

**METODIKA MONITORINGU
ZDROJŮ ZNEČIŠTĚNÍ POVRCHOVÝCH VOD
POMOCÍ PEVNÉ MATRICE RYBY**

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

David Štrunc, Pavel Rosendorf, Jitka Svobodová a Jiří Musil

**T A
Č R**

Praha 2018

Bc. David Štrunc

Mgr. Pavel Rosendorf

RNDr. Jitka Svobodová

Ing. Jiří Musil, Ph.D.

Metodika monitoringu zdrojů znečištění povrchových vod pomocí pevné matrice ryby

Vydal Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

Praha 2018

Autoři metodiky:

Bc. David Štrunc¹ (40 %)

Mgr. Pavel Rosendorf¹ (40 %)

RNDr. Jitka Svobodová¹ (10 %)

Ing. Jiří Musil, Ph.D. ¹ (10 %)

¹ Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

Lektorovali:

RNDr. Drahomíra Leontovyčová, Český hydrometeorologický ústav, odbor jakosti vody

RNDr. Marek Liška, Ph. D., Povodí Vltavy, statní podnik, Útvar vodohospodářských laboratoří

Poděkování:

Pracovníkům Českého hydrometeorologického ústavu Mgr. Vítu Kodešovi, Ph.D. a RNDr. Drahomíře Leontovyčové za konzultace k problematice monitoringu pevných matic a rozsahu sledovaných ukazatelů v Rámcovém programu monitoringu, RNDr. Marku Liškovi, Ph.D. ze státního podniku Povodí Vltavy za konzultaci metodických postupů hodnocení výsledků analýz v matici ryby a návrhy na úpravy postupů hodnocení v některých částech metodiky.

Certifikovaná metodika byla vytvořena v rámci projektu TD03000458 „Kvalita rybího masa z volných vod a akvakultury v České republice aneb víme, co jíme?“, řešeného s finanční podporou Technologické agentury České republiky v rámci programu na podporu aplikovaného společenskovedního výzkumu a experimentálního vývoje OMEGA v letech 2016–2017.



Toto dílo podléhá licenci Creative Commons Uvedte původ 4.0 Mezinárodní. Pro získání kopie plného znění licenčních podmínek navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> nebo požádejte písemně na adrese Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Pro komerční užití díla je třeba uzavřít individuální licenční smlouvu

© David Štrunc a kol., 2018

ISBN 978-80-87402-68-9 (on-line, pdf)

OBSAH

1	CÍL METODIKY	3
2	VLASTNÍ POPIS METODIKY.....	5
2.1	Obecný úvod do problematiky	5
2.2	Struktura metodiky	7
2.3	Analýza znečišťujících látek a významnost jejich bioakumulace v rybách	8
2.3.1	Kritéria pro výběr znečišťujících látek pro sledování v matrici ryby	11
2.3.2	Výběr vhodných matric a druhů ryb pro znečišťující látky a jejich skupiny	19
2.3.2.1	Výběr vhodných druhů ryb pro bioakumulační monitoring tekoucích a stojatých vod v ČR	20
2.3.2.2	Využití rybího plůdku pro bioakumulační monitoring	24
2.3.2.3	Způsob odběru a zpracování vzorků ryb a preference submatrič (tkání) pro analýzy znečišťujících látek	26
2.4	Zdroje a cesty vnosu znečišťujících látek do povrchových vod a sedimentů.....	27
2.5	Riziková analýza zdrojů znečišťujících látek v zájmovém povodí	33
2.5.1	Podklady a data pro rizikovou analýzu.....	33
2.5.2	Postup provedení rizikové analýzy	34
2.6	Postup doplnění monitoringu na základě rizikové analýzy zdrojů.....	36
3	SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ POSTUPU A VAZBA NA OPATŘENÍ V POVODÍ	37
4	VAZBA METODIKY NA JINÉ METODICKÉ POSTUPY A NÁSTROJE PLÁNOVÁNÍ V OBLASTI VOD .	37
5	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	37
6	POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	38
7	EKONOMICKÉ ASPEKTY	38
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	39
9	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	42
10	SEZNAM ZKRATEK	43

1 CÍL METODIKY

Mnoho běžných i specifických znečišťujících látek je standardně sledováno monitoringem vody v říčních a nádržových ekosystémech. Existuje však specifická skupina látek, které jsou ve vodě obtížně stanovitelné a vzhledem ke svému chemickému složení a vlastnostem se kumulují v plaveninách, sedimentech nebo ve vodních organismech. S přijetím směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000, ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (dále jen Rámcová vodní směrnice) se zvýšila důležitost komplexního hodnocení vodních ekosystémů a určení klíčových antropogenních vlivů, které působí proti dosažení dobrého stavu vod. Kromě dříve běžného monitoringu vod klade Rámcová vodní směrnice velký důraz i na kontaminaci pevných matric vodního prostředí a mezi nimi také na bioakumulaci nebezpečných (tzv. prioritních) látek ve vodních organismech. Jak samotná Rámcová vodní směrnice a směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky (ve znění směrnice 2013/39/EU), tak i příslušné směrné dokumenty Společné implementační strategie (CIS Guidance documents) předepisují členským státům sledovat a hodnotit znečištění vybranými prioritními látkami v pevných matricích – tedy v sedimentech a biotě. Cílem tohoto monitoringu je identifikovat hlavní zdroje a oblasti původu znečištění takovými látkami a přijmout odpovídající opatření k eliminaci zdrojů v povodí, případně k sanaci kontaminovaných míst, která jsou historickým zdrojem látek. S rozvojem nových průmyslových odvětví a výrobou nových chemických látek se ve vodním prostředí objevuje celá řada nových polutantů, které mohou více či méně negativně ovlivňovat stav vodních ekosystémů. Monitoring pevných matric a speciálně monitoring biologické složky ryby může být vhodným způsobem, jak vliv a působení těchto látek a jejich zdrojů identifikovat.

Na území České republiky je způsob sledování pevných matric upraven Rámcovým programem monitoringu (schváleným v roce 2018 MŽP a MZe; RPM, 2018), který vychází z požadavků § 21 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 98/2011 Sb. o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod ve znění pozdějších předpisů. Důležitou součástí Rámcového programu monitoringu a jeho provádění na území České republiky je výběr relevantních látek pro sledování v pevných matricích na základě multikriteriálního hodnocení. Jedním z významných hodnotících kritérií je také existence zdrojů látek v monitorovaném povodí a významnost emisí a jejich cest do vodního prostředí.

Cílem předložené metodiky je na základě analýzy dat existujícího systému chemického monitoringu specifických organických a anorganických látek v matrici ryby (RPM, 2018):

- identifikovat vhodné věkové skupiny ryb pro sledování znečišťujících látek nebo jejich skupin a nastavit schéma výběru vhodných matric pro nové emergentní polutanty,
- identifikovat pro látky bioakumulovatelné v rybách možné zdroje a cesty jejich vnosu do vodního prostředí,
- zpracovat postup rizikové analýzy zdrojů hodnocených látek v povodí vodních útvarů,
- navrhnout postup doplňování monitoringu matrice ryby podle výsledků rizikové analýzy zdrojů.

Postupy specifikované metodikou bude možné využít také pro identifikaci zdrojů znečišťujících látek pro současné profily monitoringu pevných matric (zde pro ryby) a tedy jako jeden z podkladů pro hodnocení významnosti zdrojů a návrhy opatření pro plány dílčích povodí.

Vývoj metodiky byl podpořen finančními prostředky Technologické agentury České republiky (programu Omega) v rámci projektu TD03000458 „Kvalita rybího masa z volných vod a akvakultury v České republice aneb víme, co jíme?“, řešeného ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka (dále jen VÚV TGM) v letech 2016–2017.

2 VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1 Obecný úvod do problematiky

Monitoring povrchových vod a jednotlivých matric (vody, sedimentů a bioty) je jedním ze základních podkladů pro hodnocení stavu vodních útvarů, případně jednotlivých typů chráněných území v členských státech Evropského společenství, jak je definován Rámcovou vodní směrnicí. Tento monitoring slouží zejména k posouzení aktuálního stavu zatížení povrchových vod znečišťujícími látkami a spolu s hodnocením biologických složek ekologického stavu je podkladem pro celkové hodnocení stavu vodních útvarů a případné návrhy opatření.

Monitoring matrice biota, jehož součástí je i zjišťování obsahu vybraných látek v matrici ryby, slouží k identifikaci prioritních látek, jejichž obsahy ve vodě jsou obvykle nízké a přednostně dochází k jejich akumulaci v tělech živých organismů. Touto cestou může docházet jak k poškození samotných vodních organismů, v jejichž tělech se látky ukládají, tak i k přestupu látek v potravním řetězci do vyšších trofických úrovní včetně rizikového působení na člověka.

V tělech vodních organismů se ukládá a transformuje řada látek, z nichž však pouze některé působí nepříznivě na samotné vodní organismy, vyšší trofické úrovně nebo člověka. Tyto látky jsou v Rámcové vodní směrnici označovány jako prioritní látky a jejich seznam je uveden ve směrnici 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky (ve znění směrnice 2013/39/EU). Prioritní látky definované směrníci 2008/105/ES a postupně doplňované podle aktuálního stupně poznání nebezpečnosti nových látek, jsou součástí hodnocení chemického stavu vodních útvarů. Pro tyto látky jsou stanoveny tzv. normy environmentální kvality (NEK) a jejich překročení v příslušné matrici je důvodem k označení stavu vodního útvaru jako nevyhovujícího a mělo by vést k přijetí adekvátních opatření.

Článek 4, odstavec 1a) iv) Rámcové vodní směrnice stanovuje pro povrchové vody jako jeden z environmentálních cílů povinnost členských států provést „*nezbytná opatření v souladu s čl. 16 odst. 1 a 8 s cílem postupně snížit znečišťování prioritními látkami a zastavit nebo postupně odstranit emise, vypouštění a úniky prioritních nebezpečných látek*“. Aby bylo možné tohoto cíle dosáhnout, je nezbytné na jedné straně identifikovat místa a vodní útvary v povodí, kde jsou vodní ekosystémy těmito látkami zatíženy a dále také identifikovat všechny zdroje prioritních látek, které k zatížení vodních útvarů přispívají. Jedině tak lze návazně přijmout cílená opatření k eliminaci emisí látek a ke snížení jejich dopadu na vodní ekosystémy.

Seznam prioritních látek včetně určení prioritních nebezpečných látek je definován směrníci 2008/105/ES a aktualizován směrníci 2013/39/EU. Do národní legislativy byl seznam prioritních látek včetně příslušných hodnot NEK pro jednotlivé matrice transponován nařízením 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. Způsob hodnocení chemického stavu pro plány dílčích povodí na území ČR je upraven Metodikou hodnocení chemického stavu povrchových vod (Durčák a kol., 2013).

Kromě prioritních látek, které jsou uvedeny ve směrnici 2008/105/ES ve znění směrnice 2013/39/EU, jsou průběžně podle článku 8b monitorovány nové, tzv. sledované látky. Seznam sledovaných látek

(tzv. Watch List) je nyní stanoven Prováděcím rozhodnutím Komise č. 2018/840 a obsahuje preferované matrice a metody analýzy těchto látek, které nevyžadují nadměrné náklady.

Postupy hodnocení stavu povrchových vod na základě monitoringu pevných matric (sedimentů a bioty) upravuje v obecné podobě směrný dokument č. 25 společné implementační strategie (CIS Guidance, 2010), který definuje preferované a volitelné matrice pro sledování jednotlivých prioritních a prioritních nebezpečných látek a definuje metody výběru a postupy sledování vhodných skupin vodních organismů pro detekci zdrojů znečištění. V podmínkách České republiky byly principy sledování a hodnocení kontaminace pevných matric podrobně metodicky rozpracovány již před zveřejněním směrného dokumentu č. 25 v Metodice pro sledování kontaminace říčních ekosystémů specifickými anorganickými a organickými látkami pomocí bioindikátorových organismů (Liška, 2007). Z uvedeného metodického dokumentu vychází bioakumulační monitoring, který je součástí Rámcového programu monitoringu (RPM, 2018). Rámcový program monitoringu vod naplňuje zmocnění § 21 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů a příslušné vyhlášky Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 98/2011 Sb. o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod, ve znění pozdějších předpisů. Současná podoba Rámcového programu monitoringu v ČR byla zpracována na základě nejnovějších poznatků a aktualizovaných dokumentů Evropského společenství v roce 2018 (RPM, 2018) a byla schválena MŽP a MZe v roce 2018.

V současné době (k roku 2018) je matrice ryby sledována ve 43 profilech na území ČR. Tyto profily reprezentují zejména významné vodní toky na území ČR a části dílčích povodí, kde lze očekávat významné znečištění povrchových vod prioritními látkami. Profily jsou monitorovány v tříletých cyklech a analyzovanými maticemi jsou dospělé ryby druhu jelec tloušť a tohoroční rybí plůdek. V části monitorovacích profilů probíhá odběr a analýza obou věkových skupin ryb současně. Odběr vzorků ryb, zpracování vzorků a analýzy probíhají podle metodiky zpracované Liškou (2007). Monitoring zajišťuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ).

Výsledky monitoringu bioty a matrice ryby slouží jako jeden z podkladů k hodnocení chemického stavu vodních útvarů na území ČR a je důležitým podkladem pro identifikaci významných vlivů a zdrojů znečištění prioritními látkami v dílčích povodích a pro zpracování plánů povodí podle Rámcové vodní směrnice.

2.2 Struktura metodiky

Metodika je členěna do čtyř navazujících částí, které lze charakterizovat takto:

1. **Analýza znečišťujících látek a významnost jejich bioakumulace v rybách** - v této kapitole je provedena rekapitulace prioritních a prioritních nebezpečných látek, vybraných dalších znečišťujících látek a sledovaných látek, definovaných prováděcím rozhodnutím Komise z pohledu jejich vlastností a vhodnosti pro provádění bioakumulačního monitoringu se zvláštním zřetelem na sledování v rybách. Postup výběru vychází z Rámcové vodní směrnice a souvisejících směrnic o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky a směrných a technických směrných dokumentů Společné implementační strategie Rámcové vodní směrnice, které se k problematice vztahují. Vyhodnocení je provedeno v kontextu aktuálně prováděného monitoringu pevných matric a v souladu s principy Rámcového programu monitoringu. V této kapitole je proveden výběr znečišťujících látek relevantních pro sledování v matrici ryby.
2. **Zdroje a cesty vnosu znečišťujících látek do povrchových vod a sedimentů** – v této kapitole je pro vybrané znečišťující látky vhodné pro sledování v rybách provedena analýza možných zdrojů a cest, kterými se látky mohou dostávat do povrchových vod a působit negativně na chemický stav vodních útvarů na území České republiky. Analýza je současně provedena i pro látky, které nebyly v předchozím kroku vybrány jako vhodné pro sledování v matrici ryby, ale jsou zařazeny v současném programu monitoringu a analyzovány v rybách nebo plůdku ryb.
3. **Riziková analýza zdrojů znečišťujících látek v zájmovém povodí** – v této kapitole je popsán postup provedení rizikové analýzy vybraných znečišťujících látek na základě dat o zdrojích a nakládání s látkami v povodí s cílem určit možné riziko pro jejich přestup do povrchových vod. Pro analýzu jsou použita i data z monitoringu pevných matric a matrice voda a další data potřebná pro analýzu retence látek v povodí. Kapitola obsahuje výčet potřebných podkladů pro zpracování rizikové analýzy zdrojů a také samotný postup provedení rizikové analýzy v navazujících krocích.
4. **Postup doplnění monitoringu na základě rizikové analýzy zdrojů** – v této části metodického postupu je stručně popsán postup za jakých podmínek a ve kterých vodních útvarech by měl být doplňován bioakumulační monitoring s cílem identifikovat zdroje prioritních látek v povodí a se zvláštním důrazem na prioritní nebezpečné látky. Jsou zde uvedena doporučení pro výběr druhů ryb a věkových skupin ryb (dospělá ryba vs. plůdek) pro provádění biomonitoringu v různých kategoriích vodních útvarů.

2.3 Analýza znečišťujících látek a významnost jejich bioakumulace v rybách

Jedním z hlavních účelů Rámcové vodní směrnice podle článku 1 odstavce c) je „*usilovat o zvýšenou ochranu a zlepšení vodního prostředí, mimo jiné též prostřednictvím specifických opatření pro cílené snižování vypouštění, emisí a úniků prioritních látek a zastavení nebo postupné odstranění vypouštění, emisí a úniků prioritních nebezpečných látek*“.

Prioritní látky a jejich podskupina – prioritní nebezpečné látky – jsou předmětem hodnocení chemického stavu vodních útvarů a jejich seznam je specifikován směrnicí 2008/105/ES, která byla v roce 2013 aktualizována směrnicí 2013/39/EU. V této směrnici jsou pro jednotlivé látky a jednotlivé matrice stanoveny normy environmentální kvality (NEK), které stanovují cílové hodnoty pro koncentrace nebo obsahy látek ve vodě nebo biotě. S postupným shromažďováním informací o působení řady nových syntetických látek, které se objevují v životním prostředí, jsou do seznamu doplňovány nové látky, u kterých byly prokázány závažné negativní dopady na vodní ekosystémy nebo prostřednictvím vody nebo vodních organismů na vyšší trofické úrovni nebo člověka. Doplňování nových látek předchází detailní monitoring sledovaných látek ve vodách členských států Evropské unie a zjišťování jejich relevance pro zařazení mezi látky pro hodnocení chemického stavu. Postup doplňování nových látek vychází z postupu definovaného v článku 8b směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU). Seznam sledovaných látek (tzv. Watch List) stanovuje Provdávčí rozhodnutí Komise č. 2018/840 a obsahuje preferované matrice a metody analýzy těchto látek, které nevyžadují nadměrné náklady.

Protože je hlavním cílem této metodiky prostřednictvím monitoringu matrice ryby identifikovat zdroje prioritních a prioritních nebezpečných látek v povrchových vodách, je výběr relevantních látek pro matrici ryby založen na aktuálním seznamu látek ze směrnice 2008/105/ES, aktualizované směrnicí 2013/39/EU. V následující tabulce (Tabulka 1) jsou prioritní a některé další znečišťující látky charakterizovány z pohledu jejich nebezpečnosti (zda se jedná o prioritní nebo prioritní nebezpečnou látku), zda je látka považována za všudypřítomnou podle článku 8a v odstavci a) směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU), jestli je monitoring bioty relevantní matricí podle CIS Guidance č. 25 a je pro ni stanoven NEK, zda je látka určena pro hodnocení trendů v sedimentu nebo biotě a jestli byla hodnota NEK stanovena s účinností od 22. 12. 2018.

Tabulka 1 Vybrané informace o prioritních a některých dalších znečišťujících látkách podle směrnice 2008/105/ES s ohledem na monitoring pevných matric a s důrazem na sledování v biotě.

	Název látky	identifikátor IS Arrow (ČHMÚ)	číslo CAS	Prioritní látka	Prioritní nebezpečná látka	Všudypřítomná látka*	Monitoring v biotě podle CIS Guidance č. 25	Stanoven NEK pro biotu	Sledování trendů v sedimentu a biotě	NEK s účinností od 22.12.2018
1	alachlor	FE0360	15972-60-8	x						
2	antracen	FD0020	120-12-7	x	x		V		x	
3	atrazin	FE0365	1912-24-9	x						
4	benzen	FD0010	71-43-2	x						

	Název látky	identifikátor IS Arrow (ČHMÚ)	číslo CAS	Prioritní látka	Prioritní nebezpečná látka	Všudyprůtinná látka*	Monitoring v biotě podle CIS Guidance č. 25	Stanoven NEK pro biotu	Sledování trendů v sedimentu a biotě	NEK s účinností od 22.12.2018
5	Bromované difenylethery									
	PBDE28 (2,4,4'-tribromdifenylether)	FE0540	41318-75-6	x	x	x	P	x ¹	x	
	PBDE47 (2,2',4,4'-tetrabromdifenylether)	FE0545	5436-43-1	x	x	x	P	x ¹	x	
	PBDE99 (2,2',4,4',5-pentabromdifenylether)	FE0550	60348-60-9	x	x	x	P	x ¹	x	
	PBDE100 (2,2',4,4',6-pentabromdifenylether)	FE0555	189084-64-8	x	x	x	P	x ¹	x	
	PBDE153 (2,2',4,4',5,5'-hexabromdifenylether)	FE0560	68631-49-2	x	x	x	P	x ¹	x	
	PBDE154 (2,2',4,4',5,6'-hexabromdifenylether)	FE0565	207122-15-4	x	x	x	P	x ¹	x	
	PBDE183 (2,2',3,4,4',5',6-heptabromdifenylether)	FE0570	207122-16-5			x	P			
	PBDE209 (dekabromdifenylether)	FE0574	1163-19-5			x	P			
6	kadmium a jeho sloučeniny	DA0045	7440-43-9	x	x		n.a.		x	
6a	tetrachlormethan	FC0020	56-23-5							
7	chloralkeny C10-13	FC0002	85535-84-8	x	x		P		x	
8	chlorfeninfos	FE0515	470-90-6	x			V			
9	chlorpyrifos (-ethyl, -methyl)	FE0395	2921-88-2	x			V			
9a	Cyklodienové pesticidy									
	aldrin	FF0155	309-00-2				P			
	endrin	FE0380	72-20-8				P			
	isodrin	FF0150	465-73-6				P			
	dieldrin	FE0375	60-57-1				P			
9b	DDT celkem									
	DDT o,p'	FF0070	789-02-6				P			
	DDT p,p'	FF0072	50-29-3				P			
	DDE o,p'	FF0074	3424-82-6				P			
	DDE p,p'	FF0076	72-55-9				P			
	DDD o,p'	FF0078	53-19-0				P			
	DDD p,p'	FF0080	72-54-8				P			
10	1,2-dichlorethan	FC0025	107-06-2	x						
11	dichlormethan	FC0005	75-09-2	x						
12	di(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	FE0520	117-81-7	x	x		V		x	
13	diuron	FE0460	330-54-1	x						
14	endosulfan	FB0036	115-29-7	x	x		V			
15	fluoranthen	FD0050	206-44-0	x			P	x	x	
16	hexachlorbenzen	FF0060	118-74-1	x	x		P	x	x	
17	hexachlorbutadien	FC0095	87-68-3	x	x		P	x	x	
18	hexachlorcyklohexan	FC0115	608-73-1	x	x		P		x	
19	isoproturon	FE0400	34123-59-6	x						
20	olovo a jeho sloučeniny	DA0095	7439-92-1	x			n.a.		x	
21	rtuť a její sloučeniny	DA0100	7439-97-6	x	x	x	P	x	x	
22	naftalen	FD0015	91-20-3	x			V			
23	nikl a jeho sloučeniny	DA0090	7440-02-0	x			n.a.			
24	nonylfenoly (4-nonylfenol)	FE0665	84852-15-3	x	x		V			
25	octylfenoly (4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)-fenol)	FE0086	140-66-9	x			V			
26	pentachlorbenzen	FF0055	608-93-5	x	x		V		x	
27	pentachlorfenol	FE0169	87-86-5	x			V			
28	Polyaromatické uhlovodíky (PAU)									
	benzo(a)pyren	FD0060	50-32-8	x	x	x	P	x	x	
	benzo(b)fluoranthen	FD0065	205-99-2	x	x	x	P		x	

	Název látky	identifikátor IS Arrow (ČHMÚ)	číslo CAS	Prioritní látka	Prioritní nebezpečná látka	Všudyprůtomná látka*	Monitoring v biotě podle CIS Guidance č. 25	Stanoven NEK pro biotu	Sledování trendů v sedimentu a biotě	NEK s účinností od 22.12.2018
	benzo(k)fluoranthen	FD0075	207-08-9	x	x	x	P		x	
	benzo(g,h,i)perylene	FD0070	191-24-2	x	x	x	P		x	
	indeno(1,2,3-cd)pyren	FD0085	193-39-5	x	x	x	P		x	
29	simazin	FE0420	122-34-9	x						
29a	tertachlorethylen	FC0075	127-18-4							
29b	trichlorethylen	FC0070	79-01-6							
30	sloučeniny tributylcínu (kation tributylcínu)	FB0082	36643-28-4	x	x	x	P		x	
31	trichlorbenzeny	FF0030	12002-48-1	x			V			
32	trichlormethan (chloroform)	FC0010	67-66-3	x						
33	trifluralin	FE0430	1582-09-8	x	x		V			
34	dikofol	FE0930	115-32-2	x	x			x		x
35	perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS)	FB0325	1763-23-1	x	x	x		x	x	x
36	chinoxifen	FE1875	124495-18-7	x	x				x	x
37	Dioxiny a sloučeniny s dioxinovým efektem									
	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD)									
	2378TCDD (2,3,7,8-tetrachlordibenzo-1,4-dioxin)	FE0575	1746-01-6	x	x	x		x ²	x	x ²
	12378PeCDD (1,2,3,7,8-pentachlordibenzo-1,4-dioxin)	FE0580	40321-76-4	x	x	x		x ²	x	x ²
	123478HxCDD (1,2,3,4,7,8-hexachlordibenzo-1,4-dioxin)	FE0585	39227-28-6	x	x	x		x ²	x	x ²
	123678HxCDD (1,2,3,6,7,8-hexachlordibenzo-1,4-dioxin)	FE0590	57653-85-7	x	x	x		x ²	x	x ²
	123789HxCDD (1,2,3,7,8,9-hexachlordibenzo-1,4-dioxin)	FE0595	19408-74-3	x	x	x		x ²	x	x ²
	1234678HpCDD (1,2,3,4,6,7,8-heptachlordibenzo-1,4-dioxin)	FE0600	35822-46-9	x	x	x		x ²	x	x ²
	12346789OCDD (1,2,3,4,6,7,8,9-oktachlordibenzo-p-dioxin)	FE0605	3268-87-9	x	x	x		x ²	x	x ²
	Polychlorované dibenzofurany (PCDF)									
	2378TCDF (2,3,7,8-tetrachlordibenzofuran)	FE0610	51207-31-9	x	x	x		x ²	x	x ²
	12378PeCDF (1,2,3,7,8-pentachlordibenzofuran)	FE0615	57117-41-6	x	x	x		x ²	x	x ²
	23478PeCDF (2,3,4,7,8-pentachlordibenzofuran)	FE0620	57117-31-4	x	x	x		x ²	x	x ²
	123478HxCDF (1,2,3,4,7,8-hexachlordibenzofuran)	FE0625	70648-26-9	x	x	x		x ²	x	x ²
	123678HxCDF (1,2,3,6,7,8-hexachlordibenzofuran)	FE0630	57117-44-9	x	x	x		x ²	x	x ²
	123789HxCDF (1,2,3,7,8,9-hexachlordibenzofuran)	FE0635	72918-21-9	x	x	x		x ²	x	x ²
	234678HxCDF (2,3,4,6,7,8-hexachlordibenzofuran)	FE0640	60851-34-5	x	x	x		x ²	x	x ²
	1234678HpCDF (1,2,3,4,6,7,8-heptachlordibenzofuran)	FE0645	67562-39-4	x	x	x		x ²	x	x ²
	1234789HpCDF (1,2,3,4,7,8,9-heptachlordibenzofuran)	FE0650	55673-89-7	x	x	x		x ²	x	x ²
	12346789OCDF (oktachlordibenzofuran)	FE0655	39001-02-0	x	x	x		x ²	x	x ²
	Polychlorované bifenyly s dioxinovým efektem (DL-PCB)									
	PCB 77 (3,3',4,4'-tetrachlorbifenylyl)	FF0355	32598-13-3	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 81 (3,4,4',5-tetrachlorbifenylyl)	FF0365	70362-50-4	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 105 (2,3,3',4,4'-pentachlorbifenylyl)	FF0420	32598-14-4	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 114 (2,3,4,4',5-pentachlorbifenylyl)	FF0435	74472-37-0	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 118 (2,3',4,4',5-pentachlorbifenylyl)	FF0115	31508-00-6	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 123 (2',3,4,4',5-pentachlorbifenylyl)	FF0445	65510-44-3	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 126 (3,3',4,4',5-pentachlorbifenylyl)	FF0450	57465-28-8	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 156 (2,3,3',4,4',5-hexachlorbifenylyl)	FF0505	38380-08-4	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-hexachlorbifenylyl)	FF0510	69782-90-7	x	x	x		x ²	x	x ²

	Název látky	identifikátor IS Arrow (ČHMÚ)	číslo CAS	Prioritní látka	Prioritní nebezpečná látka	Všudypřítomná látka*	Monitoring v biotě podle CIS Guidance č. 25	Stanoven NEK pro biotu	Sledování trendů v sedimentu a biotě	NEK s účinností od 22.12.2018
	PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-hexachlorbifenyl)	FF0535	52663-72-6	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-hexachlorbifenyl)	FF0545	32774-16-6	x	x	x		x ²	x	x ²
	PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorbifenyl)	FF0600	39635-31-9	x	x	x		x ²	x	x ²
38	aclonifen	FE1438	74070-46-5	x						x
39	bifenox	FE0790	42576-02-3	x						x
40	cybutryn (irgarol)	FE2140	28159-98-0	x						x
41	cypermethryn	FE0890	52315-07-8	x						x
42	dichlorvos	FB0075	62-73-7	x						x
43	hexabromcyklododekan (HBCDD)	FF0965		x	x	x		x	x	x
44	heptachlor a heptachlorepoxid	EA0090	76-44-8/ 1024-57-3	x	x	x		x	x	x
45	terbutryn	FE0425	886-50-0	x						x

Vysvětlivky:

P – biota je preferovaná matrice

V – biota je volitelná matrice

n.a. – nepoužito

* všudypřítomné látky jsou definovány v článku 8a v odstavci a) směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU).

Jedná se o perzistentní, bioakumulativní a toxické látky, které jsou rozšířeny plošně ve vodním prostředí států Evropské unie a obvykle jsou zde dlouhodobě přítomné a to často i poté co bylo ukončeno jejich užívání.

¹ NEK se vztahuje k součtu koncentrací kongenerů 28, 47, 99, 100, 153 a 154.

² NEK se vztahuje k součtu látek ze skupin PCDD, PCDF a DL-PCB přepočítaných podle ekvivalentních faktorů toxicity Světové zdravotnické organizace z roku 2005 (viz např. Durčák a kol., 2013 a směrnice 2008/105/ES ve znění směrnice 2013/39/EU).

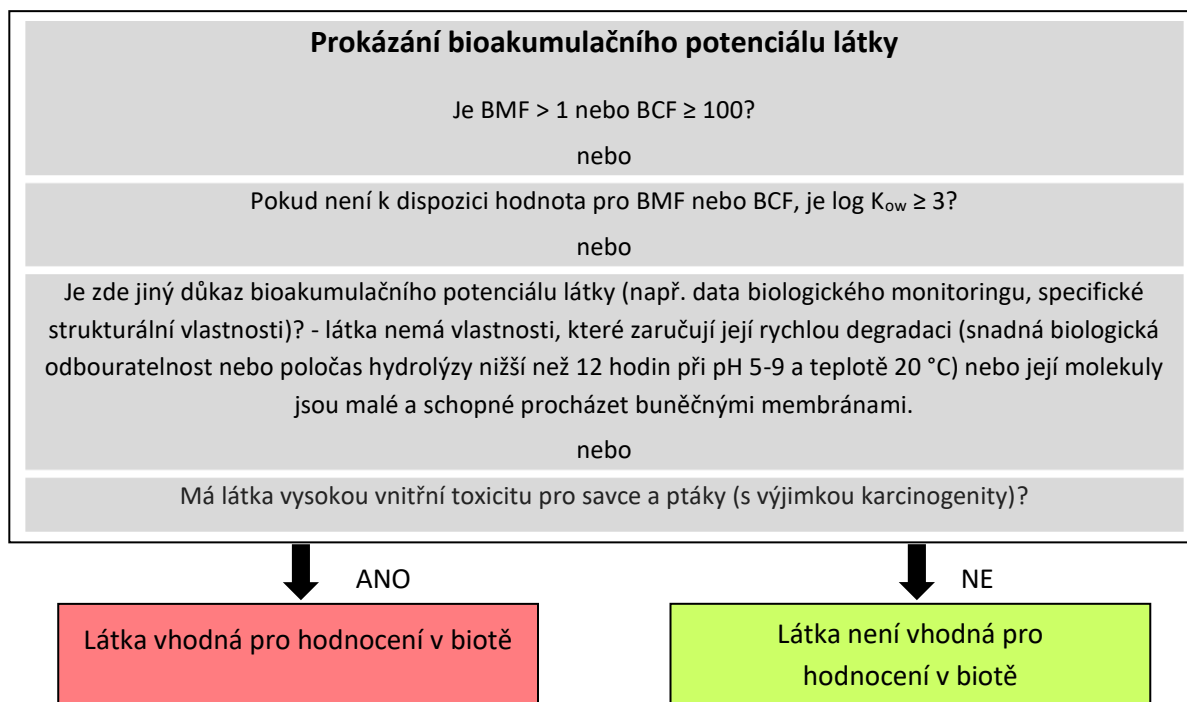
2.3.1 Kritéria pro výběr znečišťujících látek pro sledování v matrici ryby

Doporučení pro sledování znečišťujících látek v biotě detailně popisuje CIS Guidance dokument č. 25 o chemickém monitoringu sedimentů a bioty pro potřeby Rámcové vodní směrnice. V dokumentu jsou specifikována kritéria pro výběr znečišťujících látek na základě jejich chemických vlastností, která určují preferovanou a volitelnou matrici pro sledování.

CIS Guidance dokument č. 25 uvádí, že u organických látek by mělo být monitorování bioty prováděno přednostně pro látky, které mají faktor biomagnifikace (BMF) vyšší než 1 nebo pokud je biokoncentrační faktor (BCF) vyšší nebo roven hodnotě 100. BMF je definován jako poměr koncentrace chemické látky v organismu a v jeho potravě (Mackay a Fraser, 2000), BCF je definován jako poměr koncentrace látky v organismu a v prostředí, ve kterém žije – v tomto případě ve vodě (Jager a Hamers, 1997). Pokud nejsou k dispozici hodnoty BMF nebo BCF, lze o monitoringu v biotě pro část látek, které se váží na tuky, rozhodnout i na základě hodnoty logaritmu rozdělovacího koeficientu oktanol – voda ($\log K_{ow}$). Tento koeficient udává rovnovážný poměr rozpustnosti látky v systému dvou omezeně mísitelných rozpouštědel a vyjadřuje hydrofóbnost (resp. lipofilitu) posuzované látky. Pokud je hodnota $\log K_{ow}$ vyšší než 3, je posuzovaná látka vhodná pro sledování v matrici biota. Organické látky vhodné pro bioakumulační monitoring by měly splňovat také další kritéria. Například by neměly rychle

degradovat (být biologicky dobře odbouratelné) a molekuly látek by měly být schopné procházet buněčnou stěnou.

Pro výběr látek s bioakumulačním potenciálem, které mohou být nebezpečné pro predátory kvůli druhotné toxicitě nebo pro člověka při konzumaci ryb a rybích produktů, lze použít postup, který je popsán v Technickém směrném dokumentu pro odvození standardů environmentální kvality (CIS TGD č. 27, 2010). Pro ochranu predátorů a toxické působení organických látek shrnuje postup výběru látek schéma na následujícím obrázku (Obrázek 1).



Obrázek 1 Postup při výběru organických látek vhodných pro bioakumulační monitoring (podle CIS TGD č. 27 (2010) – upraveno); BMF - faktor biomagnifikace, BCF - biokoncentrační faktor.

Odlíšný přístup pro výběr monitorovaných matric platí v případě kovů a jejich sloučenin a také pro některé další organické látky, které nejsou akumulovány v tucích (např. perfluorované látky). Bioakumulace kovů ve vodních organismech je pozorována zřídka, a pokud se vyskytuje, zahrnuje především jejich organické formy (např. methylrtuť). To však neznamená, že by se kovy v biotě nevyskytovaly nebo neukládaly. Naopak, vodní organismy mohou biokumulovat velké množství kovů, což může být významné především pro jejich konzumenty (dravce, člověka). U kovů se nedoporučuje používat biokoncentrační faktor (BCF), protože jeho vypovídací schopnost není vysoká. Pro kovy směrný dokument doporučuje použít individuální posouzení, které zohlední především formu výskytu kovu a jeho sloučenin v organismu, jeho esenciálnost pro vodní organismy, informace o biomagnifikaci v tělech vodních organismů, pokud jsou takové údaje k dispozici a také možnosti primární nebo sekundární toxicity daného kovu pro organismy. Za esenciální kovy pro vodní organismy jsou považovány chrom, kobalt, měď, železo, mangan, molybden, nikl, selen a zinek. Pro výběr monitorovaných matric v případě organických látek, které nejsou akumulovány v tucích, je důležité vycházet z dostupných studií jejich bioakumulace v organismech a jejich rizikovosti pro vodní organismy, případně vyšší trofické úrovně včetně člověka.

Jiný postup výběru látek pro sledování v biotě platí v případě, že posuzujeme ochranu člověka před toxickým působením látek obsažených v rybách a rybích produktech určených ke konzumaci. Toto posouzení zahrnuje vyhodnocení toxicity látek prostřednictvím R-vět podle směrnice 67/548/EHS, které byly postupně nahrazeny H-větami podle Globálně harmonizovaného systému klasifikace a označování chemikálií (GHS) implementovaného prostřednictvím Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008.

Za klíčové spouštěče (triggers) toxického působení lze považovat látky označené těmito R-větami/H-větami:

- látky známé nebo podezřelé jako karcinogenní (R45/H350, R40/H351)
- látky známé nebo podezřelé jako mutagenní (R46/H340, R40/H351)
- látky známé nebo podezřelé z poškození reprodukce (R60/H360, R61/H360, R62/H361, R63/H361, R64/H362)
- látky rizikové pro nebezpečí nevratných účinků (R68/H341)
- látky s potenciálem bioakumulace, látky ohrožující zdraví při dlouhodobé expozici (R48/H373) nebo škodlivé / toxické / smrtelné při požití (R22/H302, R25/H301, R28/H300).

Z pohledu jednotlivých matric bioty (ryby, měkkýši, korýši), uvádí již samotná směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU), že hodnoty NEK stanovené pro biotu jsou primárně určeny pro matrici ryby a pouze v případě látek fluoranthen a látek ze skupiny polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) nejsou ryby vhodnou matricí a NEK se v jejich případě vztahují na měkkýše a korýše. Důvodem je částečná metabolizace látek ze skupiny PAU v tělech ryb. Pro dioxiny a látky s dioxinovým efektem je ve směrnici doporučeno sledovat jejich obsahy ve všech matricích bioty, tedy jak v rybách, tak i v měkkýších a korýších.

Na rozdíl od směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU) uvádí nařízení vlády č. 401/2015 Sb. stejně jako Metodika hodnocení chemického stavu povrchových vod (Durčák a kol., 2013), že pro fluoranthen a PAU se hodnota NEK vztahuje na měkkýše a plůdek ryb.

Vhodnost sledování konkrétní organické látky v matrici ryby nebo plůdek lze nejlépe určit na základě hodnot biomagnifikačního faktoru (BMF), který však není pro řadu látek dostupný. Lze proto využít hodnoty BMF odvozené z hodnot biokoncentračního faktoru (BCF) pro ryby a hodnoty $\log K_{ow}$, které uvádí Technický směrný dokument na podporu směrnice Komise 93/67/EHS, Nařízení Komise č. 1488/94 a směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/8/ES (EC, 2003). V případě, že odvozený BMF dosahuje hodnot větších než 1, jsou ryby vhodnou matricí pro sledování posuzované organické látky. Při posuzování relevance látky pro biomonitoring v rybách se při současném hodnocení BCF a $\log K_{ow}$, které je odlišné od hodnot v tabulce (Tabulka 2), vždy jako primární posuzuje BFC. Platí, že hodnoty BCF vyšší než 2000 dokumentují vysokou kumulaci látky v organismu a hodnoty vyšší než 5000 velmi vysokou míru kumulace.

Tabulka 2 Odvození hodnoty biomagnifikačního faktoru (BMF) pro ryby na základě hodnot BCF a log K_{ow} (podle Technického směrného dokumentu - EC, 2003)

log K_{ow}	BCF (pro ryby)	BMF
<4,5	<2000	1
4,5– <5	2000–5000	2
5–8	>5000	10
>8–9	2000–5000	3
> 9	<2000	1

V následující tabulce (Tabulka 3) jsou pro jednotlivé prioritní látky a některé další znečišťující látky uvedeny známé hodnoty (případně rozsahy hodnot) biokoncentračního faktoru (BCF), rozdělovacího koeficientu log K_{ow} , preference sledování látky v matrici biota podle CIS Guidance č. 25, zařazení látky do monitoringu pevných matric podle ČHMÚ a zařazení látky do sledování v matrici ryby nebo plůdek v aktuálním Rámcovém programu monitoringu (RPM, 2018). V posledním sloupci je pak uvedeno na základě odvození hodnoty BMF a dalšího posouzení vlastností látky, zda je vhodné sledování v matrici ryby.

Tabulka 3 Bioakumulační vlastnosti prioritních a některých dalších znečišťujících látek (BCF, log K_{ow}) a jejich vhodnost pro sledování v matrici ryby (poslední sloupec).

	Název látky	Biokoncentrační faktor (BCF)	Rozdělovací koeficient oktanol – voda (log K_{ow})	Prioritní nebezpečná látka	Všudy přítomná látka*	Monitoring v biotě podle CIS Guidance č. 25	Monitoring pevných matric (ČHMÚ)	Rámcový program monitoringu - matrice ryby (ČHMÚ)	Vhodnost sledování látky v matrici ryby/plůdek
1	alachlor	50	3,0						
2	antracen	162-1440	4,5	x		V	x	x	
3	atrazin	7,7-12	2,5						
4	benzen	13	2,1						
5	Bromované difenylethery								
	PBDE28 (2,4,4'-tribromdifenylether)	25000000	6,6	x	x	P	x	x	x
	PBDE47 (2,2',4,4'-tetrabromdifenylether)	250000000	6,6	x	x	P	x	x	x
	PBDE99 (2,2',4,4',5-pentabromdifenylether)	2500000000	6,6	x	x	P	x	x	x
	PBDE100 (2,2',4,4',6-pentabromdifenylether)	2500000000	6,6	x	x	P	x	x	x
	PBDE153 (2,2',4,4',5,5'-hexabromdifenylether)	160000000	6,6	x	x	P	x	x	x
	PBDE154 (2,2',4,4',5,6'-hexabromdifenylether)		6,6	x	x	P	x	x	x
	PBDE183 (2,2',3,4,4',5',6-heptabromdifenylether)		6,6		x	P	x	x	x
	PBDE209 (dekabromdifenylether)		6,6		x	P	x	x	x
6	kadmium a jeho sloučeniny		n.a.	x		n.a.	x	x	x
6a	tetrachlormethan		2,8						
7	chloralkany C10-13	1173-40900	5,6-8,12	x		P	x		x
8	chlorfenvinfos	27-460	3,8			V	x		
9	chlorpyrifos (-ethyl, -methyl)	1374	4,9			V	x		

	Název látky	Biokoncentrační faktor (BCF)	Rozdělovací koeficient oktanol – voda (log K _{ow})	Prioritní nebezpečná látka	Všudyprůtorná látka*	Monitoring v biotě podle CIS Guidance č. 25	Monitoring pevných matic (ČHMÚ)	Rámcový program monitoringu - matrice ryby (ČHMÚ)	Vhodnost sledování látky v matrici ryby/piúdek
9a	Cyklodienové pesticidy								
	aldrin	735-20000	6			P	x		x
	endrin	5390-12500	5,6			P	x		x
	isodrin	3890	6,7			P	x		x
	dieldrin	3300-14500	6,2			P	x		x
9b	DDT celkem								
	DDT o,p'	51000-100000	6,79			P	x	x	x
	DDT p,p'	51000-100000	6,91			P	x	x	x
	DDE o,p'	1800	6			P	x	x	
	DDE p,p'	1800	6,51			P	x	x	
	DDD o,p'	53600	5,87			P	x	x	x
	DDD p,p'	53600	6,02			P	x	x	x
10	1,2-dichlorethan	2-10	1,5						
11	dichlormethan	6,4-40	1,3						
12	di(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	737-2700	7,5	x		V	x	x	x
13	diuron	2	2,7						
14	endosulfan	2755	3,83-4,79	x		V			x
15	fluoranthen	1700-10000	4,69			P	x	x	(x)
16	hexachlorbenzen	2040-230000	5,7	x		P	x	x	x
17	hexachlorbutadien	1,4-29000	4,9	x		P	x	x	x
18	hexachlorcyklohexan	220-1300	3,7-4,1	x		P	x	x	
19	isoproturon	2,6-3,6	2,5						
20	olovo a jeho sloučeniny		n.a.			n.a.	x	x	x
21	rtuť a její sloučeniny		n.a.	x	x	P	x	x	x
22	naftalen	2,3-1158	3,3			V	x		
23	nikl a jeho sloučeniny		n.a.			n.a.	x	x	x
24	nonylfenoly (4-nonylfenol)	1280-3000	5,5	x		V	x		x
25	octylfenoly (4-(1,1',3,3'- tetramethylbutyl)-fenol)	471-6000	5,3			V	x		x
26	pentachlorbenzen	1100-260000	5,2	x		V	x		x
27	pentachlorfenol	34-3820	5			V	x		x
28	Polyaromatické uhlovodíky (PAU)								
	benzo(a)pyren	1357-3370	6,11	x	x	P	x	x	(x)
	benzo(b)fluoranthen	1520-3510	6,2	x	x	P	x	x	(x)
	benzo(k)fluoranthen	3415-6465	6,84	x	x	P	x	x	(x)
	benzo(g,h,i)perylen	11000	6,58	x	x	P	x	x	(x)
	indeno(1,2,3-cd)pyren	12000	6,58	x	x	P	x	x	(x)
29	simazin	1	2,2						
29a	tetrachlorethylen		3,4						
29b	trichlorethylen		2,4						
30	sloučeniny tributylcínu (kation tributylcínu)	50000 - 250000	3,1-4,1	x	x	P			x
31	trichlorbenzeny	120-3200	4,0-4,5	x		V	x		x
32	trichlormethan (chloroform)	13	1,97						
33	trifluralin	2360-5674	5,3	x		V	x		x
34	dikofol	10000	4,08-6,06	x					x
35	perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS)	720- 5400	n.a.	x	x		x	x	x
36	chinoxifen	5040	4,66	x					x

	Název látky	Biokonační faktor (BCF)	Rozdělovací koeficient oktanol – voda (log K _{ow})	Prioritní nebezpečná látka	Všudyprůtorná látka*	Monitoring v biotě podle CIS Guidance č. 25	Monitoring pevných matic (ČHMÚ)	Rámcový program monitoringu - matrice ryby (ČHMÚ)	Vhodnost sledování látky v matrici ryby/piúdek
37	Dioxiny a sloučeniny s dioxinovým efektem								
	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD)								
	2378TCDD (2,3,7,8-tetrachlordibenzo-1,4-dioxin)	5000	6,8	x	x		x	x	x
	12378PeCDD (1,2,3,7,8-pentachlordibenzo-1,4-dioxin)		6,5	x	x		x	x	x
	123478HxCDD (1,2,3,4,7,8-hexachlordibenzo-1,4-dioxin)		8,21	x	x		x	x	x
	123678HxCDD (1,2,3,6,7,8-hexachlordibenzo-1,4-dioxin)		8,21	x	x		x	x	x
	123789HxCDD (1,2,3,7,8,9-hexachlordibenzo-1,4-dioxin)		8,21	x	x		x	x	x
	1234678HpCDD (1,2,3,4,6,7,8-heptachlordibenzo-1,4-dioxin)		6,8	x	x		x	x	x
	12346789OCDD (1,2,3,4,6,7,8,9-oktachlordibenzo-p-dioxin)	8500	8,2	x	x		x	x	x
	Polychlorované dibenzofurany (PCDF)								
	2378TCDF (2,3,7,8-tetrachlordibenzofuran)		6,53	x	x		x	x	x
	12378PeCDF (1,2,3,7,8-pentachlordibenzofuran)		6,92	x	x		x	x	x
	23478PeCDF (2,3,4,7,8-pentachlordibenzofuran)		6,92	x	x		x	x	x
	123478HxCDF (1,2,3,4,7,8-hexachlordibenzofuran)		7,58	x	x		x	x	x
	123678HxCDF (1,2,3,6,7,8-hexachlordibenzofuran)		7,58	x	x		x	x	x
	123789HxCDF (1,2,3,7,8,9-hexachlordibenzofuran)		7,58	x	x		x	x	x
	234678HxCDF (2,3,4,6,7,8-hexachlordibenzofuran)		7,58	x	x		x	x	x
	1234678HpCDF (1,2,3,4,6,7,8-heptachlordibenzofuran)		7,58	x	x		x	x	x
	1234789HpCDF (1,2,3,4,7,8,9-heptachlordibenzofuran)		7,58	x	x		x	x	x
	12346789OCDF (oktachlordibenzofuran)		8,54	x	x		x	x	x
	Polychlorované bifenylly s dioxinovým efektem (DL-PCB)								
	PCB 77 (3,3',4,4'-tetrachlorbifenyl)	60000-270000	6,36	x	x		x	x	x
	PCB 81 (3,4,4',5-tetrachlorbifenyl)	60000-270000	6,36	x	x		x	x	x
	PCB 105 (2,3,3',4,4'-pentachlorbifenyl)	60000-270000	6,65	x	x		x	x	x
	PCB 114 (2,3,4,4',5-pentachlorbifenyl)	60000-270000	6,65	x	x		x	x	x
	PCB 118 (2,3',4,4',5-pentachlorbifenyl)	60000-270000	6,74	x	x		x	x	x
	PCB 123 (2',3,4,4',5-pentachlorbifenyl)	60000-270000	6,74	x	x		x	x	x
	PCB 126 (3,3',4,4',5-pentachlorbifenyl)	60000-270000	6,89	x	x		x	x	x
	PCB 156 (2,3,3',4,4',5-hexachlorbifenyl)	60000-270000	7,18	x	x		x	x	x
	PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-hexachlorbifenyl)	60000-270000	7,18	x	x		x	x	x
	PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-hexachlorbifenyl)	60000-270000	7,27	x	x		x	x	x
	PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-hexachlorbifenyl)	60000-270000	7,42	x	x		x	x	x
	PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorbifenyl)	60000-270000	7,71	x	x		x	x	x
38	aclonifen	2896	4,04-4,37						x
39	bifenox	1500	3,64-4,5						
40	cybutryn (irgarol)	160	3,95						
41	cypermethryn	1204	5,3-6,94						
42	dichlorvos	99	1,9						
43	hexabromcyklododekan (HBCDD)	18100	5,6	x	x		x	x	x
44	heptachlor a heptachlorepoxid	14400	5,4	x	x		x	x	x
45	terbutryn	72,4	3,65-3,74						

Vysvětlivky:

P – biota je preferovaná matrice

V – biota je volitelná matrice

n.a. – nepoužito

(x) – látku není doporučeno sledovat v matrici ryby podle směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU)

* všudypřítomné látky jsou definovány v článku 8a v odstavci a) směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU).

Jedná se o perzistentní, bioakumulativní a toxické látky, které jsou rozšířeny plošně ve vodním prostředí států Evropské unie a obvykle jsou zde dlouhodobě přítomné, a to často i poté co bylo ukončeno jejich užívání.

Kromě látek, uvedených v předcházející tabulce jsou v současném monitoringu pevných matric v ČR zařazeny další znečišťující látky, které mohou nepříznivě působit na vodní organismy a zprostředkovaně i na jejich predátory a člověka. Přehled těchto látek s jejich bioakumulačními vlastnostmi a určením jejich vhodnosti pro sledování v matrici ryby uvádí Tabulka 4.

Tabulka 4 Bioakumulační vlastnosti dalších znečišťujících látek (BCF, log K_{ow}), které jsou v současné době zařazeny do monitoringu bioty a určením jejich vhodnosti pro sledování v matrici ryby (poslední sloupec).

Název látky	Identifikátor IS Arrow (ČHMÚ)	Číslo CAS	Biokoncentrační faktor (BCF)	Rozdělovací koeficient O**kthanol – voda (log K_{ow})	Monitoring pevných matric (ČHMÚ)	Rámcový program monitoringu - matrice ryby (ČHMÚ)	Vhodnost sledování látky v matrici ryby/plůdek
Kovy							
arsen	DA0005	7440-38-2		n.a.	x	x	x
chrom celkový	DA0040	7440-47-3		n.a.	x	x	
měď	DA0075	7440-50-8		n.a.	x	x	
zinek	DA0125	7440-66-6		n.a.	x	x	
PFOA (kyselina pentadekafluoroktanová)	FB0330	335-67-1	3-27	n.a.	x	x	
Polyaromatické uhlovodíky (PAU)							
benzo(a)antracen	FD0055	56-55-3	23500	5,7	x	x	(x)
dibenzo(a,h)antracen	FD0080	53-70-3	51000	6,69	x	x	(x)
fenantren	FD0025	85-01-8		4,48	x	x	(x)
chrysen	FD0035	218-01-9		5,7	x	x	(x)
pyren	FD0040	129-00-0	12600-24000	5,11	x	x	(x)
Polychlorované bifenyly							
PCB 28 (2,4,4'-trichlorbifenyly)	FF0095	7012-37-5	60000-270000	5,67	x	x	x
PCB 52 (2,2',5,5'-tetrachlorbifenyly)	FF0105	35693-99-3	60000-270000	5,84	x	x	x
PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentachlorbifenyly)	FF0110	37680-73-2	60000-270000	6,38	x	x	x
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexachlorbifenyly)	FF0120	35065-28-2	60000-270000	6,83	x	x	x
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexachlorbifenyly)	FF0125	35065-27-1	60000-270000	6,92	x	x	x
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorbifenyly)	FF0130	35065-29-3	60000-270000	7,36	x	x	x

Vysvětlivky:

n.a. – nepoužito

(x) – látku není doporučeno sledovat v matrici ryby podle směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU)

V souladu s postupem vydávání seznamu sledovaných látek podle článku 8b směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU) jsou Prováděcím rozhodnutím Komise č. 2018/840 stanoveny pro

monitorování ve státech EU nové látky. I pro tuto skupinu látek byly shromážděny jejich bioakumulační vlastnosti a určena jejich vhodnost pro sledování v matrici ryby (Tabulka 5).

Tabulka 5 Bioakumulační vlastnosti (BCF, log K_{ow}) sledovaných látek podle článku 8b směrnice 2008/105/ES a Prováděcího rozhodnutí Komise č. 2018/840 a určení jejich vhodnosti pro sledování v matrici ryby (poslední sloupec).

Název látky	identifikátor IS Arrow (ČHMÚ)	číslo CAS	biokontrační faktor (BCF)	rozdělovací koeficient oktanol – voda (log K_{ow})	Monitoring pevných matric (ČHMÚ)	Rámcový program monitoringu - matrice ryby (ČHMÚ)	Vhodnost sledování látky v matrici ryby/plůdek
17-alfa-ethinylestradiol	FE1360	57-63-6	110	3,67			
17-beta-estradiol	FE1355	50-28-2	200	4,10			
Makrolidová antibiotika							
erythromycin	FE3040	114-07-8	49	3,06			
clarithromycin	FE3155	81103-11-9	56	3,16			
azithromycin	FE3144	83905-01-5	200	4,02			
methiokarb	FE1180	2032-65-7	35	2,92			
Neonikotinoidy							
imidakloprid	FE1675	105827-78-9	0,61	0,57			
thiakloprid	FE1920	111988-49-9	2	1,26			
thiamethoxam	FE1925	153719-23-4	3	0,13			
clothianidin	FF0728	210880-92-5	0,3	0,905			
acetamiprid	FE0745	135410-20-7	2	0,8			
metaflumizon		139968-49-3	7800	5,1			x
amoxicilin	FE3000	26787-78-0	3	0,87			
ciprofloxacin		85721-33-1	3	2,28			

Pozn.: Údaje o bioakumulačních vlastnostech látek byly čerpány zejména z následujících zdrojů: ČHMÚ – Pasporty pesticidů (ČHMÚ, 2018). Dostupné na <http://hydro.chmi.cz/pasporty/>; PubChem Substance and Compound databases (Kim a kol., 2016). Dostupné na <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> a dalších veřejně dostupných publikací indexovaných v databázích Web of Science nebo Scopus.

Souhrnně lze pro všechny výše uvedené látky a všechny případné nově zařazené látky (nové prioritní a nové sledované látky) pro sledování v matrici ryby definovat následující kritéria výběru:

- biomagnifikační faktor (BMF) látky je vyšší než 1,
- v případě, že není BMF k dispozici, je biokontrační faktor (BCF) stanovený pro ryby větší než 2000 (zcela průkazná je hodnota BFC > 5000),
- látka nepodléhá v organismech rychlé biodegradaci nebo není rychle vylučována,
- látka je podle směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU) vhodná ke sledování v matrici ryby,
- látka se v podmínkách ČR vyráběla, používala nebo aplikovala nebo k jejímu užívání dochází v současnosti.

2.3.2 Výběr vhodných matric a druhů ryb pro znečišťující látky a jejich skupiny

Pro bioakumulační monitoring v matrici ryby stanovuje CIS Guidance dokument č. 25 základní pravidla, která by měl splňovat vybraný druh použitý pro sledování:

- existuje jednoznačný vztah mezi koncentracemi znečišťující látky v daném druhu a průměrné koncentrace v okolním prostředí,
- vzorkovaný druh je potenciální potravou pro predátory nebo člověka,
- druh akumuluje znečišťující látky,
- druh nepatří mezi velké migranty a poskytuje tak přesnou představu o zatížení pro konkrétní místo; druh nepochází z akvakultury nebo z řízeného vysazování,
- druh je natolik rozšířený a hojný, aby umožnil srovnání mezi různými oblastmi,
- druh je dlouhověký, aby bylo možno vzorkovat víceleté jedince,
- druh je dostatečně velký, aby poskytl dostatečné množství materiálu pro analýzu,
- druh je snadno odlovitelný a je zároveň odolný, aby přežil nepříznivé podmínky,
- druh je snadno determinovatelný.

Výběr druhu ryb je důležitý také z důvodu způsobu ukládání látky v organismu. Dravé ryby (např. štika, úhoř) mají zpravidla vyšší obsah polutantů než ryby, které se živí převážně rostlinnou potravou nebo bezobratlými (cejn). Důvodem je postupné koncentrování zátěže v tělech predátorů a vyšších trofických úrovních. Obsah látky se liší také v závislosti na analyzovaném orgánu. Je známo, že například rtuť se ukládá mnohem více v játrech než ve svalovině (Vilizzi a Tarkan, 2016). Rozdíly jsou patrné také u ryb s rozdílným obsahem tuku. Ryby s vyšším obsahem tuku mají v těle zpravidla vyšší koncentrace polutantů a pro některé z nich platí i vyšší hygienické limity (např. úhoř nebo štika).

CIS Guidance dokument č. 25 doporučuje v tekoucích vodách (řekách) v rámci členských států EU sledovat tyto druhy:

Cejn velký (*Abramis brama*) a jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*).

Oba druhy CIS Guidance dokument č. 25 doporučuje pro sledování kontaminace především kvůli jejich velikosti, hojnosti a celoplošnému rozšíření. Současně uvádí, že odběr vzorků by měl být omezen na ryby ve věku 8-12 let a odlov by měl proběhnout koncem léta, mimo období tření.

Siven americký (*Salvelinus fontinalis*) nebo pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*).

Tyto druhy jsou v CIS Guidance dokumentu č. 25 navrženy pro biomonitring v horských oblastech (pstruhové potoky). Na území ČR se však jedná o druhy, které jsou do řek a jezer nasazovány uměle a většinou ve velikostech nad 25 cm.

Alternativně doporučuje CIS Guidance dokument č. 25 pro monitoring v řekách úhoře říčního (*Anguilla anguilla*), který díky své potravní specializaci velmi dobře akumuluje široké spektrum znečišťujících látek. Vzhledem k tomu, že je úhoř v současné době chráněný, měl by se používat pro biomonitring jen výjimečně pro pokračování starých programů monitoringu pro určení trendů znečištění.

CIS Guidance dokument č. 25 doporučuje ve stojatých vodách (vodních nádržích a jezerech) v rámci členských států EU sledovat tyto druhy:

Okoun říční (*Perca fluviatilis*).

Okoun se hojně vyskytuje v mnoha evropských zemích a v řadě z nich se využívá pro bioakumulační monitoring jezer (např. Švédsko, Finsko, Francie, Švýcarsko). Okoun migruje jen minimálně až do velikosti přibližně 20 cm. V době tření, mezi únorem a červencem, by se vzorky neměly odebírat.

Cejn velký (*Abramis brama*).

Cejn je rozšířen v rámci Evropy s výjimkou extrémního severu a jihu. Vyskytuje se jak ve sladké, tak v brakické vodě a patří k nejčastějším druhům ryb ve střední Evropě. Je proto vhodný k dlouhodobému, opakovanému vzorkování. Cejn se živí hlavně bentickými organismy. Žije převážně u dna, je proto dobrým ukazatelem znečištění v sedimentech, spíše než ve vodním sloupci. Je také odolný vůči vysokému zatížení znečišťujících látek. Odběr vzorků by měl probíhat v srpnu a září, po období reprodukce.

Siven severní (*Salvelinus alpinus*).

Siven severní je vhodný pro sledování kontaminantů především v alpských jezerech, například ve Švédsku a Švýcarsku. Jedná se především o lokality, kde nelze odlovit jiné druhy ryb. Odběr vzorků by se měl uskutečnit mimo dobu tření, která je od srpna do října. V částech Evropy, kde je tento druh vzácný, by mělo být jeho použití pro účely biomonitoringu vyloučeno.

Úhoř říční (*Anguilla anguilla*).

Pro úhoře platí to, co bylo uvedeno pro sledování v tekoucích vodách, tedy, že je ho využití by mělo být výjimečné a odůvodněné pouze v případě dlouhodobého monitoringu trendů znečištění.

Všechna doporučení uvedená ve směrném dokumentu pro výběr druhů ryb pro monitoring jsou zaměřená na celé spektrum podmínek v členských státech EU a jednotlivé členské státy mohou výběr druhů přizpůsobit lokálním podmínkám a dalším faktorům, které jsou určující pro výskyt druhů ryb na jejich území.

2.3.2.1 Výběr vhodných druhů ryb pro bioakumulační monitoring tekoucích a stojatých vod v ČR

Aby bylo možné provést výběr vhodných druhů ryb, které jsou využitelné pro bioakumulační monitoring prioritních a dalších znečišťujících látek v ČR, byly analyzovány a klasifikovány nároky většiny druhů ryb, vyskytujících se na území ČR. Do výběru nebyly zařazeny ryby, které se zde dlouhodobě nevyskytují, jako jsou například placka pomořanská či platýs bradavičnatý, dále ryby, které se na našem území vyskytují jen zcela výjimečně nebo jsou chovány v soukromých rybářských revírech (např. vyza velká).

Při posuzování vhodnosti druhu byla zvažována následující kritéria: 1) plošné rozšíření v ČR, 2) potravní specializace, 3) velikost druhu, 4) využití druhu v předchozích studiích v ČR, 5) míra vysazování z akvakultury. Jednotlivá kritéria byla klasifikována na bodové škále a součet celkového skóre určoval výchozí vhodnost druhu pro biomonitoring. Vhodnost druhu pro monitoring byla dále posuzována podle toho, zda je či není druh chráněný podle evropské legislativy (Natura 2000) nebo podle národní legislativy. V konečné fázi byly druhy posuzovány podle vhodnosti pro monitoring kategorií vodních útvarů – tekoucích nebo stojatých – podle ekologických nároků druhů a jejich preference typů vod.

Výsledky hodnocení jednotlivých druhů ryb shrnuje Tabulka 6. Škálování jednotlivých posuzovaných kritérií je uvedeno pod tabulkou.

Tabulka 6 Posouzení vhodnosti jednotlivých druhů ryb pro bioakumulační monitoring v tekoucích a stojatých vodách.

české jméno	Latinské jméno	Rozšíření v ČR	Potravní specializace	Velikost	Předchozí studie v ČR	Míra vysazování	Celkové skóre	Druh soustavy Natura 2000	Druh chráněný v ČR	Vhodnost pro monitoring tekoucích vod	Vhodnost pro monitoring stojatých vod
amur bílý	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	3	1	3	1	1	9				
bolen dravý	<i>Aspius aspius</i>	6	2	3	3	3	17	x			
candát obecný	<i>Sander lucioperca</i>	6	2	3	3	2	16			(x)	(x)
candát východní	<i>Sander volgensis</i>	1	2	3	1	3	10				
cejn perleťový	<i>Abramis sapa</i>	1	3	3	1	3	11		x		
cejn siný	<i>Abramis ballerus</i>	1	3	3	1	3	11				
cejn velký	<i>Abramis brama</i>	6	3	3	3	3	18			(x)	x
cejnek malý	<i>Abramis bjoerkna</i>	6	3	3	3	3	18			x	x
hlavátka obecná	<i>Hucho hucho</i>	1	2	3	1	1	8	x			
hořavka duhová	<i>Rhodeus amarus</i>	3	3	1	1	3	11	x			
hrouzek	<i>Romanogobio vladykovi</i>	1	3	1	1	3	9	x			
hrouzek banátský	<i>Romanogobio banaticus</i>	1	3	1	1	3	9	x	x		
hrouzek obecný	<i>Gobio gobio</i>	6	3	1	1	3	14				
jelec jesen	<i>Leuciscus idus</i>	3	3	3	1	3	13		x		
jelec proudník	<i>Leuciscus leuciscus</i>	3	3	3	1	3	13				
jelec tloušť	<i>Squalius cephalus</i>	6	3	3	3	3	18			x	(x)
jeseter malý	<i>Acipenser ruthenus</i>	1	3	3	1	1	9				
ježdíček balonův	<i>Gymnocephalus baloni</i>	1	3	1	1	3	9	x			
ježdíček obecný	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	6	3	1	1	3	14				
ježdíček žlutý	<i>Gymnocephalus schraetser</i>	1	3	1	1	3	9	x	x		
kapr obecný	<i>Cyprinus carpio</i>	6	3	3	3	1	16				(x)
karas obecný	<i>Carassius carassius</i>	1	3	3	1	3	11				
karas stříbrný	<i>Carassius gibelio</i>	6	3	3	1	2	15				
koljuška tříostná	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1	3	1	1	3	9				
lín obecný	<i>Tinca tinca</i>	3	3	3	2	2	14				
lipan podhorní	<i>Thymallus thymallus</i>	3	3	3	2	2	13				
mihule potoční	<i>Lampetra planeri</i>	1	0	3	1	3	8	x	x		
mník jednovousý	<i>Lota lota</i>	3	2	3	1	2	11		x		
mřenka obecná	<i>Barbatula barbatula</i>	3	3	1	1	3	11				
okoun říční	<i>Perca fluviatilis</i>	6	2	3	3	3	17			x	x
ostroretka stěhovavá	<i>Chondrostoma nasus</i>	3	3	3	1	2	12				
ostrucha křivočará	<i>Pelecus cultratus</i>	1	2	3	1	3	10	x	x		
ouklej obecná	<i>Alburnus alburnus</i>	6	3	1	1	3	14				
ouklejka pruhovaná	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	1	3	3	1	3	11		x		

české jméno	Latinské jméno	Rozšíření v ČR	Potravní specializace	Velikost	Předchozí studie v ČR	Míra vysazování	Celkové skóre	Druh soustavy Natura 2000	Druh chráněný v ČR	Vhodnost pro monitoring tekoucích vod	Vhodnost pro monitoring stojatých vod
parma obecná	<i>Barbus barbus</i>	6	3	3	1	3	16			x	
perlín ostrobřichý	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	6	3	3	2	3	17				(x)
piskoř pruhovaný	<i>Misgurnus fossilis</i>	1	0	1	1	3	6	x	x		
plotice lesklá	<i>Rutilus pigus</i>	1	3	3	1	3	11	x	x		
plotice obecná	<i>Rutilus rutilus</i>	6	3	3	3	3	18			x	x
podoustev říční	<i>Vimba vimba</i>	3	3	3	1	2	12				
pstruh duhový	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	3	2	3	2	1	11				
pstruh obecný	<i>Salmo trutta m. fario</i>	6	2	3	3	2	16			x	
sekavčík balkánský	<i>Sabanejewia balcanica</i>	1	0	1	1	3	6	x	x		
sekavec podunajský	<i>Cobitis elengatoides</i>	1	0	1	1	3	6	x			
síh peled'	<i>Coregonus peled</i>	1	3	3	1	1	9				
síh severní	<i>Coregonus lavaretus</i>	1	3	3	1	1	9				
siven americký	<i>Salvelinus fontinalis</i>	3	2	3	2	1	11				
slunečnice pestrá	<i>Lepomis gibbosus</i>	1	2	1	1	3	8				
slunka obecná	<i>Leucaspius delineatus</i>	1	3	1	1	3	9				
střevle potoční	<i>Phoxinus phoxinus</i>	3	3	1	1	3	11		x		
střevlička východní	<i>Pseudorasbora parva</i>	3	3	1	1	3	11				
sumec velký	<i>Silurus glanis</i>	3	2	3	3	2	13				
sumeček americký	<i>Ameiurus nebulosus</i>	1	2	3	1	3	10				
štika obecná	<i>Esox lucius</i>	6	2	3	3	2	16			x	(x)
tolstolobec pestrý	<i>Aristichthys nobilis</i>	3	1	3	1	1	9				
tolstolobik bílý	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	3	1	3	1	1	9				
úhoř obecný	<i>Anguilla anguilla</i>	6	2	3	1	1	13				
vranka obecná	<i>Cottus gobio</i>	3	3	1	1	3	11	x	x		
vranka pruhozloutvá	<i>Cottus poecilopus</i>	1	3	1	1	3	9		x		

Vysvětlivky:

- Rozšíření na území ČR: 1 – druh vzácný, rozšířený obvykle pouze na několika lokalitách; 3 – druh hojný, ale vyskytující se pouze na části území ČR; 6 – druh plošně rozšířený ve všech povodích ČR.
- Potravní specializace: 1 – býložravé ryby; 2 – dravé ryby; 3 – všežravé ryby; 0 – ryby, živící se detritem nebo nepřijímající potravu v dospělosti.
- Velikost: 1 – ryby malé, nevhodné pro monitoring; 3 – ryby středně velké a velké, dorůstající minimálně 20 cm.
- Předchozí studie v ČR: 1 – druh nebyl využit nebo jen výjimečně; 2 – druh se ve studiích vyskytuje častěji; 3 – druh se ve studiích používá pravidelně.
- Míra vysazování: 1 – druh pravidelně vysazován a na území ČR se přirozeně nerozmnožuje; 2 – druh je pravidelně vysazován, ale v ČR se přirozeně rozmnožuje; 3 – druh se nevysazuje vůbec nebo pouze výjimečně.
- (x) druh je vhodný pro bioakumulační monitoring, ale jeho využití je omezeno specifickými lokalitami výskytu nebo vysokou mírou vysazování nebo cíleného lovu v rybářských revírech.

Při celkovém posouzení vhodnosti druhu pro bioakumulační monitoring (Tabulka 6) bylo spočítáno celkové skóre z dílčích kritérií a druhy, které dosáhly bodové hodnoty 16 a více postoupily do dalšího posuzování. Pokud byl některý z vhodných druhů označen jako chráněný (podle evropské nebo národní legislativy), byl z dalšího posouzení vyřazen. Vhodnost druhu pro monitoring byla následně prověřována podle ekologických nároků druhu a četnosti jeho výskytu v různých typech vod. Na základě posouzení byly druhy označeny jako vhodné pro monitoring v tekoucích nebo stojatých vodách 1) x – druh vhodný; 2) (x) – druh využitelný s omezením.

Z výsledků posouzení vyplývá, že pro tekoucí vody jsou pro bioakumulační monitoring vhodné následující druhy, řazené sestupně podle vhodnosti:

- **jelec tloušť**
- plotice obecná
- cejnek malý
- okoun říční
- parma obecná
- štika obecná
- (cejn velký)
- (candát obecný)

Pro úseky toků a vodní útvary, které se nacházejí v horských a podhorských oblastech v nadmořských výškách nad 500 m., se řada výše uvedených druhů nevyskytuje nebo jejich početnosti výrazně klesají. Zde je doporučeno zařadit do monitoringu **pstruha obecného** (*Salmo trutta morpha fario*), který je v těchto vodách dominantním druhem a přesto, že je často vysazován, pravidelně se zde také rozmnožuje.

Pro výběr vhodného druhu pro bioakumulační monitoring v řekách je vždy důležité posoudit podmínky na lokalitě a její případné hydromorfologické nebo teplotní ovlivnění, které může mít vliv na přítomnost a četnost vhodných druhů ryb (např. úseky toků pod vodními nádržemi, vzduté úseky).

Pro stojaté vody, tedy především pro vodní nádrže a další typy stojatých vod, jsou pro bioakumulační monitoring vhodné následující druhy, řazené sestupně podle vhodnosti:

- **cejn velký**
- cejnek malý
- plotice obecná
- okoun říční
- (jelec tloušť)
- (perlín ostrobřichý)
- (štika obecná)
- (candát obecný)
- (kapr obecný)

V případě sledování stojatých vod v ČR by bylo možné pro některé nádrže využít i odlovy jelce tlouště, aby bylo možné provádět porovnání výsledků bioakumulace s říčními profily. Problémem však může

být jeho absence v některých nádržích nebo nízká četnost. Např. Červený a kol. (2014) ve své práci srovnali 27 lokalit v ČR, z toho 19 se nacházelo v údolních nádržích a pouze na 5 z nich se jim podařilo odlovit jelce tlouště. Pro zvýšení šance na ulovení jelce tlouště lze situovat odběrový profil na přítoku do nádrže. V případě, že by byly zdroje znečištění situovány na malých přítocích nebo kolem břehu nádrže, je možné pokusit se odlovit jelce tlouště v nádrži. Pokud by bylo lovné úsilí větší než požadovaný výsledek, je nevhodnější pro analýzy použít cejna velkého.

Souhrnně lze říci, že na území ČR je doporučeno pro monitoring dospělých ryb v tekoucích vodách vzorkovat jelce tlouště případně plotici obecnou a v nadmořských výškách nad 500 m při nízkých početnostech uvedených ryb také pstruha obecného. Pro stojaté vody je doporučeno provádět odlov a analýzy na druhu cejn velký. Odebírané ryby by měly splňovat požadavky velikosti a věku podle metodiky Lišky (2007), pouze v případě, že není možné ulovit dostatečně velké nebo staré jedince, lze použít mladší a menší ryby.

2.3.2.2 Využití rybího plůdku pro bioakumulační monitoring

Kromě sledování dospělých ryb, které jsou vhodné k dokumentování dlouhodobé kumulace znečišťujících látek, je v Rámcovém programu monitoringu sledován i plůdek ryb. Plůdek ryb je vhodný zejména z důvodů jeho těsné vazby na sledovanou lokalitu a snadný způsob odlovu. Výhodou plůdku je také to, že se jedná o druhy ryb, které se na lokalitě přirozeně rozmnožují a jsou tudíž i jako dospělci vázaní na lokalitu.

Vzhledem k tomu, že pro část látek sledovaných v bioakumulačním monitoringu ČHMÚ je prováděn na monitorovaných lokalitách odběr vzorků dospělých ryb i plůdku, bylo možné provést analýzu míry kumulace látek v obou věkových skupinách ryb. Z dat za období 2012-2015 byly nejprve zjištěny poměry koncentrací látek v tělech plůdku a dospělých ryb pro jednotlivé profily a ze získaných hodnot byly vypočítány mediány poměrů pro jednotlivé roky a pro celé období 2012-2015 (Tabulka 7).

Tabulka 7 Poměry obsahů hodnocených látek v plůdku a dospělých rybách (medián hodnot ze všech hodnocených lokalit pro jednotlivé roky a za celé období 2012-2015).

Název látky	2012	2013	2014	2015	2012-2015	vhodná matrice	
						ryba	plůdek
Kovy							
arsen	2,7	3,1	2,7	3,8	2,9		X
chrom celkový	1,5	2,8	3,5	3	2,9		X
kadmium	15	5	3,1	2,1	4,1		X
měď	0,5	3,8	2,6	2,9	2,8		X
nikl	7	1,8	2,3	2,7	2,5		X
olovo	0,8	2,9	2,6	4,4	2,8		X
rtuť	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	X	
zinek	2,7	6,7	6,9	6,9	6,8		X
hexachlorbenzen	0,1	1,4	1	1,4	1,2	X	X
perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS)	4,8	7	4,5	3,1	4,7	*	X

Název látky	2012	2013	2014	2015	2012-2015	vhodná matrice	
						ryba	plůdek
DDT celkem							
DDD o,p'	0,9	2,2	1	1	1,0	X	X
DDD p,p'	1,8	2,5	1,5	2,6	2,2		X
DDE o,p'	0,5	1	1	1	1,0	X	X
DDE p,p'	0,4	1,3	0,6	0,7	0,7	X	
DDT o,p'	0,8	0,9	1,4	1	1,0	X	X
DDT p,p'	2	1,3	1,2	1,1	1,3	X	X
Bromované difenylethery							
PBDE28 (2,4,4'-tribromdifenylether)	0,5	0,9	0,9	0,5	0,7	X	
PBDE47 (2,2',4,4'-tetrabromdifenylether)	0,7	1,9	1,5	1,1	1,3	X	X
PBDE99 (2,2',4,4',5-pentabromdifenylether)	1,6	6	4,6	3,2	3,9		X
PBDE100 (2,2',4,4',6-pentabromdifenylether)	0,7	1,2	1,3	0,5	1,0	X	X
PBDE153 (2,2',4,4',5,5'-hexabromdifenylether)	0,6	1,5	0,9	0,4	0,8	X	
PBDE154 (2,2',4,4',5,6'-hexabromdifenylether)	0,8	1,1	0,9	0,5	0,9	X	
PBDE183 (2,2',3,4,4',5',6-heptabromdifenylether)	0,7	4,7	1	0,5	0,9	X	
PBDE209 (dekabromdifenylether)	0,2	8,5	125,8	1,2	4,9		X
Polychlorované bifenyly							
PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentachlorbifenylyl)	0,8	2,6	1,4	0,8	1,1	X	X
PCB 118 (2,3',4,4',5-pentachlorbifenylyl)	0,8	1,8	3	1,8	1,8	X	X
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexachlorbifenylyl)	0,8	1,3	1,8	0,8	1,1	X	X
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexachlorbifenylyl)	-	1,5	1,3	1,2	1,3	X	X
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorbifenylyl)	0,9	1,3	1,1	0,9	1,0	X	X

* pro PFOS určen poměr v rybí svalovině a v plůdku; obsahy PFOS v krevní plazmě jsou u dospělých ryb vysoké a lze tak pro stanovení využít i submatrici – krevní plazmu – dospělých ryb.

Z výsledků, které shrnuje Tabulka 7, vyplývá, že pro všechny kovy s výjimkou rtuti je pro monitoring vhodnější sledovat obsahy znečišťujících látek v plůdku. V případě rtuti naopak v dospělých rybách. Dalšími látkami, které je vhodnější sledovat v plůdku je perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS) a některé bromované difenylethery (PBDE99 a PBDE209). V případě PFOS je možné v případě odlovu dospělých ryb na lokalitě využít pro analýzy také submatrici krevní plazmy. Ostatní sledované bromované difenylethery je vhodnější sledovat v rybách, případně v obou maticích. Látky ze skupin PCB, DDT a hexachlorbenzen je možné sledovat jak v dospělých rybách, tak i v plůdku. Nález v obou maticích jsou obdobné a volba matrice by tak měla být učiněna na základě potřeby sledování ostatních látek na lokalitě, případně s ohledem na ekonomickou efektivitu monitorování obou matic.

Obecně lze říci, že v případě, že je zjištěný poměr mezi obsahem látky v plůdku a dospělé rybě nižší než 1, je vhodnější provádět odběr dospělých ryb. Pokud je poměr větší než 2, je vhodné provádět odběr plůdku. Pro hodnoty v rozmezí 1-2 je možné použít jak dospělé ryby, tak i plůdek. Výběr by měl být přizpůsoben spektru hodnocených látek na lokalitě a dostupnosti dospělých ryb a plůdku na lokalitě.

2.3.2.3 Způsob odběru a zpracování vzorků ryb a preference submatrič (tkání) pro analýzy znečišťujících látek

Odlov ryb a plůdku na zvolené lokalitě provádí ichtyologický tým pomocí elektrického agregátu. Na broditelných vodních tocích pomocí zádového agregátu, na velkých nebroditelných řekách z lodě pomocí hlubinného agregátu. Pro vzorkování plůdku je vhodné využívat postupy specifikované v metodice Jurajdy a kol. (2006). Pro odlovy ryb ve vodních nádržích lze využít především tenata, případně elektrický agregát, který je však vhodný pouze pro mělké nádrže. Postupy odlovu ryb ve stojatých vodách podrobněji popisuje metodika Kubečky a Prchalové (2006).

Odlov dospělých ryb je vhodné provádět od června do září, odlovy plůdku od druhé poloviny července do konce října, ideálním obdobím pro území celé ČR je měsíc srpen (Jurajda a kol., 2006).

Pro analýzu prioritních a dalších znečišťujících látek v dospělých rybách je optimální odlovit 5 jedinců stejného stáří ve velikosti minimálně 20 cm. Pokud se na lokalitě nepodaří odlovit dostatečně velké ryby, lze pro analýzy použít i ryby menší a mladší. Vzorky tkání jednotlivých ryb se uskladňují a následně analyzují odděleně, čímž je zajištěna možnost hodnocení variability v rámci analyzovaných jedinců. Tímto postupem je možné omezit zkreslení výsledků v případě, že některý z jedinců se na lokalitě vyskytl krátce, výrazně migroval nebo byl vysazen z akvakultury.

Protože však jsou oddělené analýzy tkání více jedinců značně finančně nákladné, lze pro analýzu znečišťujících látek použít pouze vzorky tkání ze 3–5 jedinců a analýzy provést ve směsném vzorku. Tento způsob zpracování vzorků ryb je uplatňován v současném monitoringu pevné matrice ryby podle Rámcového programu monitoringu (RPM, 2018).

Dospělé ryby musí být hned po ulovení změřeny, zváženy a po usmrcení je jim odebrána šupina pro určení věku.

Při odběru submatrič (tkání) u dospělých ryb se postupuje podle metodiky Lišky (2007) s tím, že se odebere z každého jedince svalovina s kůží z hřbetní části a dále se odebere vzorek krve a případně také vzorek jater. Podle zvolené varianty zpracování vzorků dospělých ryb se vzorky ukládají samostatně nebo se vytvoří směsný vzorek ze všech jedinců.

Vzhledem k rozdílné schopnosti akumulace různých prioritních látek v tkáních ryb je vhodné použít různé submatrič (tkáně) takto:

- svalovina s kůží – organické látky
- svalovina bez kůže – kovy a perfluorované látky (PFOS, PFOA apod.)
- krev – perfluorované látky (PFOS, PFOA apod.)

Kovy s výjimkou rtuti a perfluorované látky (PFOS, PFOA apod.) lze s výhodou stanovovat také v homogenizovaném vzorku plůdku odebraného na lokalitě. Pro ostatní prioritní látky jsou obvykle vhodnou maticí jak plůdek, tak i dospělé ryby.

2.4 Zdroje a cesty vnosu znečišťujících látek do povrchových vod a sedimentů

Látky, které byly identifikovány v předchozích kapitolách jako vhodné pro sledování bioakumulace v rybách, mají vzhledem ke svému charakteru obvykle antropogenní původ, který je vázaný na specifickou lidskou činnost nebo průmyslové odvětví. Aby bylo možné při následné rizikové analýze vybraných vodních útvarů a povodí určit možné zdroje kontaminace, případně vytipovat nové vhodné profily pro bioakumulační monitoring v rybách, byla zpracována analýza produkce, používání a možných zdrojů látek v ČR.

Výchozím podkladem pro analýzu možných zdrojů a úniků prioritních a dalších znečišťujících látek na území České republiky se stal Integrovaný registr znečišťování (IRZ) zřízený a provozovaný na základě zákona 76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (zákon o integrované prevenci). IRZ obsahuje údaje o únicích většiny prioritních látek do vody, půdy a ovzduší a dále také přenosy látek v odpadních vodách a odpadech. Kromě IRZ lze další údaje o vypouštění části hodnocených látek získat i z dalších celostátně vedených evidencí, které jsou zaměřeny zejména na vypouštění komunálních, průmyslových a důlních vod. Jedná se o následující evidence a datové zdroje (podrobnější informace v metodice Vyskoč a kol., 2014):

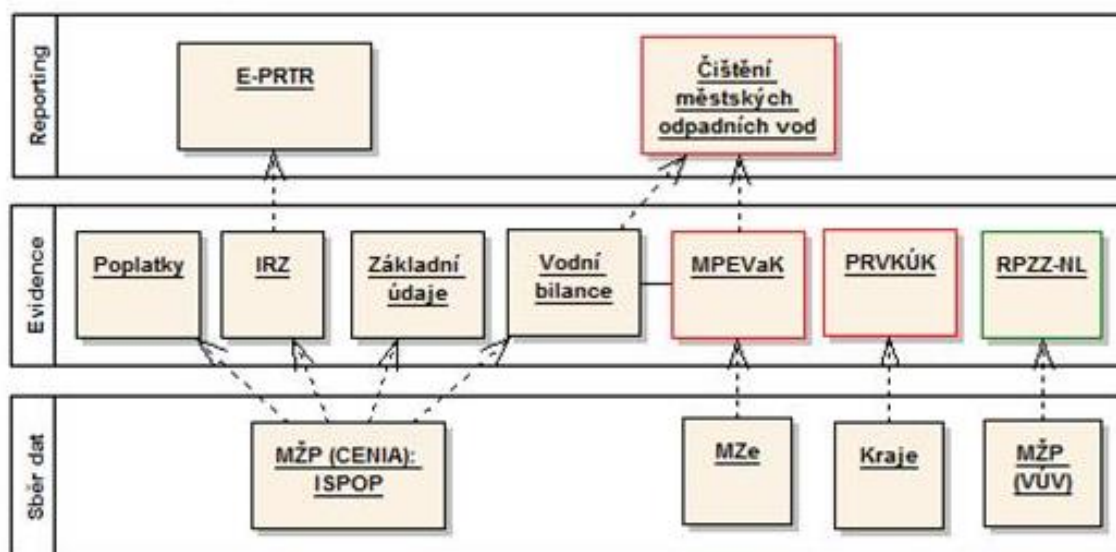
- základní údaje předávané znečišťovatelem vodoprávnímu úřadu, správci povodí a pověřenému odbornému subjektu (podle § 38 zákona č. 254/2001 Sb.),
- údaje z evidence vypouštění vod vedených pro potřeby sestavení vodní bilance (podle vyhlášky č. 431/2001 Sb., a vyhlášky č. 252/2013 Sb.),
- údaje z Majetkové a provozní evidence vodovodů a kanalizací (podle § 5 zákona č. 274/2001 Sb.) - dále jen MPEVaK,
- údaje z Registru průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky (RPZZ-NL) - vedení registru bylo v roce 2011 ukončeno, poslední data jsou za referenční rok 2010,
- údaje z Plánů rozvoje vodovodů a kanalizací území krajů České republiky (dále PRVKÚK).

Data do evidencí IRZ, základních údajů předávaných znečišťovatelem a údajů vypouštění vod pro potřeby vodní bilance poskytují znečišťovatelé prostřednictvím Integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP, zřízen zákonem č. 25/2008 Sb.). Vlastníci kanalizací pro veřejnou potřebu předávají údaje do MPEVaK, kterou spravuje Ministerstvo zemědělství. Údaje PRVKÚK jsou spravovány krajskými úřady. Údaje do Registru průmyslových zdrojů znečištění byly shromažďovány ve VÚV TGM na základě pověření MŽP, tato činnost však byla v roce 2011 ukončena. Vazby jednotlivých evidencí, správu dat a vazbu na reporting EU dokumentuje Obrázek 2. Využití některých evidencí je limitováno parametry sběru dat. Nejčastěji je omezujícím faktorem malý rozsah sledovaných ukazatelů nebo limitní množství vypouštěných vod.

Kromě dat o přímém vypouštění znečišťujících látek do povrchových vod je důležité pro rizikovou analýzu získat i údaje o výskytu již nepoužívaných nebo zakázaných látek na kontaminovaných místech nebo evidovaných jako staré zátěže. Pro tyto účely lze využít evidenci SEKM – Systém evidence kontaminovaných míst, kterou spravuje Ministerstvo životního prostředí a která obsahuje údaje o lokalitách kontaminovaných míst, jejich monitoringu, sanacích a řadu dalších doplňujících informací.

Významným zdrojem dat o aplikacích pesticidů a další přípravky na ochranu rostlin od roku 1998 je evidence spotřeby přípravků na ochranu rostlin vedená Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem

zemědělským. Evidence obsahuje údaje o spotřebě účinných látek za celou ČR, kraje a okresy. Šetření je prováděno pro subjekty s plochou zemědělské půdy větší než 10 ha. Výběr subjektů je realizován ve spolupráci s Českým statistickým úřadem.



Obrázek 2 Evidence a registry vypouštění, úniků a přenosů látek relevantních pro vody (převzato z Vyskoč a kol., 2014)

Některé možné zdroje látek nejsou zahrnuty ve výše uvedených evidencích z důvodu malé produkce, podlimitního vypouštění množství odpadních vod nebo z jiných objektivních důvodů. Proto, aby mohly být podchyceny všechny potenciální zdroje prioritních a dalších znečišťujících látek a jejich přenosy do vod, byla provedena analýza ekonomických činností, které mohou souviset s výrobou, použitím nebo vypouštěním hodnocených látek.

Analýza je založena na přiřazení látek k ekonomickým činnostem podle klasifikace, kterou zavedl Český statistický úřad v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 1893/2006 a která je označována CZ-NACE. Pro činnosti, které se nepodařilo jednoznačně přiřadit podle kódu CZ-NACE, byly vytvořeny specifické kategorie (např. staré zátěže, přirozený původ látky). Pro některé látky byly využity dříve shromážděné údaje a analýzy použité pro zpracování Metodiky hodnocení dopadu emisí na vodní prostředí (Vyskoč a kol., 2014).

Výsledky analýzy shrnuje Tabulka 8, ve které jsou uvedeny všechny prioritní látky, ostatní znečišťující látky a sledované látky z Watch Listu, které byly identifikovány jako vhodné pro sledování v matici ryby nebo jsou v současné době zařazeny v bioakumulačním monitoringu ryb ČHMÚ. V tabulce jsou u každé látky uvedeny hlavní ekonomické činnosti, u kterých dochází k výrobě nebo použití látky. Ekonomické činnosti nejsou kromě chemických výrob (CZ-NACE 20.00) podrobněji členěny. Při detailní analýze konkrétních zdrojů ve vodním útvaru nebo v povodí je nutné pro každou látku specifikovat co nejpřesněji konkrétní ekonomickou činnost, u které dochází k nakládání s hodnocenou látkou.

Tabulka 8 Původ a možné zdroje prioritních a některých dalších znečišťujících látek vhodných ke sledování v matici ryby v členění podle CZ-NACE a podle zdrojů mimo tuto klasifikaci.

CZ-NACE	Název látky	Všudypřítomná látka	Rámcový program monitoringu - matrice ryby (CHMU)	Vhodnost sledování látky v matici ryby/plůdek	Zdroje znečištění																																						
					01.00	05.00	06.00	07.00	10.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	19.00	20.10	20.20	20.30	20.40	20.50	22.00	24.00	25.00	26.00	27.00	29.00	31.00	35.00	37.00	38.00	42.00	49.00	50.00	86.00	Staré zátěže a kontaminovaná místa	Lokální topeniště	Užití v domácnostech	Přirozený původ					
Prioritní a některé další znečišťující látky podle směrnice 2008/105/ES																																											
2	antracen	x	x																x																						x		
5	Bromované difenylethery																																										
	PBDE28 (2,4,4'-tribromdifenylether)	x	x	x																																							
	PBDE47 (2,2',4,4'-tetrabromdifenylether)	x	x	x																																							
	PBDE99 (2,2',4,4',5-pentabromdifenylether)	x	x	x																																							
	PBDE100 (2,2',4,4',6-pentabromdifenylether)	x	x	x																																							
	PBDE153 (2,2',4,4',5,5'-hexabromdifenylether)	x	x	x																																							
	PBDE154 (2,2',4,4',5,6'-hexabromdifenylether)	x	x	x																																							
	PBDE183 (2,2',3,4,4',5,6'-heptabromdifenylether)	x	x	x																																							
	PBDE209 (dekabromdifenylether)	x	x	x																																							
6	kadmium a jeho sloučeniny		x	x	x																																						
7	chloralkany C10-13			x																																							
9a	Cyklodienové pesticidy																																										
	aldrin			x																																							
	endrin			x																																							
	isodrin			x																																							
	dieldrin			x																																							
9b	DDT celkem																																										
	DDT o,p'		x	x																																							
	DDT p,p'		x	x																																							
	DDE o,p'		x																																								
	DDE p,p'		x																																								
	DDD o,p'		x	x																																							
	DDD p,p'		x	x																																							
12	di(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)		x	x																																							
14	endosulfan			x																																							
15	fluoranthen		x	(x)																																							
16	hexachlorbenzen		x	x																																							
17	hexachlorbutadien		x	x																																							
18	hexachlorcyklohexan		x																																								
20	olovo a jeho sloučeniny		x	x																																							
21	rtuť a její sloučeniny		x	x	x																																						
23	nikl a jeho sloučeniny		x	x																																							
24	nonylfenoly (4-nonylfenol)			x																																							
25	octylfenoly (4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)-fenol)			x																																							
26	pentachlorbenzen			x																																							
27	pentachlorfenol			x																																							

CZ-NACE	Název látky	Všude přítomná látka	Rámcový program monitoringu - matrice ryby (CHMU)	Vhodnost sledování látky v matrici ryby/plůdek	01.00	05.00	06.00	07.00	10.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	19.00	20.10	20.20	20.30	20.40	20.50	22.00	24.00	25.00	26.00	27.00	29.00	31.00	35.00	37.00	38.00	42.00	49.00	50.00	86.00	Staré zátěže a kontaminovaná místa	Lokální topeniště	Užití v domácnostech	Přírodní původ							
	Rostlinná a živočišná výroba				Těžba a úprava černého a hnědého uhlí	Těžba ropy a zemního plynu	Těžba a úprava rud	Výroba potravinářských výrobků	Výroba textilii	Výroba oděvů	Výroba usní a souvisejících výrobků	Zpracování dřeva, výroba dřevěných, výrobků, kromě nábytku	Výroba papíru a výrobků z papíru	Výroba koksu a rafinovaných ropných produktů	Výroba základních chemických látek, hnojiv a dusíkatých sloučenin a plastů	Výroba pesticidů a jiných agrochemických přípravků	Výroba nátěrových barev, laků a jiných nátěrových materiálů	Výroba mýdel a detergentů, čistících a leštících prostředků, parfémů	Výroba ostatních chemických výrobků	Výroba pryžových a plastových výrobků	Výroba základních kovů, hutní zpracování kovů; slévárství	Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků	Výroba počítačů, elektronických a optických přístrojů a zařízení	Výroba elektrických zařízení	Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů	Výroba nábytku	Výroba a rozvod elektriny, plynu, tepla a klimatizovaného vzduchu	Činnosti související s odpadními vodami	Shromáždění, sběr a odstraňování odpadů, úprava odpadů k dalšímu využití	Inženýrské stavitelství	Pozemní a potrubní doprava	Vodní doprava	Zdravotní péče												
	PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-hexachlorbifenylyl)	x	x	x																																									
	PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-hexachlorbifenylyl)	x	x	x																																									
	PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorbifenylyl)	x	x	x																																									
38	aclonifen			x	x												x																												
43	hexabromcyklododekan (HBCDD)	x	x	x						x											x					x																			
44	heptachlor a heptachlorepoxid	x	x	x																																									
Ostatní znečišťující látky sledované v matrici ryby																																													
Kovy																																													
	arsen		x	x	x	x							x								x	x			x	x											x	x							
	chrom celkový		x						x				x								x	x				x	x												x	x					
	měď		x						x													x	x			x	x												x	x					
	zinek		x						x												x	x				x	x													x	x				
	PFOA (kyselina pentadecafluoroktanová)		x							x	x	x				x	x	x																						x					
Polyaromatické uhlovodíky (PAU)																																													
	benzo(a)antracen	x	x	(x)		x	x														x						x		x	x	x								x						
	dibenzo(a,h)antracen	x	x	(x)		x	x														x						x		x	x	x									x					
	fenantren	x	x	(x)		x	x														x						x		x	x	x									x					
	chrysen	x	x	(x)		x	x														x						x		x	x	x									x					
	pyren	x	x	(x)		x	x														x						x		x	x	x									x					
Polychlorované bifenyly																																													
	PCB 28 (2,4,4'-trichlorbifenylyl)	x	x	x																							x		x												x				
	PCB 52 (2,2',5,5'-tetrachlorbifenylyl)	x	x	x																							x		x													x			
	PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentachlorbifenylyl)	x	x	x																							x		x													x			
	PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexachlorbifenylyl)	x	x	x																							x		x													x			
	PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexachlorbifenylyl)	x	x	x																							x		x													x			
	PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorbifenylyl)	x	x	x																							x		x													x			
Sledované látky, tzv. Watch List																																													
	metaflumizon			x	x																																								x

2.5 Riziková analýza zdrojů znečišťujících látek v zájmovém povodí

Hlavním cílem rizikové analýzy je ve vybraném vodním útvaru a jeho povodí identifikovat možné zdroje prioritních a dalších znečišťujících látek a určit možné riziko pro jejich přestup do povrchových vod. Riziková analýza předpokládá využití údajů o zdrojích znečištění a nakládání se znečišťujícími látkami, a také existujících výsledků monitoringu vod, sedimentů a bioty, shromažďovaných pro potřeby plánování v oblasti vod, případně pro jiné specifické účely.

2.5.1 Podklady a data pro rizikovou analýzu

Podklady a data pro rizikovou analýzu lze rozdělit do 5 základních skupin:

- informace o znečišťující látce, jejích vlastnostech a původu znečištění,
- měřená data o vstupech látek do povrchových vod v povodí,
- data o činnostech a lokalitách, která mohou být zdrojem znečišťujících látek,
- data o monitoringu vod, sedimentů a bioty,
- data o říční síti, vodních nádržích a dalších charakteristikách povodí vodního útvaru.

Informace o znečišťující látce, jejích vlastnostech a původu znečištění

Informace o hodnocené látce jsou důležité pro posouzení, zda se jedná o látku všudypřítomnou (viz Tabulka 3), pro kterou je obtížné v povodí identifikovat zdroj znečištění, případně se jedná o látku, jejíž používání bylo dříve zakázáno nebo významně omezeno. U každé látky je také důležité získat informace o hlavních cestách vstupů do povrchových vod, případně sedimentů, aby bylo možné se při eliminaci zdrojů zaměřit na převažující zdroje látky. Pro identifikaci hlavních cest vstupu látky do vod lze využít informace shromážděné v metodice Vyskoč a kol. (2014). Pro látky, u kterých ve zmíněné metodice nejsou údaje k dispozici, je nutné na základě ekonomických činností uvedených v Tabulce 7 a na ně vázaných zdrojů, identifikovat hlavní cesty vstupu do povrchových vod.

Měřená data o vstupech látek do povrchových vod v povodí

Pro znečišťující látky, pro které jsou k dispozici data o vypouštěném množství a koncentracích (IRZ, základní údaje, vodní bilance), lze rizikovou analýzu založit primárně na těchto datech. Vždy je však nutné ověřit (s použitím Tabulky 7 a dalších zdrojů dat), zda neexistují další činnosti, při kterých by mohlo docházet k únikům hodnocené látky do vod, případně zda neexistují další menší zdroje látky nepodchycené v evidenci (podlimitní vypouštění). Příkladem může být např. vypouštění některých látek z malých průmyslových provozů a látek používaných v domácnostech prostřednictvím veřejné kanalizace a ČOV, ve které nejsou jejich množství a koncentrace monitorovány.

Data o činnostech a lokalitách, která mohou být zdrojem znečišťujících látek

Pro látky, u kterých nejsou k dispozici měřené údaje o koncentracích a množství vstupujících do povrchových vod, je potřeba provést analýzu možných zdrojů znečištění podle ekonomických činností uvedených v Tabulce 7 v celém hodnoceném povodí a lokalizovat pravděpodobné vstupy. Pro prvotní identifikaci zájmových lokalit v povodí lze využít databázi Registru ekonomických subjektů (Český statistický úřad – ČSÚ) https://www.czso.cz/csu/res/registr_ekonomickyh_subjektu, ve které jsou evidovány všechny ekonomické subjekty s měsíční aktualizací a s možností třídění podle CZ-NACE. Kompletní databázi lze subjektů lze získat v ČSÚ. Dalším zdrojem informací o zájmových obcích

v povodí jsou data shromažďovaná Ministerstvem místního rozvoje ČR v aplikaci Regionální informační servis (RIS), která je dostupná na internetu (<http://www.risy.cz/cs>). V některých krajích lze velmi dobře využít informace o průmyslových a dalších provozech v obcích a jejich částech podle PRVKÚK. Specifický postup je nutné zvolit v případě plošných zdrojů znečištění ze zemědělství (přípravky na ochranu rostlin) a látek souvisejících se starými zátěžemi. Pro přípravky na ochranu rostlin je nutné provést analýzu spotřeby přípravků na ochranu rostlin (ÚKZÚZ) v podrobnosti pro okresy a na základě struktury osevních postupů odhadnout možnou aplikaci v povodí posuzovaného vodního útvaru. Pro kontaminovaná místa sice existují často údaje o monitoringu, ale ty jsou obvykle vztažené k podzemním vodám. Z těchto dat je proto nutné na základě hydrogeologických podmínek odhadnout možnost ohrožení povrchových vod.

Data o monitoringu vod, sedimentů a bioty

Důležitou součástí dat pro rizikovou analýzu jsou údaje shromažďované v rámci situačního, provozního nebo průzkumného monitoringu vod, sedimentů a bioty. V případě, že jsou v hodnoceném povodí k dispozici data o hodnocené látce v některé z matic, je vhodné je použít s posouzením kontextu lokalizace monitorovacího profilu ve vodním útvaru nebo v povodí. Pro identifikaci případného vstupu látky v povodí lze využít také údaje z monitorovacích profilů, ležících níže po toku. V takovém případě je však nutné posoudit, jestli mezi uzávěrovým profilem posuzovaného vodního útvaru a profilem níže po toku nejsou evidovány zdroje a vstupy látky. Primárně by měla být využívána data o bioakumulaci látky v rybách/plůdku, případně v dalších biologických maticích. Pokud takové údaje nejsou k dispozici, lze využít monitoring sedimentů a plavenin a v případě některých látek také monitoring matrice voda.

Data o říční síti, vodních nádržích a dalších charakteristikách povodí vodního útvaru

Důležitým podkladem pro zpracování rizikové analýzy jsou podklady, které charakterizují říční síť v povodí vodního útvaru včetně vodních nádrží a dalších objektů na tocích (např. migrační překážky). Říční síť, odpovídající skutečnému stavu v povodí, umožňuje identifikovat možné vstupy znečišťujících látek do vod a posoudit jejich vliv na koncentrace v uzávěrovém profilu povodí. Informace o lokalizaci a charakteristikách vodních nádrží umožňují posoudit, jestli může být hodnocená látka zadržována a transformována v nádrži a jestli nemůže být současně i druhotným zdrojem pro níže ležící profily monitoringu. Mezi důležité charakteristiky vodních nádrží patří jejich objem a zejména teoretická doba zdržení, ale také údaje o mocnosti sedimentů. Mezi další charakteristiky využitelné pro analýzu vstupů některých látek (zejména pesticidů), patří způsob využití území (podle ZABAGED® nebo databáze Corine Land Cover) a případně informace o kulturách na zemědělských půdách (podle LPIS) nebo údaje o osevních postupech a plodinách.

2.5.2 Postup provedení rizikové analýzy

Výchozím krokem rizikové analýzy je rozdělení látek vhodných pro bioakumulační monitoring v matici ryby na skupiny, jejichž hodnocení bude probíhat v bodech 1 a 2 samostatně a v bodu 3 společně.

Rozdělení látek do skupin je následující:

- A) prioritní nebezpečné látky
- B) prioritní látky

- C) prioritní nebezpečné látky všudypřítomné
- D) ostatní znečišťující látky
- E) sledované látky z tzv. Watch Listu

1. V rámci všech skupin látek budou pro konkrétní látky v celém povodí nad uzávěrovým profilem provedeny následující návazné kroky analýzy:

- má/měla látka zdroje nebo nakládání v ČR? Při posuzování látek, které již nejsou používány nebo jsou zakázány, by měla být zohledněna perzistence látky v prostředí s ohledem na dobu, kdy bylo používání látky ukončeno. (*pokud ne, hodnocení látky končí, pokud ano, přistoupí se k dalšímu kroku*),
- je evidováno vypouštění nebo přenos látky do povrchových vod podle dat z evidencí a registrů? (*pokud ne, přistoupí se k dalšímu kroku – pokud ano, přejde se k bodu 2*),
- jsou v povodí vodního útvaru lokalizovány zdroje látky podle ekonomických činností a aktivit v povodí a lze předpokládat únik látky do povrchových vod? (*pokud ne, přistoupí se k dalšímu kroku – pokud ano, přejde se k bodu 2*),
- jsou k dispozici data pro posuzovanou látku z monitoringu pevných matric, případně z matrice voda v hodnoceném povodí? (*pokud ne, přistoupí se k dalšímu kroku*),
- jsou k dispozici data z monitoringu pevných matric v profilu nebo profilech, ležících níže po toku (v případě nálezu látky nad mezí stanovitelnosti je nutné posoudit případný vliv zdrojů mimo hodnocené povodí)? - (*pokud ne, látku není nutné sledovat*).

Výsledkem analýzy podle bodu 1 ve skupinách látek je doložené nebo předpokládané vypouštění látek v povodí a případné potvrzení jejich výskytu monitoringem pevných matric nebo matrice voda.

2. V následujícím kroku je provedeno posouzení, zda nedochází u hodnocených látek k jejich zadržování nebo transformaci ve vodních nádržích mezi zdrojem a uzávěrovým profilem vodního útvaru. Pokud k významnému zadržování dochází, je přítok do vodní nádrže se zdrojem v povodí kandidátem na provedení bioakumulačního monitoringu. V opačném případě se přistoupí k bodu 3.

3. V následujícím kroku je provedeno hodnocení skupin látek A) až E). Hodnocení probíhá společně pro všechny skupiny látek:

- v případě, že je doložené nebo předpokládané vypouštění některé látky ze skupin A) nebo B), doporučuje se v uzávěrovém profilu vodního útvaru provést bioakumulační monitoring,
- v případě, že je doložené nebo předpokládané vypouštění některé látky ze skupin C), D) nebo E) a není současně potvrzeno vypouštění alespoň jedné látky ze skupin A) nebo B) monitoring se neprovádí,
- výjimku tvoří rtuť a její sloučeniny a sloučeniny tributylcínu ze skupiny C); v jejich případě je vhodné monitoring zavést.

2.6 Postup doplnění monitoringu na základě rizikové analýzy zdrojů

Postup doplnění monitoringu v matici ryby/plůdek vychází z provedené rizikové analýzy zdrojů v zájmovém povodí a dalších doplňkových analýz, které určují pro jednotlivé látky vhodnou matici (ryba – plůdek) a vhodné místo pro monitorování vlivu.

- 1) V případě, že je při rizikové analýze zjištěn v povodí vodního útvaru zdroj látky nebo látek ze skupiny A) nebo B) nebo některá z látek ze skupin C), D) nebo E) spolu s minimálně jednou látkou ze skupin A) nebo B) a mezi zdrojem a uzávěrovým profilem není situována významná vodní nádrž, je vhodné situovat monitorovací profil v blízkosti uzávěrového profilu.
- 2) Pokud mezi zdrojem a uzávěrovým profilem je situována významná vodní nádrž, ve které dochází k retenci látky, doporučuje se situovat monitorovací profil na přítoku do nádrže a využít vhodné matrice pro tekoucí vody (jelec tloušť/plůdek).
- 3) Pokud je vypouštění nebo únik ze zdroje látky situován mimo hlavní přítoky do vodní nádrže, je vhodné profil monitoringu umístit do vodní nádrže a pro analýzy využít vhodnou matici pro stojaté vody (cejn velký).
- 4) Vhodnou věkovou skupinu ryb (dospělá ryba vs. plůdek) pro monitorovací profil lze vybrat na základě analýzy látek a výsledků shrnutých v Tabulce 6. V případě, že v tabulce není posuzovaná látka uvedena, lze pro některé látky využít analogie (např. PCB) nebo zvolit primárně sledování v plůdku. Vhodnost použití věkové skupiny ryb závisí také na výsledcích analýzy hodnocených látek v konkrétním vodním útvaru. V případě více relevantních látek by měla být přednostně volena věková skupina ryb podle relevantních látek ze skupin A) a B).
- 5) Pro monitoring dospělých ryb v tekoucích vodách je primárním druhem jelec tloušť, pro monitoring v nádržích cejn velký.
- 6) Pro vodní útvary, případně povodí pod zdroji znečištění, ležící v nadmořských výškách nad 500 m. může být početnost jelce tlouště nízká a může být nahrazen pstruhem obecným. V těchto případech je vhodné před samotným zahájením monitoringu provést ichtyologický průzkum druhového složení a početností přítomných druhů a ověřit míru vysazování ryb z akvakultury.

3 SHRNUÍ VÝSLEDKŮ POSTUPU A VAZBA NA OPATŘENÍ V POVODÍ

Postup popsáný v metodice umožňuje, pro prioritní a některé další znečišťující látky se schopností kumulace ve vodních organismech, provést dokumentovatelný výběr látek vhodných pro monitoring v matrici ryby a návazně na to provést analýzu zdrojů látek v libovolném povodí. Postup současně umožňuje rozhodnout se na základě více kritérií o vhodnosti doplnění bioakumulačního monitoringu v uzávěrovém profilu vodního útvaru nebo v jiném vhodném místě z pohledu působících vlivů a zdrojů znečištění. Provedené analýzy a navržené postupy současně umožňují v případě některých látek použít preferovanou věkovou skupinu ryb pro maximalizaci záchytu znečištění a dokumentování vlivu zdrojů.

Postupy popsané v metodice navíc umožňují určit z dat existujícího bioakumulačního monitoringu a po doplnění analýzy vypouštění a úniků prioritních látek v povodí, možné zdroje látky ovlivňující negativně chemický stav vodního útvaru. Na základě provedené analýzy je pak pro rozhodující zdroje znečištění možné navrhnout vhodná opatření a eliminovat nebo alespoň snížit negativní vliv prioritních látek na vodní ekosystémy a zprostředkovaně i na vyšší trofické úrovně včetně člověka.

4 VAZBA METODIKY NA JINÉ METODICKÉ POSTUPY A NÁSTROJE PLÁNOVÁNÍ V OBLASTI VOD

Metodika vychází z obecných principů definovaných v Rámcové vodní směrnici a ze související směrnice 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU), o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky, která definuje seznam prioritních látek a postupy jejich monitorování a hodnocení v různých matricích vodních ekosystémů. Postupy použité v metodice korespondují s doporučenými postupy, které jsou definovány ve směrném dokumentu č. 25 Společné implementační strategie Rámcové vodní směrnice a z dalších doporučení uvedených v technických směrných dokumentech EU. Na národní úrovni metodika využívá a rozvíjí postupy definované v Metodice pro sledování kontaminace říčních ekosystémů specifickými anorganickými a organickými látkami pomocí bioindikátorových organismů (Liška, 2007) a využívá znalosti a data získaná v souvislosti s prováděním bioakumulačního monitoringu na území ČR, zajišťovaného Českým hydrometeorologickým ústavem (RPM, 2018). Pro identifikaci zdrojů látek a cest jejich vnosu do vodního prostředí a vodních ekosystémů využívá principy, postupy a analýzy dat popsané v Metodice hodnocení dopadu emisí na vodní prostředí (Vyskoč a kol., 2014).

5 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Novost postupů použitých v metodice spočívá v propojení a doplnění existujících dílčích metodických návodů a postupů s cílem přispět k optimalizaci výběru vhodných věkových skupin ryb pro identifikaci zdrojů některých prioritních a prioritních nebezpečných látek v povrchových vodách. Postupy jsou současně navrženy tak, aby bylo možné provést hodnocení i pro sledované látky z Watch Listu nebo nové emergentní látky se schopnostmi bioakumulace v rybách. Důležitou součástí postupu je také riziková analýza zdrojů, která vychází z komplexní analýzy evidovaných i potenciálních zdrojů prioritních látek v povodí a možných cest jejich vstupu do vod. Tato analýza propojuje informace z různých evidencí a veřejně dostupných databází a umožňuje tak maximální využití primárních i kontextových dat o zdrojích znečištění

6 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika by měla primárně najít uplatnění při monitorování stavu vodních útvarů a vybraných chráněných území podle Rámcové vodní směrnice a v souladu se zákonem č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 98/2011 Sb. o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod, ve znění pozdějších předpisů.

Metodika je zaměřena na cílené využití biologické matrice ryby pro identifikaci bioakumulovatelných prioritních a dalších znečišťujících látek ve vodách. Metodický postup je určen zejména správcům povodí a pověřeným odborným subjektům provádějícím zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod podle § 21 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách. Postup je obecně využitelný pro úpravy provozního a průzkumného monitoringu a omezeně také situačního monitoringu rizikových vodních útvarů z důvodu nevyhovujícího chemického stavu nebo útvarů, kde byly identifikovány významné zdroje prioritních látek.

7 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Využíváním postupů definovaných metodikou může přinést pozitivní ekonomický efekt v několika různých rovinách. Cílený výběr vhodných látek pro biomonitoring v rybách umožní eliminovat nadbytečné analýzy látek, které nejsou zachycovány v tkáních ryb a nejsou proto vhodné pro bioakumulační monitoring. Cílený výběr látek tak umožní snížení nákladů na analýzu vzorků ryb snížením počtu analyzovaných ukazatelů.

Dalším možným ekonomickým přínosem předložené metodiky je cílené monitorování vybraných látek ve vhodné matici podle preference zachytu látek v dospělých rybách nebo plůdku. Propojení výsledků rizikové analýzy zdrojů látek v povodí vodního útvaru s preferovanou maticí pro jejich sledování je možné celkově snížit jak náklady na odlovy ryb, tak i následné analýzy látek cíleně vybíraných podle jednoznačně identifikovaných zdrojů v povodí.

Dalším významným nepřímým ekonomickým aspektem použití metodiky je cílená identifikace zdrojů prioritních a dalších znečišťujících látek v povodí vodních útvarů a možnost návazného navrhování vhodných opatření k eliminaci zdrojů. Ekonomický přínos lze očekávat díky zacílení opatření na nejvýznamnější zdroje a po jejich uplatnění také na zlepšení stavu vodních ekosystémů a s nimi spojených ekosystémových služeb (rybí populace nezatížené nebezpečnými látkami, nižší riziko využívání dotčených vodních útvarů apod.).

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Červený, D., Žlábek, V., Velíšek, J., Turek, J., Grabic, R., Grabicová, K., et al. (2014): Contamination of fish in important fishing grounds of the Czech Republic. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 109(-), 101-9. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.07.034>.
- RPM (2018) Rámcový program monitoringu. MŽP a MZe, Praha, (schválený v listopadu 2018). 30 s. + přílohy.
- ČHMÚ (2018): ČHMÚ - Pasportizace pesticidů. Dostupné na <http://hydro.chmi.cz/pasporty/>
- Durčák, M., Tušil, P., Mičaník, T., Rosendorf, P., Kristová, A., Vyskoč, P., Prchalová, H. (2013): Metodika hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod. Certifikovaná metodika. VÚV TGM, v. v. i., Praha 2013, 11 s.
- European Commission. Common Implementation Strategy for The Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 25 on Chemical Monitoring of Sediment and Biota under The Water Framework Directive, Luxembourg 2010, 73 p. ISBN 978-9279-16224-4.
- European Commission. Common Implementation Strategy for The Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 27 Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards, Luxembourg 2011, 203 p. ISBN 78-92-79-16228-2
- Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau. Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market, Part II. EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE. Luxembourg 2003, 328 p.
- IRZ - Integrovaný registr znečišťování životního prostředí [online]. MŽP, CENIA. Dostupné na <<http://www.irz.cz>>.
- Jager, D. T., Hamers, T. (1997): Estimation methods for bioaccumulation in risk assessment of organic chemicals, National institute for Public Health and the Environment.
- Jurajda, P., Slavík, O. a Adámek, Z. (2006): Metodika odlovu a zpracování vzorku plůdkových společenstev ryb tekoucích vod. VÚV TGM. Praha, 10 s.
- Kim, S., Thiessen, P. A., Bolton, E. E., Chen, J., Fu, G., Gindulyte, A., Han, L., He, J., He, S., Shoemaker, B. A., Wang, J., Yu, B., Zhang, J., Bryant, S. H. (2016): PubChem Substance and Compound databases. *Nucleic Acids Res.* 2016 Jan 4; 44(D1):D1202-13. Epub 2015 Sep 22 [PubMed PMID: 26400175] doi: 10.1093/nar/gkv951.
- Kodeš, V., Leontovyčová, D. (2014): Monitoring pevných matric pro rok 2015 – aktualizace programu situačního monitoringu pevných matric pro rok 2015. Český hydrometeorologický ústav, Praha. 23 s.

Kubečka, J. a Prchalová, M. (2006): Metodika odlovu a zpracování vzorků ryb stojatých vod. VÚV TGM. Praha, 22 s.

Liška, M. (2007): Metodika pro sledování kontaminace říčních ekosystémů specifickými anorganickými a organickými látkami pomocí bioindikátorových organismů. 15 s.

Mackay, D., Fraser, A. (2000): Bioaccumulation of Persistent Organic Chemicals: Mechanisms and Models, Environ. Pollut. 110, 375–391 (2000). Environmental Pollution. 110. 375-391. 10.1016/S0269-7491(00)00162-7.

MZe. LPIS - Integrovaný informační systém evidence půdy dle uživatelských vztahů. [online]. Dostupné na: <<http://www.lpis.cz/>>.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1893/2006 ze dne 20. prosince 2006, kterým se zavádí statistická klasifikace ekonomických činností NACE Revize 2 a kterým se mění nařízení Rady (EHS) č. 3037/90 a některá nařízení ES o specifických statistických oblastech

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.

Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2015/495 ze dne 20. března 2015, kterým se stanoví seznam sledovaných látek pro monitorování v rámci celé Unie v oblasti vodní politiky podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES (oznámeno pod číslem C(2015) 1756)

Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2018/840 ze dne 5. června 2018, kterým se stanoví seznam sledovaných látek pro monitorování v rámci celé Unie v oblasti vodní politiky podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES a zrušuje prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2015/495 (oznámeno pod číslem C(2018) 3362)

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU ze dne 12. srpna 2013, kterou se mění směrnice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokud jde o prioritní látky v oblasti vodní politiky

Směrnice Rady 67/548/EHS ze dne 27. června 1967 o sblížení právních a správních předpisů týkajících se klasifikace, balení a označování nebezpečných látek.

Směrnice Rady 96/61/ES ze dne 24. září 1996 o integrované prevenci a omezování znečišťování.

Vilizzi, L., Tarkan, A. S. (2016): Bioaccumulation of metals in common carp (*Cyprinus carpio* L.) from water bodies of Anatolia (Turkey): a review with implications for fisheries and human food consumption. *Environmental monitoring and assessment*, 188 4, 243.

Vyhláška č. 252/2013 Sb., o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy

Vyhláška č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci.

Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod, ve znění pozdějších předpisů.

Vyskoč, P., Prchalová, H., Mičaník, T., Rosendorf, P., Kristová, a., Svobodová, J., Kodeš, V., 2014, Metodika hodnocení dopadu emisí na vodní prostředí, Praha, 166s

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění zákona č. 320/2002 Sb., zákona č. 274/2003 Sb., zákona č. 20/2004 Sb., zákona č. 167/2004 Sb., zákona č. 127/2005 Sb., zákona č. 76/2006 Sb., zákona č. 186/2006 Sb. a zákona č. 222/2006 Sb.

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění zákona č. 521/2002 Sb., zákona č. 437/2004 Sb., zákona č. 695/2004 Sb., zákona č. 444/2005 Sb., zákona č. 222/2006 Sb. a zákona č. 25/2008 Sb.

Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

9 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Durčák, M., Tušil, P., Horký, P., Kodeš, V., Rosendorf, P. (2011): Metodika pro výběr a hodnocení reprezentativnosti monitorovacích míst pro zjišťování a hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) a chemických ukazatelů pro hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích. Certifikovaná metodika. VÚV TGM, v. v. i., Praha, 8 s
- Durčák, M., Tušil, P., Mičaník, T., Rosendorf, P., Kristová, A., Vyskoč, P., Prchalová, H. (2013): Metodika hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod. Certifikovaná metodika. VÚV TGM, v. v. i., Praha, 11 s.
- Musil, J., Barankiewicz, M., Ferrao, J., Štrunc, D. (2015): Kontaminace ryb v okolí Spolany Neratovice. Zpráva pro Spolanu Neratovice, VÚV TGM, v. v. i., Praha. 27 s.
- Musil, J., Štrunc, D., Levitus, V. (2015): Porovnání výsledků analýz ryb v okolí Spolany se stavem v ČR, Zpráva pro Spolanu Neratovice, VÚV TGM, v. v. i., Praha. 43 s.
- Vyskoč, P., Prchalová, H., Mičaník, T., Rosendorf, P., Kristová, a., Svobodová, J., Kodeš, V. (2014): Metodika hodnocení dopadu emisí na vodní prostředí, Certifikovaná metodika. VÚV TGM, v. v. i., Praha, 166 s

10 SEZNAM ZKRATEK

BCF	biokoncentrační faktor
BMF	biomagnifikační faktor
CAS	Chemical Abstracts Service
CIS	Společná implementační strategie Rámcové vodní směrnice
CZ-NACE	číselník klasifikace ekonomických činností podle ČSÚ
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
EHS	Evropské hospodářské společenství
E-PRTR	European Pollutant Release and Transfer Register
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
GHS	Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií
IRZ	Integrovaný registr znečišťování
IS ARROW	Národní referenční středisko pro monitoring ČHMÚ
ISPOP	Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností
log K_{ow}	rozdělovací koeficient oktanol - voda
LPIS	Registr půdy – geografický informační systém
MPEVaK	Majetková a provozní evidence vodovodů a kanalizací Ministerstva zemědělství
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NEK	norma environmentální kvality
PRVKÚK	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací kraje
RIS	Regionální informační servis
RPZZ-NL	Registr průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky
Sb.	Sbírka zákonů
SEKM	Systém evidence kontaminovaných míst
TAČR	Technologická agentura České republiky
TGD	Technický směrný dokument
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
ZABAGED®	Základní báze geografických dat

SOUHRN

Metodika monitoringu zdrojů znečištění povrchových vod pomocí pevné matrice ryby si klade za cíl poskytnout metodický návod pro cílenou identifikaci zdrojů prioritních látek a některých dalších znečišťujících látek schopných bioakumulace v rybách v libovolném vodním útvaru, vymezeném podle Rámcové vodní směrnice. Metodika současně umožňuje, na základě rizikové analýzy zdrojů znečištění, navrhnout doplňkové monitorovací profily pro cílené sledování identifikovaných nebo předpokládaných zdrojů prioritních látek v povodí vodního útvaru. Metodika by tak měla přispět nejen k identifikaci klíčových zdrojů znečištění, ale také k následnému návrhu vhodných opatření k omezení nebo odstranění vlivu zdrojů prioritních a prioritních nebezpečných látek na vodní ekosystémy.

Metodika je strukturována do čtyř navazujících částí, které popisují logický postup pro cílený monitoring zdrojů prioritních a dalších znečišťujících látek bioakumulovatelných v rybách ve vodních útvarech. První část metodického postupu popisuje způsob výběru vhodných látek pro bioakumulační monitoring v matrici ryby na základě vlastností látek, schopnosti kumulace v tkáních, perzistence a toxicity. Postup je aplikovatelný jak na prioritní látky uvedené ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES (ve znění směrnice 2013/39/EU), tak i na sledované látky (tzv. Watch List) nebo nové emergentní polutanty. Druhá část metodického postupu je věnována analýze možných zdrojů a cest prioritních a dalších znečišťujících látek vhodných pro monitoring v matrici ryby v povodí vodních útvarů. Jsou popsány dostupné zdroje informací o zdrojích znečištění a provedena identifikace činností, při kterých může docházet ke kontaminaci vodního prostředí těmito látkami. Třetí část metodického postupu popisuje způsob provedení rizikové analýzy zdrojů posuzovaných látek v povodí, jehož cílem je určení vodních útvarů nebo jejich částí, kde by bylo vhodné provádět doplňkový monitoring bioakumulace v rybách. Analýza je provedena pro skupiny látek podle jejich nebezpečnosti a způsobu rozšíření ve vodních ekosystémech. Poslední, čtvrtá část metodického postupu popisuje způsob doplnění monitoringu v matrici ryby na základě výsledků rizikové analýzy zdrojů v povodí vodních útvarů. Postup doplnění monitoringu je navržen se zvláštním důrazem na identifikaci zdrojů prioritních nebezpečných látek a jsou zde také doporučení pro výběr druhů ryb a věkových skupin ryb (dospělá ryba vs. plůdek) pro bioakumulační monitoring v různých kategoriích vodních útvarů.

SUMMARY

The publication is aimed to provide a methodological guidance for identification of sources of target pollutants that are involved in fish bioaccumulation at any water body defined by Water Framework Directive. Based on risk assessment of particular pollution sources, the guidance allows to establish additional monitoring profiles in order to identify particular pollution source of target pollutants across particular water bodies. Therefore, the publication improves not only the identification of key pollutant sources but also helps to adopt suitable measures to limit or reduce impacts of pollutant sources on freshwater ecosystems.

The publication is structured into four related parts, which describe the logical process within monitoring of target and other pollutants that are involved in fish bioaccumulation in water bodies. The first part of the publication describes a selection of suitable pollutants/substances for bioaccumulation monitoring in fish matrix based on the substance's properties, its ability to bioaccumulate in tissues, its persistence and toxicity. The procedure is applicable to both the target/priority substances as following the Directive 2008/105/EC (as amended by the Directive 2013/39/EU) of the European Parliament and of the Council as well as to substances in the Watch List or new emerging pollutants. The second part is focused on analysis of possible sources and pathways of target/priority and other pollutants that are suitable for monitoring within fish matrix in any given water bodies. All available information on pollution sources are described along with identification of human activities attached to particular substances as possible contamination sources for aquatic environment. The third part is dealing with risk analysis assessment of target/priority pollutants within particular water bodies with primary goal to identify individual water body or its stretches, where additional bioaccumulation monitoring (fish matrix) should be carry out. The analysis was performed for groups of substances according to their hazards and possible spreading into aquatic ecosystems. The last, fourth part of the publication describes how to supplement the monitoring in the fish matrix based on the results of the pollution source's risk analysis in the catchment area of water bodies. The monitoring upgrade are designed with emphasis on identification of sources of target/priority hazardous pollutants/substances and include also recommendations for the selection of fish species and age groups (adult fish vs. fry) for bioaccumulation monitoring at different water body categories.