. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 90, 28 s.
- Velíšek, J., Svobodová, Z., Blahová, J., Máchová, J., Stará, A., Dobšíková, R., Šírká, Z., Modrá, H., Valentová, O., Randák, T., Štěpánová, S., Kocour Kroupová, H., Maršálek, P., Grabic, R., Zusková, E., Bartošková, M., Stancová, V., 2018. Vodní toxikologie pro rybáře. 2. Upravené vydání, FROV JU, Vodňany, 658 s.
- Vučka a kol., 1984. Havarijní stavy v čistotě vod. SZN Praha, 207 s.

Externí odborný oponent

prof. MVDr. Stanislav Navrátil, CSc. (1. vydání)

doc. MVDr. Jana Dobšíková, Ph.D. (2. vydání)

Veterinární univerzita Brno

Fakulta veterinární hygieny a ekologie

Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

Interní odborný oponent

dr hab. Ing. Velíšek Josef, Ph.D.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany

Oponent za státní správu

Ing. Vladimír Gall

MZe Praha

Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství (16230)

Těšnov 17, 117 05 Praha 1

**Osvědčení č. 107/179507/2011 – 16230/Nmet – certifikovaná metodika
ze dne 6. 10. 2011**

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

Adresa autorů

prof. MVDr. Zdeňka Svobodová, DrSc., doc. MVDr. Petr Chloupek, Ph.D.,

prof. MVDr. Vladimír Večerek CSc., MBA

Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany a
welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství,

Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, www.vfu.cz

Ing. Jana Máchová, 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,
Laboratoř nemocí ryb a toxikologie, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz

V edici Metodik (Technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, redaktorka Zuzana Dvořáková.
Náklad: 200 ks, vtištěno v roce 2021, 2. vydání (1. vyd. 978-80-87437-25-4).
Grafický design a technická realizace: Jesenické nakladatelství Jena Šumperk

